

















2 4/ L96

# ACTA UNIVERSITATIS LUNDENSIS

NOVA SERIES

## LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT

NY FÖLJD

ANDRA AVDELNINGEN

MEDICIN SAMT MATEMATISKA OCH NATURVETENSKAPLIGA ÄMNEN

XII

1916

(K. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND HANDLINGAR. N. F. XXVII)



LUND

C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG

OTTO HARRASSOWITZ

# Fysiografiska Sällskapets Handlingar.

Bd 6—26.

**Bd 6.** Zur Frage über die Constitution der aromatischen Diazoverbindungen und ihrer Isomere, von *C. W. Blomstrand*. Sur le développement de l'électricité au contact de l'air et de l'eau, par *K. A. Holmgren*. Berechnung der Bahn des Kometen 1890 II, von *Elis Strömgren*. Beiträge zur Biologie der geophilen Pflanzen, von *F. W. C. Areschoug*. Iakttagelser öfver tillväxten hos Orobanché-arter, af *B. Jönsson*. Studier till kännedom om malakostrakfaunan i Baffin Bay och Smith Sound, af *A. Ohlin*. Studier öfver ciliata infusorier, II, af *H. Wallengren*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1894—95. — **Bd 7.** Öfver bestämning af induktionskonstanter med differential-vibrationsgalvanometer, af *G. Granqvist*. *Analecta algologica*, continuatio III, auct. *J. G. Agardh*. Zur Kenntnis des anatomischen Baues des Blattes, von *B. Jönsson*. Studier öfver turbellariier, II, af *D. Bergendal*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1895—96. Lunds Universitets årsberättelse, af Universitets Rektor. — **Bd 8.** Ueber das Auftreten von Lähmungen nach Masern, von *Karl Petén*. Om stenos och obliteration af aorta vid eller i närheten af ductus Botalli, af *E. Wadstein*. Functionentheoretische Bemerkungen und Sätze, von *T. Brodén*. Basiska eruptiver inom V. Silfbergsskålet i Dalarne, af *M. Weibull*. On the Diplograptidae and Heteroprioidae of the Scanian Rastrites beds, by *S. L. Törnquist*. Revision af lamellibranchiaterne i Nilssons »Petrificata Suecana Formationis Cretaceæ», af *A. Hennig*. Bidrag till kännedomen om larven af *Phalacrocerca replicata* (Lin.), af *S. Bengtsson*. Bidrag till kännedomen om Fam. Urcularina Stein, af *H. Wallengren*. *Analecta algologica*, continuatio IV, auct. *J. G. Agardh*. Ueber die physiologischen Leistungen und die Entwicklung des Grundgewebes des Blattes, von *F. W. C. Areschoug*. Zur Physiologie des pflanzlichen Zellkernes, von *B. Lidforss*. Contributions à la connaissance des Renonculacées—Cucurbitacées de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique, par *S. Murbeck*. Bidrag till kännedomen om de nödvändiga mineralbasernas funktioner i de högre växterna, af *A. Romanus*. Om cyperaceerna, inbjudning till filosofie doktorspromotionen d. 31 maj 1897, af Promotor. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1896—97. — **Bd 9.** Der Fettgehalt der Moose, von *B. Jönsson* und *E. Olin*. Elektrische und magnetische Theorien, von *A. V. Bäcklund*. Några konsekvenser af Webers lag för elektriska massor, tillämpad på materiella punkter, af *C. Delin*. Iakttagelser öfver tillväxtriktningen hos mossorna, af *B. Jönsson*. Grunddragen af en kometteori, af *J. R. Rydberg*. Kullens kristalliniska bergarter. 1. Den prekambrika granitit-, banatit-, hypersthen- gabbrosierien, af *A. Hennig*. Contributions à la connaissance des Primulacées-Labiées de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie, par *S. Murbeck*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1897—98. — **Bd 10.** Researches into the Monograptidae of the Scanian Rastrites beds, by *S. L. Törnquist*. Om egendomliga innehållskroppar hos bromeliaceerna, af *G. Wallin*. Contribution à la connaissance des Plombaginées-Graminées de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie, par *S. Murbeck*. *Analecta algologica*, continuatio V, auct. *J. G. Agardh*. Kullens kristalliniska bergarter. 2. Den postsiluriska gångformationen, af *A. Hennig*. Studien über Rheotropismus bei den Keimwurzeln der Pflanzen I. Allgemeine Untersuchungen, von *A. Berg*. Tafeln zur Berechnung der Präcession zweiter Ordnung für 1900,0, von *A. A. Psilander*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1898—99. — **Bd 11.** Contributions à la connaissance des Graminées-Polypodiacees de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie avec un appendice, par *S. Murbeck*. Studier öfver ciliata infusorier, IV, af *H. Wallengren*. Bidrag till kännedomen om botulismens bakteriologi, af *J. Forssman*. Bidrag till den tuberkulösa pleuritens patologiska anatomi, af *E. Wadstein*. Studier öfver Nemertiner, I. Callinera Bürgeri Bergendal, en representant för ett afrikande släkte bland palæonemertinerna, af *D. Bergendal*. Zur Theorie der relativ-Abelschen Zahlkörper, von *A. Wiman*. Parthenogenetische Embryobildung in der Gattung Alchemilla, von *S. Murbeck*. Hjälfstafeln zur Berechnung der säkularen Störungen der kleinen Planeten, von *G. Norén* u. *S. Raab*. Ueber das Verhalten des Pollenschlauches bei Alchemilla arvensis (L.) Scop. und das Wesen der Chalazogamie, von *S. Murbeck*. Malaria och Mosquitos, inbjudning till medicine-doktorspromotionen den 31 maj 1900, af Promotor. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1899—1900. — **Bd 12.** Fall af traumatiskt uppkommen ryggmärgsaffektion, af *Karl Petén*. Studier öfver Nemertiner, I. Callinera Bürgeri Bergendal, en representant för ett afrikande släkte bland palæonemertinerna, kapitel 6—11 (Fortsättning), af *D. Bergendal*. Contributions to the astronomical theory of an Ice age, by *C. V. L. Charlier*. Studier öfver pollenslangarnes irritationsrörelser, af *B. Lidforss*. Researches into the graptolites of the Scanian and Vestrogothian Phyllo-Tetraraptus beds, by *S. L. Törnquist*. Zur Kenntnis des Baues und der Entwicklung des Thallus bei den Desmarestieen, von *B. Jönsson*. Bidrag till teorien för vägrörelse i strömmar, af *C. W. Oseen*. Utgräfningsarne af Tycho Brahes observatorier på ön Hven sommaren 1901, festskrift i anledning af 300-årsdagen af Tycho Brahes död, af *C. V. L. Charlier*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1900—01. — **Bd 13.** Die ersten Entwicklungsstadien der Keimpflanze bei den Succulenten, von *B. Jönsson*. Über Anomalien im Baue des Nucellus und des Embryosackes bei parthenogenetischen Arten der Gattung Alchemilla, von *S. Murbeck*. Studien über Nemertinen, II. Valencinura bahusiensis BgdI, ein Beitrag zur Anatomie und Systematik der Heteronemertinen, von *D. Bergendal*. Termoelektrisk Hysteresis, af *A. Upmark*. Bidrag till Bornholms fossila flora, Pteridofyter, af *Hj. Möller*. Zur Kenntnis des anatomischen Baues der Wüstenpflanzen, von *B. Jönsson*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1901—02. — **Bd 14.** Der Musculus popliteus und seine Sehne, von *C. M. Fürst*. Studien über Nemertinen, III. Beobachtungen über den Bau von Carinoma Oudemans nebst Beiträgen zur Systematik der Nemertinen, von *D. Bergendal*. Fysikens utveckling till allmän tillståndslära. Inbjudning till filosofie doktorspromotionen den 29 maj 1903, af *J. R. Rydberg*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1902—03. — **Bd 15.** Zur Kenntnis der Histogenese und des Wachstums der Retina, von *C. M. Fürst*. Researches into the graptolites of the lower zones of the Scanian and Vestrogothian Phyllo-Tetraraptus beds, II, by *S. L. Törnquist*. Zur Theorie der mehrdeutigen automorphen Funktionen, von *T. Brodén*. Om det osmotiska trycket, af *A. V. Bäcklund*. Ueber den feineren Bau des Visceralganglions von Anodonta, von *T. Freidenfelt*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1903—04. — **Bd 16.** Om sammanhanget mellan osmotiskt och elektriskt tryck, af *A. V. Bäcklund*. Zur Biologie der Muscheln. I. Die Wasserströmungen, von *H. Wallengren*. Zur Biologie der Muscheln. II. Die Nahrungsaufnahme, von *H. Wallengren*. Contributions à la connaissance de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie. Deuxième série, par *S. Murbeck*. Researches into the theory of probability, by *C. V. L. Charlier*. Studier öfver pollenslangarnes irritationsrörelser, II, af *B. Lidforss*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1904—05. — **Bd 17.** Contributions à la connaissance de la flore du Nord-Ouest de l'Afrique et plus spécialement de la Tunisie. Deuxième série, (Suite), par *S. Murbeck*. Om den afrikanska recurrensfebern, dess orsaker och utbredningssätt, af *S. Ribbing*. Om de Chasmopskalken och Trinucleusskiffern motsvarande bildningarna i



506.785

**ACTA UNIVERSITATIS LUNDENSIS**  
NOVA SERIES

**LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT**

NY FÖLJD

ANDRA AVDELNINGEN  
MEDICIN SAMT MATEMATISKA OCH NATURVETENSKAPLIGA ÄMNER

XII  
1916

(K. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND HANDLINGAR. N. F. XXVII)



LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

LUND 1915—16

HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

ACTA REGIÆ SOCIETATIS PHYSIOGRAPHICÆ  
LUNDENSIS

---

KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS I LUND  
HANDLINGAR

NY FÖLJD

XXVII

1916

(LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. AVD. 2. BD 12)

---

LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ





## Innehåll:

1. HERIBERT-NILSSON, N., Die Spaltungserscheinungen der *Oenothera lamarckiana*. (S. 1—132 m. 17 Figuren im Texte.)
  2. WESTERLUND, A., Ljusretning och fotelektriskt svar i deras kvantitativa samband. (S. 1—32 m. fransk resumé o. 30 textfigurer.)
  3. ARWIN, A., Über das Auflösen der Kongruenzen von dem dritten und vierten Grade nach einem Primzahlmodulus. (S. 1—29.)
  4. ÅKERMAN, ÅKE, Studier över trådlika protoplasmabildningar i växtcellerna. Ett bidrag till kännedomen om protoplasmats struktur och konfiguration. (S. 1—64 m. tysk resumé o. 28 textfigurer.)
  5. GERTZ, OTTO, Anthocyan als mikrochemisches Reagenz. (S. 1—57.)
  6. MURBECK, SV., Über die Organisation, Biologie und verwandtschaftlichen Beziehungen der Neuradoideen. (S. 1—29 m. 3 Tafeln u. 6 Textfiguren.)
  7. WESTERLUND, A., Om bärnstensyrans vitala oxidation. Ett bidrag till kännedomen om en fysiologisk företeelses kemiska kinetik. (S. 1—20 m. fransk resumé o. 6 textfigurer.)
  8. JOHANSSON, HJALMAR, Några enkla, alifatiska  $\beta$ -lakter. (S. 1—46 m. tyskt referat.)
  9. FRIMAN, EINAR, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektra (*L*-Reihe) der Elemente. (S. 1—49 m. 1 Tafel u. 8 Textfiguren.)
  10. ELIASON, AND., Biologisch-faunistische Untersuchungen aus dem Öresund. III. Zwei für unsere Fauna neue Polychæten, *Sphærodorum Philippi* FAUVEL und *Apistobranchus Tullbergi* THÉEL. (S. 1—10 m. 1 Tafel u. 2 Textfiguren.)
  11. ÅKESSON, ÅKE, Über die Geschwindigkeitsverluste bei den langsamen Kathodenstrahlen und über deren selektive Absorption. (S. 1—46 m. 19 Textfiguren.)
  12. GERTZ, OTTO, Untersuchungen über septierte Thyllen nebst anderen Beiträgen zu einer Monographie der Thyllenfrage. (S. 1—45 m. 8 Textfiguren.)
  13. BERGLUND, VICTOR, Studier öfver tuberkulos i lungorna hos barn i åldern 5—13 år, särskildt med hänsyn till svenska förhållanden. (S. 1—114 m. 8 taflor o. 20 textfigurer.)
  14. PETRÉN, GUSTAF, Studier öfver de postoperativa cholämiska blödningsarna och öfver blodkoagulationen vid ikterus. (S. 1—102 + 1\*—38\*.)
- 
15. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1915—1916.





DIE  
SPALTUNGSERSCH EINUNGEN  
DER  
OENOTHERA LAMARCKIANA

VON  
N. HERIBERT-NILSSON

---

MIT 17 FIGUREN IM TEXTE.

LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

Der K. Physiographischen Gesellschaft am 12. Maj 1915 vorgelegt.

LUND 1915  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

## Vorwort.

Die vorliegende Arbeit bildet die Fortsetzung meiner Untersuchungen über die Variabilitätserscheinungen bei *Oenothera Lamarckiana*, deren Resultate bis zu dem Jahre 1911 in einer früheren Abhandlung niedergelegt sind.<sup>1</sup> Während der Jahre 1912—1914 sind meine Kulturen sehr erweitert worden, was dadurch ermöglicht wurde, dass ich im Jahre 1912 nach der Saatzuchtanstalt Weibullsholm bei Landskrona übersiedelte, wo mir die Direktoren, die Herren HARRY und WILLIAM WEIBULL, mit grösster Liberalität den Platz für die mehr und mehr wachsenden Kulturen zur Verfügung gestellt haben. Es ist mir deshalb eine angenehme Pflicht, Ihnen hierfür meinen grössten Dank auszusprechen.

Die Kulturen, die 1912 noch teilweise in Lund betrieben wurden, umfassten in diesem Jahre ungefähr 2500 Individuen. Die Versuche 1913 und 1914, die alle in Weibullsholm ausgeführt wurden, betrugen ungefähr 4000, respektiv 10000 Individuen.

---

<sup>1</sup> Die Variabilität der *Oenothera Lamarckiana* und das Problem der Mutation. — Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererb.-lehre. Bd. 8, 1912, S. 89—231. Im folgenden »Oenothera 1912« bezeichnet.

## I. Methodisches.

Bei einer Pflanzenart, mit welcher so viele Experimente ausgeführt worden sind wie bei der *O. Lamarckiana*, kann es vielleicht als überflüssig erscheinen, methodische Bemerkungen vorzuschicken. Ich meine indessen, dass dies aus mehreren Gründen notwendig ist, denn bei einer verkehrten Versuchsanordnung kann man viele und zum Teil auch sehr grosse Fehlerquellen bekommen.

Fehler bei der Bestäubung und Kastrierung kann man indessen bei *Oenothera* leicht vermeiden. Wenn man eine Knospe aufbricht, um die Staubblätter, die schon im Knospenstadium ihre Antheren öffnen, wegzunehmen, folgen einige Antheren oft den abgepflückten Kronenblättern und beladen die Finger mit Pollen. Wenn man also gleichzeitig mehrere Selbstbestäubungen oder Kreuzungen macht, muss man sorgfältig dafür sorgen, die Narben nicht mit den Fingern zu berühren, was oft Schwierigkeiten bieten kann, weil der Griffel bei *O. Lamarckiana* sehr lang und zart ist und deshalb nach dem Entfernen der Blütenblätter sich nicht aufrecht hält, sondern umfällt und dann leicht die Finger berührt. Bei einiger Übung kann man aber die Bestäubungsprozedur sicher ausführen, speziell wenn man am ruhigen Abend arbeitet, wo die Pflanzen nicht bewegt werden. Alle Blüten, deren Narben zufällig mit den Fingern in Berührung gekommen sind, müssen als misslungen betrachtet werden. Wichtig ist es natürlich auch, dass die Antheren, die bei der Bestäubung angewandt werden, nicht mit den Fingern in Berührung kommen, weshalb die Kelch- und Kronenblätter der pollenliefernden Blüten vorsichtig abgepflückt werden müssen.

Ein grosser Vorteil in bezug auf die Bestäubung von *Oenothera* liegt darin, dass die Pollenkörner mit Viscinfäden verbunden sind, also eine klebrige Masse bilden, weshalb der Pollen nicht stäubt. — Dass man natürlich jede bestäubte oder gekreuzte Blüte sorgfältig isolieren muss, ist ja kaum nötig zu erwähnen.

Eine grössere Fehlerquelle kann man aber nach der Aussaat der Samen in Kasten erhalten, wenn man diese ziemlich eng im Mistbeet stellen muss und die Bewässerung mittels Giesskanne ausführt. Es kann dann sehr leicht eintreffen, dass bei der Bespritzung Samen von dem einen zu dem anderen Kasten geschleudert werden, und dass also eine ungewollte Einmischung stattfindet. Auch kann der Wind bei dem Aufheben der Fenster des Mistbeetes einen Samen von seinem

Kasten entführen, wenn bei der Aussaat nicht alle Samen mit Erde bedeckt worden sind. Diese Fehlerquellen habe ich indessen jedenfalls auf ein Minimum dadurch reduziert, dass ich nicht mit der Giesskanne bewässert habe, sondern mit einer Spitzvorrichtung, die mit einer Wasserleitung in Verbindung gesetzt worden ist, und die durch ein geeignetes Mundstück einen feinen Tauregen aussendet. Ausserdem habe ich die Bewässerung so viel wie möglich bei stillem Wetter ausgeführt. Trotzdem habe ich Fälle konstatiert, wenn auch sehr selten, wo eine Einmischung fremder Samen in einem Kasten stattgefunden hat. In den Nachkommenschaften weissnerviger Pflanzen habe ich 1912 unter mehr als 400 Individuen, die 8 Nachkommenschaften gehörten, keine einzige rotnervige Pflanze gefunden und ebensowenig unter mehr als 2000 Individuen 1913, 21 Nachkommenschaften angehörend. Im Jahre 1914 fand ich aber unter ungefähr 5000 weissnervigen Individuen, die 65 Nachkommenschaften bildeten, 4 rotnervige Pflanzen, die sich auf 3 Nachkommenschaften verteilten. Dass diese abweichenden Pflanzen Einmischungen von Samen rotnerviger Nachkommenschaften repräsentieren ist schon aus dem Grunde höchst wahrscheinlich, dass die Kasten, die diese Pflanzen enthielten, in der Nähe von Kasten rotnerviger Nachkommenschaften gestanden hatten, während die Kasten, die entfernter gewesen waren, auch keine Einmischungen zeigten. Auch war in diesem Jahre die Anzahl der Kasten mehr als doppelt so gross als 1913 und 1912, die Gefahr einer Einmischung also auch grösser. Da es sich in diesem Falle um eine Eigenschaft handelt, die einfaches Mendeln zeigt, kann ja die erwähnte Einmischung von nicht einmal 0.1 % die Zahlenverhältnisse nicht verschieben. Auch ist ja die Aussicht, dass ein »mutierter« Samen in einer Nachkommenschaft kommt, zu der er nicht hingehört, äusserst gering. Denn gesetzt, dass das »Mutationsprozent« durchschnittlich 5 % ist und dass die Versuche gezeigt haben, dass die Einmischung fremder Samen 0.1 % beträgt, so kann ja, da nur jeder zwanzigste Samen eine »Mutante« repräsentiert, nur einmal auf 20000 Samen ein »mutierter« Samen an falschen Platz kommen. Da meine ganzen Kulturen 1914 nur ungefähr 10000 Individuen enthielten, ist also die Aussicht, dass ein »mutierter« Samen in einem Kasten gelangt ist, wo er nicht hingehörte, fast auf Null reduziert. Ganz anderes stellt sich natürlich die Sache, falls ein Kasten Samen einer »Mutanten«-nachkommenschaft enthält. Dann ist die Aussicht einer Einmischung der »Mutanten«-samen ebenso gross wie die der Samen rotnerviger Pflanzen; eine Mutante kann also in einer Nachkommenschaft durch Einmischung in einem Prozentsatz von 0.1 % erscheinen, was einem normalen »Mutationsprozent« entsprechen kann. In diesem Falle wirkt also eine ungewollte Samenüberführung in dem in meinen Versuchen 1914 konstatierten Prozentsatz sehr störend. Gegen eine solche Eventualität hatte ich mich indessen dadurch geschützt, dass ich die Kasten, in denen »Mutanten«-nachkommenschaften ausgesät worden waren, durch ein breites Band von Kasten mit Kartoffelsamen, die ich gleichzeitig im Mistbeet hatte, von den Kasten mit *O. Lamarckiana* trennte. Obgleich ich mehrere Kasten mit *O. gigas* DE VRIES und meiner Riesenvariante *gigantea* hatte, konnte ich in keinem Falle in den *O. Lamarckiana*-



Nachkommenschaften diese aberranten Typen konstatieren, was zeigt, dass die Trennung effektiv gewesen war.

Die grösste Gefahr, durch die Experimentalmethode Fehler zu bekommen, liegt aber gewiss in der Weise des Aussetzens der Keimpflanzen. Von den aberranten Formen ist ja die Mehrzahl weniger lebenskräftig als *O. Lamarckiana*, einige (*albida*, *nanella*) sogar so winzig und schwach, dass sie nur durch sorgfältige Pflege am Leben zu halten sind. Es ist deshalb erstens darauf zu achten, dass man rechtzeitig die grösseren Pflanzen aussetzt, so dass die kräftigeren *Lamarckiana*-pflanzen durch schnelles Heranwachsen die schwachen Aberranten nicht verdrängen und töten. Da die Samen nicht gleichzeitig keimen, ist es weiter von grösster Wichtigkeit, dass alle Pflanzen ausgesetzt werden, auch die später aufgehenden, denn gerade unter diesen hat man oft die Mehrzahl der abweichenden Formen. So zeigten z. B. einige Deszendenzen 1913 folgende Verteilung der Aberranten auf früher und später ausgesetzte Individuen.

Nr. der Deszendenz	Anzahl früh ausgesetzter Pflanzen	Anzahl aberranter Formen unter diesen	Anzahl spät ausgesetzter Pflanzen	Anzahl aberranter Formen unter diesen
3—13	87	1	26	2
6—13	248	1	52	7
11—13	103	2	13	2
19—13	160	—	18	2
34—13	159	3	39	5
47—13	121	1	105	11
Summe	878	8 = 0.9 %	253	29 = 11.5 %

Wir erhalten also unter den früh ausgesetzten Pflanzen das »Mutationsprozent« 0.9, unter den späteren aber 11.5, also einen mehr als zehnmahl gesteigerten Prozentsatz aberranter Formen. Aus diesen Zahlen geht ja klar hervor, welche ausserordentlich falschen Werte man also in bezug auf das »Mutationsprozent« erhalten kann, wenn man nicht alle Pflanzen aussetzt, sondern nur die grössten und kräftigsten, und den Rest beseitigt. Es ist ja natürlich gar nicht möglich, die Zahlenverhältnisse der Spaltungserscheinungen bei *O. Lamarckiana* zu ermitteln, falls man nicht auch dafür sorgt, dass die in einer Deszendenz realisierten Formen auch zur Entwicklung kommen.

Die »Mutation« bei *O. Lamarckiana* kann also reicher oder ärmer ausfallen, je nach der Arbeitsweise der Forscher. Wenn man also ein grösses oder kleineres »Mutationsprozent« als das DE VRIESSche in verschiedenen Ländern und unter verschiedenen klimatischen Bedingungen konstatiert hat, braucht dies gar nicht von den veränderten äusseren Verhältnissen abzuhängen, sondern auch die Arbeitsmethode der verschiedenen Forscher kann die Ursache weitgehender Differenzen sein.

Neulich hat HUNGER bei Kulturen von *O. Lamarckiana* in Salatiga (Java) ein »Mutationsprozent« von 8.15 % gefunden, während es in den DE VRIESschen Kulturen durchschnittlich 1—2 % betrug. Aber diese Forscher, die beide ihre Methode in bezug auf das Auspflanzen genau geschildert haben, arbeiten sehr verschieden. Von den in den Keimschüsseln aufgegangenen Keimlingen werden von DE VRIES nach der Bildung des dritten oder vierten Blattes 60—80 in Holzkasten versetzt. Von diesen werden später 15—25 auf das freie Land ausgepflanzt. Es sind also in seinen Versuchen sehr wenige Pflanzen aus jeder Keimschüssel, die zur Reife gebracht werden. HUNGER dagegen pflanzt alle Pflanzen einer Keimschüssel aus. Die grössere »Mutabilität« in den Versuchen von HUNGER ist sehr wahrscheinlich dadurch hervorgerufen, dass er bedeutend besser für das Erhalten der konstitutionell schwächeren Aberranten gesorgt hat.

Dieselbe unbewusste und unerwünschte Selektion, die man bezüglich der aberranten Formen sehr leicht betreibt, kann auch unter verschiedenen Deszendenten innerhalb von *O. Lamarckiana* zufällig eintreten. So habe ich bei mehreren rotnervigen Deszendenzen, die weissnervige Individuen abgespaltet haben, beobachtet, dass die früher ausgesetzten Pflanzen prozentisch mehr rotnervige Individuen enthalten haben als die später ausgesetzten. Macht man also nur eine Auspflanzung von den grössten Individuen und beseitigt die Reste, so verschiebt man die faktischen Zahlenverhältnisse, weil man zu viel Rotnervige und zu wenig Weissnervige unbewusst auswählt. So erhielt ich z. B. in der Deszendenz 9—14 unter den früh ausgesetzten Pflanzen 69 rotnervige und 13 weissnervige, während unter den spät ausgesetzten 67 rotnervig und 34 weissnervig waren. Die Zahlenverhältnisse der beiden Auspflanzungen weichen ja sehr stark von monohybrider Mendelspaltung ab, während die Gesamtzahl eine dergleiche Spaltung demonstriert. Dieser Selektionsprozess beruht darauf, dass die Rotnervigen eine schnellere Entwicklung, vielleicht auch eine frühere Keimung als die Weissnervigen haben, was daraus hervorgeht, dass jene früher blühen und früher die Reife erreichen als diese. Auch beim Studium eines einzigen Faktors muss man also sehr vorsichtig sein, so dass man keine ungewollte Selektion betreibt, falls dieser Faktor, wie bei der Rotnervigkeit, die ganze Konstitution der Pflanze beeinflusst.

Die geringere Vitalität der Aberranten und gewisser Typen innerhalb der *O. Lamarckiana* zwingt auch in einer anderen Hinsicht zur Vorsicht, um zuverlässige Resultate erhalten zu können. *O. Lamarckiana* ist normal eine zweijährige Pflanze, und auch unter den Kulturbedingungen behält sie diese Eigenschaft, wenn die Aussaat der Samen und das Auspflanzen der Keimlinge spät im Jahre vorgenommen wird. Wenn man aber den Samen schon Anfang März aussät und die Pflanzen Ende April oder Anfang Mai auf freies Land aussetzt, kann man sie aber leicht schon im ersten Jahre zur Blüte bringen. Auch von der Mehrzahl der Aberranten kann man auf diese Weise eine volle Entwicklung bewirken. Nur die *gigas*- und *albida*-Formen bieten einige Schwierigkeiten. Sie können aber gewöhnlich im ersten Jahre wenigstens zum Schiessen und oft zur Blüte gebracht werden, wenn es auch

kaum gelingt, reifen Samen zu erhalten. Dass es indessen sehr wichtig ist, einjährige Kulturen erhalten zu können, ist ja klar, denn sind die Aberranten im Kampfe mit den Keimpflanzen der Stammart den letzteren nicht gewachsen, so ist es ja sehr wahrscheinlich, dass sie auch an der Widerstandsfähigkeit gegen äussere ungünstige Verhältnisse diesen nachstehen. In der Tat haben auch meine Versuche dies bewiesen. In den Jahren 1912—1913 wurde ein Teil meiner Kulturen in Weibullsholm zweijährig betrieben. Von 10 Nachkommenschaften derselben Abstammung wurden 5 einjährig kultiviert, 5 zweijährig. Die ersteren ergaben viele Aberranten, die letzteren keine, und von diesen wurden auch eine grosse Menge der *Lamarckiana*-Pflanzen vernichtet. Auch innerhalb der *Lamarckiana*-Pflanzen fand eine selektive Eliminierung statt, indem die Rotnervigen gegen die Kälte resistenter als die Weissnervigen waren; während das Verhältniss zwischen Rotnervigen und Weissnervigen in den einjährigen Kulturen ungefähr 3:1 war, war es in den zweijährigen ungefähr 6:1.

Aus den obigen Erörterungen erhellt es, dass die experimentellen Bedingungen einen grossen Einfluss auf den Prozentsatz auftretender Aberranten und auf die Spaltungszahlen einer Eigenschaft bei *O. Lamarckiana* haben können. Es ist deshalb unbedingt nötig, eine »reine« Versuchsmethode zu verwenden, denn sonst werden die Störungen, die durch nicht genotypische Komplikationen erhalten werden, so gross, dass sie die wahren Spaltungsverhältnisse ganz verschleiern.

---

## II. Das Ausgangsmaterial.

In »*Oenothera* 1912« habe ich die Frage gestreift, ob meine Ausgangspflanzen mit der *O. Lamarckiana* der DE VRIESschen Kulturen verglichen werden könnten. Dass meine Rasse alle die für *O. Lamarckiana* charakteristischen vegetativen und floralen Eigenschaften hatte und dass sie also zu keiner anderen *Oenothera*-Art zu rechnen war, war nicht zu bezweifeln. Ob sie bezüglich gewisser quantitativer Eigenschaften einen von DE VRIES' *O. Lamarckiana* differierenden Durchschnittstypus bildete, war mir damals nicht klar, weil ich die DE VRIESsche Form in meinen Versuchen nicht blühend gehabt hatte. Zwei Rosetten, die ich 1911 aus Samen von dem Botanischen Garten in Amsterdam aufgezogen hatte, waren von denen meiner Kulturen recht abweichend. Im folgenden Jahr blühte die eine dieser Rosetten; die andere wurde während des Winters vernichtet. Die blühende Pflanze war aber keine *O. Lamarckiana*, sondern eine kleinblütige Form, die mehr an *O. biennis* erinnerte. Diese Pflanze war aus der in »*Oenoth.* 1912«, S. 95, rechts, abgebildeten Rosette gewachsen, die also keine *O. Lamarckiana*-Rosette, wie dort angegeben wird, repräsentiert. Dass auch die andere, links abgebildete Rosette keine *O. Lamarckiana* ist, ist ziemlich sicher, nachdem ich später andere Samenproben aus Amsterdam erhalten habe, die wirklich *O. Lamarckiana* gewesen sind und dieses Aussehen nicht gezeigt haben. Den Samen erhielt ich 1911 wie auch später durch den Samentausch des Bot. Gartens in Lund. Vielleicht ist eine Verwechslung bei dem Austausch gemacht, vielleicht stammen die Rosetten 1911 aus einer Kreuzung, da der Samen wohl von frei abgeblühten Pflanzen geerntet war. Jedenfalls sind die beiden erwähnten Rosetten keine *Lamarckiana*-Rosetten, weshalb der von mir gemachte Vergleich der Textfiguren 1 und 2, erstere als Typus der Rosette meiner Rasse, letztere als Typus der DE VRIESschen, nicht richtig ist.

Sowohl 1912 als 1914 habe ich wieder *O. Lamarckiana* aus Amsterdam in meinen Kulturen gehabt. 1914 setzte ich eine Reihe Rosetten der DE VRIESschen Rasse abwechselnd mit einer meiner weissnervigen Deszendenzen und einer meiner rotnervigen Nachkommenschaften. Sämtliche Rosetten von Amsterdam waren weissnervig und waren von den weissnervigen Rosetten meiner Rasse nicht zu unterscheiden; sie zeigten ganz dasselbe Durchschnittsaussehen. Auch die blühenden Pflanzen waren nicht zu unterscheiden. Die früher von mir in bezug auf die Pig-



mentierung der Knospen und der Früchte und die Blütengrösse vermutete Differenz, die ich aus einem Vergleich der Beschreibungen DE VRIES' von seinen Pflanzen mit den betreffenden Eigenschaften meiner Rasse schloss, war bei einem direkten Vergleich an den nebeneinander wachsenden Pflanzen der beiden Rassen nicht zu beobachten. Die weissnervigen Pflanzen der beiden Rassen repräsentierten also ganz denselben Durchschnittstypus. Von ihnen wichen die rotnervigen Pflanzen nicht nur bezüglich der Nervenfarbe ab, sondern sie differierten in mehreren Eigenschaften und bildeten einen ziemlich ausgeprägten Phaenotypus, was ich unten ausführlicher erörtern werde, der jedoch nicht so stark abwich, dass er das einheitliche Durchschnittsausssehen einer grösseren Kultur störte.

Betreffs der Herkunft meiner Rasse ist nicht viel bekannt. Ich fand sie in einem Garten in Almaröd (im südlichen Schonen). *O. Lamarckiana* wird in Schweden von dem Gartenverein zu Göttenburg verkauft, und es ist wohl wahrscheinlich, dass die in Almaröd gefundenen Pflanzen ursprünglich aus Samen dieser Bezugsquelle abstammten. Bei Anfrage des Gartenvereins über die Herkunft des Samens der *O. Lamarckiana*, der von ihm verkauft wird, erhielt ich die Antwort, dass er aus Erfurt und Quedlinburg gekommen var. Auch der ursprüngliche Samen der DE VRIESschen Rasse stammt aus Erfurt (148, S. 19), weshalb es wohl als ziemlich sicher angesehen werden kann, dass die *O. Lamarckiana* aus Almaröd und die aus Hilversum denselben Ursprung haben. Da aber Rosetten von Garten zu Garten versetzt worden sind, wie ich konstatiert habe, kann natürlich eine unbewusste Reinzüchtung des ursprünglichen Materials stattgefunden haben, speziell da oft nur eine oder ein paar Rosetten in einen anderen, weit entfernten Garten versetzt worden sind.

Später habe ich *O. Lamarckiana* auch anderen Ursprungs in meine Kulturen aufgenommen. Kurz nachdem DE VRIES durch seine Untersuchungen die Aufmerksamkeit auf die Pflanze gelenkt hatte, fand sie Prof. BENGT LIDFORSS verwildert in einem Kirchhof in Malmö (Schonen). Er nahm sie während einiger Jahre in Kultur, als aber seine ausgedehnten *Rubus*-Versuche später seine ganze Zeit und sein ganzes Experimentalfeld in Anspruch nahmen, hörten seine Versuche mit *Oenothera* auf.<sup>1</sup> Die Pflanze ist auf dem erwähnten Fundorte noch jetzt zu finden. 1912 wurde hier Samen einer einzigen weissnervigen Pflanze eingesammelt, weil ich die Variabilität dieser Rasse mit der aus Almaröd zu vergleichen wünschte. Phaenotypisch stimmten auch diese beiden Rassen vollkommen überein.

<sup>1</sup> Nach mündlicher Mitteilung fand LIDFORSS wenigstens ein Dutzend abweichender Formen, von denen die Mehrzahl mit keiner der DE VRIESschen Formen als identisch zu betrachten war. Auch DE VRIES, der blühendes Material von LIDFORSS erhielt, konnte sie nicht mit seinen »Mutanten« identifizieren.

### III. Die Herkunft der *O. Lamarckiana*.

*O. Lamarckiana* zeigt, wo sie nicht die Gelegenheit hat, sich mit anderen Arten zu kreuzen, einen sehr einheitlichen Durchschnittstypus. Das betrifft sowohl die Hilversum-Rasse wie meine beiden Rassen aus Almaröd und Malmö. Natürlich kann man, wo *O. Lamarckiana* zusammen mit anderen Arten wächst, eine transgredierende Variabilität zwischen den Arten finden, weil Kreuzungen stattgefunden haben. So haben z. B. BAILEY, MAC DOUGAL, GATES, DE VRIES und DAVIS über eine *Oenothera*-Population von Lancashire (England) berichtet, die aus *O. grandiflora*, *biennis*, *Lamarckiana* und Kombinationsformen dieser Arten zusammengesetzt ist. BOULENGER berichtet über einen *Oenothera*-Bestand von La Grande St. Cast in der Bretagne, wo eine Reihe von Formen wachsen, die zwischen *O. Lamarckiana* und *O. biennis* transgredieren. Über ähnliche Fälle hat DE VRIES von den Dünen in der Nähe von Zandvoort und SCHOUTEN von Santpoort nahe Haarlem berichtet. Ursprünglich wild wachsende Bestände von dem Typus der DE VRIESschen *O. Lamarckiana* hat man niemals gefunden, weder in Europa noch in Amerika. DAVIS berichtet über eine wild wachsende (oder verwilderte) *Oenothera* aus Santa Cruz (Kalifornien), die zu ungefähr  $\frac{1}{3}$  *Lamarckiana*-ähnliche Rosetten gab, zu  $\frac{2}{3}$  eine schmalblättigere Form und Zwischenformen der beiden extremen Typen (28, S. 150). Diese bunte Nachkommenschaft deutet auf eine gekreuzte Aszendenz hin.

DAVIS meint auch, dass *O. Lamarckiana* niemals in Amerika eine Komponente der heimischen Flora gebildet hat. Für die entgegengesetzte Ansicht führt DE VRIES die Tatsache an, dass es in MICHAUXS Herbarium (Paris) eine Pflanze gibt, die als *O. Lamarckiana* betrachtet werden muss (150, S. 356). Sie ist in den östlichen Staaten von Nordamerika gesammelt, wo MICHAUX während 12 Jahre im achtzehnten Jahrhundert Forschungsreisen ausführte. — DAVIS meint indessen, dass sowohl diese Pflanze als das eine Exemplar der *O. Lamarckiana* in LAMARCKS Herbarium zu *O. grandiflora* zu rechnen sind. Ein anderes Exemplar in LAMARCKS Herbarium ist zu der europäischen *O. biennis* zu zählen, ein drittes nicht bestimmbar. DE VRIES identifiziert aber das erst genannte der Typenexemplare von LAMARCK mit seiner Rasse von *O. Lamarckiana*.

Was nun die Herkunft der *O. Lamarckiana* aus Hilversum betrifft, erwähnt DE VRIES, dass sie aus Samen von einer Handelsgärtnerei in Erfurt herstammt, die sie gewiss von Carter & Co in London erhalten hat.

Auf englischer Herkunft hat DAVIS ein Herbariumexemplar (von dem Jahre 1862) in dem Museum der Harvard Universität, das zweifellos *O. Lamareckiana* ist, zurückgeführt. In England haben wir aber, wie oben erwähnt, in Lancashire wild wachsende Oenotheren, die dort wenigstens seit einem Jahrhundert sich eingebürgert haben. Die hier vorkommenden Bestände hören dem Formenkreis *grandiflora* — *biennis* — *Lamareckiana* an. Durch experimentelle Versuche hat nun indessen DAVIS gezeigt, dass man aus der Kreuzung *O. grandiflora*  $\times$  *biennis* (die europäische Form) Formen erhalten kann, die *O. Lamareckiana* ähnlich sind. Dass also *O. Lamareckiana* durch Kreuzung der in Lancashire wild wachsenden Arten *O. biennis* und *grandiflora* entstanden ist und hier für Carter & Co wegen ihrer schönen Blüten eingesammelt worden ist, scheint ein nahe liegender Schluss zu sein. Carter & Co geben an, dass ihre *Oenothera* aus Texas stammt, was DAVIS für unwahrscheinlich hält. Auch DE VRIES schliesst sich der DAVISSchen Ansicht über die Herkunft der Carterschen *O. Lamareckiana* an, meint indessen, dass die verwilderten Oenotheren in Lancashire aus Samen stammen, die von MICHAUX aus Amerika eingeführt sind und aus denen auch die Pflanzen stammen, die im Botanischen Garten zu Paris von LAMARCK kultiviert wurden, und die LAMARCK als Typenexemplare bei seiner Beschreibung der Pflanze dienten.

Es ist ja offenbar, dass die Herkunft der *O. Lamareckiana* noch im Dunkeln liegt, so dass die Lösung ihrer Variabilitäterscheinungen, wenn sie von der Klärung dieser Frage abhinge, fast unmöglich wäre. Glücklicherweise hat dies für die Variabilitätsfrage gar keine Bedeutung. Denn ebenso wenig wie man nach dem Ursprung der Hühnerrassen oder des Löwenmauls fragt, wenn man ihre Erblichkeitsverhältnisse ermitteln will, ebensowenig ist es notwendig, die Herkunft der *Oenothera Lamareckiana* zu kennen, um ihre Variabilität klarzulegen.

Von besonderer Wichtigkeit ist es indessen, die erbliche Konstitution der *O. Lamareckiana*, wie die Art vorliegt, kennen zu lernen. Ich habe schon erwähnt, dass sie einen sehr einheitlichen Durchschnittstypus bildet, wenn man einen Bestand der Art betrachtet. Dies hat auch DE VRIES zu der Behauptung veranlasst, dass *O. Lamareckiana* eine Elementarart mit nur »fluktuierender«, nicht erblicher Variabilität sei. Entstehen also aus dieser einheitlichen Art abweichende Formen, so muss die Ursache dieser Erscheinung sein, dass die erbliche Konstitution der Art verändert worden ist.

Dieser Schluss ist aber nur berechtigt, falls *O. Lamareckiana* wirklich einen Genotypus repräsentiert. Dass dies nicht der Fall ist, habe ich schon in »*Oenothera* 1912« gezeigt, und mit dieser Konstatierung ist die Möglichkeit gegeben, die »Mutanten« als Neukombinanten differenter Eigenschaften innerhalb der Art zu erklären. Auch GATES und DAVIS treten für die Polymorphie der Art ein (60, 64, 23).

Nur eine qualitative Differenz habe ich innerhalb von *O. Lamareckiana* gefunden, nämlich rote oder weisse Farbe der Blattnerven. Dieser Differenz habe ich speziell meine Aufmerksamkeit gewidmet, um zu entscheiden, ob Mendelspaltung hier vorliege und weiter, ob die Spaltung einfach oder kompliziert sei.



## IV. Der Faktor für Rotnervigkeit.

### 1. Die morphologische Wirkung des Farbfaktors in den Blattnerven.

Die Differenz der Nervenfarbe bei *O. Lamarckiana* betrifft die Oberseite des Blattnerves. Sie ist eine klar diskontinuierliche, weshalb die Klassifizierung in rot- und weissnervige Individuen keine Schwierigkeit bietet. Bei den ganz jungen Rosetten ist die Differenz noch nicht zu sehen, bei ausgewachsenen Rosetten jedoch ebenso deutlich markiert wie in den Blättern des Stengels. Im Spätherbst verliert sich die Farbe in dem Blattnerve; die rot- und weissnervigen sind aber auch in diesem Stadium dadurch zu unterscheiden, dass die Basis des Blattstiels, speziell an der Unterseite, braunrot gefärbt ist.

Bei der Mehrzahl der Kombinant<sup>1</sup> verhält sich die betreffende Differenz so wie bei *O. Lamarckiana*. Eine Ausnahme bildet indessen die Riesenkombination, die ich unten als den *gigantea*-Typus bezeichnet habe und die in »*Oenothera* 1912« Komb. 7 genannt wurde. Hier liegen deutliche Gradationen der Intensität der Rotfärbung vor, so dass die Differenz der Nervenfarbe nicht scharf diskontinuierlich wird. Wenn man nicht die Rosetten in verschiedenen Stadien der Entwicklung beobachtet, kann es in einigen Fällen Schwierigkeiten bieten zu entscheiden, ob eine Rosette zur einen oder anderen Klasse zu rechnen ist. Bei den weissnervigen Riesentypen, z. B. der DE VRIESschen *gigas*, tritt anderseits auch eine schwache, braungelbe Pigmentierung auf, besonders in dem Blattstiel schmalblättriger Formen.

### 2. Das Experimentalmaterial in bezug auf die Nervenfarbe.

Schon in »*Oenothera* 1912« habe ich hervorgehoben, dass die Rotnervigkeit eine mendelnde Eigenschaft ist, denn die rotnervigen Pflanzen spalten weissnervige ungefähr im Verhältnis 3:1 ab, und die weissnervigen Individuen sind konstant. Während der Jahre 1912—1914 habe ich das Verhalten dieser Eigenschaft verfolgt, teils innerhalb der *O. Lamarckiana* bei Selbstbestäubung und Kreuzung, teils bei den Kombinant<sup>1</sup> und ihren Kreuzungen unter sich oder mit *O. Lamarckiana*.

---

<sup>1</sup> Da ich die Ansicht vertrete, dass die aberranten Phänotypen der *O. Lamarckiana* durch Neukombination entstehen, ist es natürlich unrichtig, das Wort »Mutante« für sie zu verwenden, weshalb ich es auch gegen »Kombinante« austausche (Vgl. *Oenothera* 1912, S. 121).

Die Tabelle I gibt eine Übersicht meiner Resultate. Von den kleinen Deszendenzen 1911 sind nur diejenigen aufgenommen, die als Ausgangspunkte für weitere Versuche gewählt sind. Für diese Deszendenzen ist in einigen Fällen die Anzahl der Individuen in »*Oenothera* 1912» und hier verschieden, was darauf beruht, dass seit 1911 mehr Samen gekeimt haben, so dass ich noch einige Pflanzen erhalten habe. Die Deszendenzen sind nach der Verwandtschaft in Gruppen summiert. Da sowohl die Feldnummer einer Deszendenz als die ihrer P-Deszendenz angegeben ist, ist die Verwandtschaft leicht zu ermitteln. Die letzte Zahl der Feldnummer bezeichnet das Jahr, wo die Deszendenz angebaut wurde. — Die Rottnergigkeit wird R, die Weissnergigkeit r bezeichnet.

TABELLE I.

A. Reinkulturen und Kreuzungen  $R \times R$  oder  $r \times r$  von *O. Lamarckiana*.

Nr in der Tabelle	Feldnummer der P <sub>1</sub>	Nervenfarbe der P <sub>1</sub>	Feldnummer der Deszen- denz	An- zahl der Ind.	R	r	Verhält- nis R : r
1	—	r	7—11	14	—	14	0 : 1
2	7—11	r	2—12	43	—	43	0 : 1
3	7—11	r	3—12	3	—	3	0 : 1
4	3—12	r	2—13	110	—	110	0 : 1
Summe				170		170	0 : 1
5	—	R	5—11	30	27	3	9 : 1
6	5—11	R	9—12	24	20	4	5 : 1
7	5—11	R	11—12	26	21	5	4,2 : 1
8	5—11	R	12—12	65	46	19	2,4 : 1
9	5—11	R	13—12	40	29	11	2,6 : 1
10	5—11	R	14—12	36	23	13	1,8 : 1
11	5—11	R	15—12	33	25	8	3,1 : 1
12	5—11	R	16—12	18	15	3	5 : 1
13	5—11	R	17—12	53	37	16	2,3 : 1
14	5—11	R	18—12	28	17	11	1,5 : 1
15	5—11	R	21—12	69	48	21	2,3 : 1
16	14—12	R	1—14	16	11	5	2,2 : 1
Summe				438	319	119	2,7 : 1
17	5—11	r	19—12	5	—	5	0 : 1
18	19—12	r	32—13	145	—	145	0 : 1
19	$19/1 \times 19/8-12$	$r \times r$	33—13	52	—	52	0 : 1
20	$19/2 \times 19/8-12$	$r \times r$	34—13	159	—	159	0 : 1
21	$19/3 \times 19/4-12$	$r \times r$	35—13	47	—	47	0 : 1
22	15—12	r	4—14	64	—	64	0 : 1
23	34—13	r	45—14	175	—	175	0 : 1
24	34—13	r	49—14	150	—	150	0 : 1
25	34—13	r	53—14	64	—	64	0 : 1
26	34—13	r	55—14	149	—	149	0 : 1
27	34—13	r	56—14	165	—	165	0 : 1
28	34—13	r	57—14	201	—	201	0 : 1
29	$34/16 \times 34/14-13$	$r \times r$	46—14	64	—	64	0 : 1
30	$34/16 \times 34/13-13$	$r \times r$	47—14	62	—	62	0 : 1
31	$34/16 \times 34/12-13$	$r \times r$	48—14	57	—	57	0 : 1
32	$34/14 \times 34/13-13$	$r \times r$	50—14	42	—	42	0 : 1
33	$34/14 \times 34/12-13$	$r \times r$	51—14	51	—	51	0 : 1
34	$34/14 \times 11/46-13$	$r \times r$	52—14	62	—	62	0 : 1

Nr in der Tabelle	Feldnummer der P <sub>1</sub>	Nervenfarbe der P <sub>1</sub>	Feldnummer der Deszen- denz	An- zahl der Ind.	R	r	Verhält- nis R : r
35	$^{34}_{13} \times ^{34}_{12} - 13$	$r \times r$	54—14	72	—	72	0 : 1
36	32—13	r	32—14	83	—	83	0 : 1
37	32—13	r	33—14	101	—	101	0 : 1
38	32—13	r	34—14	58	—	58	0 : 1
39	32—13	r	35—14	211	—	211	0 : 1
40	32—13	r	36—14	236	—	236	0 : 1
Summe				2475	—	2475	0 : 1
41	—	$R \times R$	12—11	12	7	5	1,4 : 1
42	12—11	R	8—12	141	98	43	2,3 : 1
43	12—11	R	9—13	35	27	8	3,4 : 1
44	8—12	R	3—13	112	91	21	4,3 : 1
45	8—12	R	4—13	141	103	38	2,7 : 1
46	8—12	R	5—13	37	29	8	3,6 : 1
Summe				478	355	123	2,9 : 1
47	12—11	r	11—13	116	—	116	0 : 1 gewiss <sup>1</sup>
48	11—13	r	26—14	101	(1)	100	0 : 1
49	11—13	r	29—14	62	—	62	0 : 1
50	11—13	r	30—14	168	—	168	0 : 1
51	11—13	r	31—14	32	—	32	0 : 1
52	$^{11}_{46} \times ^{6}_{105} - 13$	$r \times r$	27—14	27	—	27	0 : 1
53	8—12	r	6—13	301	—	301	0 : 1
54	8—12	r	7—13	3	—	3	0 : 1
55	8—12	r	8—13	42	—	42	0 : 1
56	$^{6}_{105} \times ^{8}_{1} - 13$	$r \times r$	85—14	39	—	39	0 : 1
57	$^{6}_{105} \times ^{34}_{13} - 13$	$r \times r$	86—14	25	—	25	0 : 1
				916	(1)	915	0 : 1
58	—	$R \times R$	V—11	9	7	2	3,5 : 1
59	V—11	R	67—12	61	45	16	2,8 : 1
60	V—11	R	68—12	238	176	62	2,8 : 1
61	V—11	R	71—12	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<b>16 : 1</b> <sup>2</sup>
62	V—11	R	72—12	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>5 : 1</b> <sup>2</sup>
63	V—11	R	73—12	212	149	63	2,4 : 1
64	V—11	R	74—12	33	31	2	15,5 : 1
65	V—11	R	75—12	<b>51</b>	<b>43</b>	<b>8</b>	<b>5,4 : 1</b> <sup>2</sup>
66	V—11	R	76—12	100	69	31	2,2 : 1
67	71—12	R	11—14	194	148	46	3,2 : 1
68	71—12	R	12—14	110	86	24	3,6 : 1
69	71—12	R	13—14	109	72	37	1,9 : 1
70	71—12	R	15—14	57	38	19	2 : 1
71	75—12	R	17—14	88	54	34	1,6 : 1
72	75—12	R	18—14	127	92	35	2,6 : 1
Summe				1338	967	371	2,7 : 1
73	V—11	r	69—12	150	—	150	0 : 1
74	V—11	r	70—12	201	—	201	0 : 1
75	71—12	r	14—14	310	(1)	309	0 : 1 gewiss <sup>3</sup>
76	75—12	r	16—14	19	—	19	0 : 1
Summe				680	(1)	679	0 : 1

<sup>1</sup> Siehe S. 5 und 30.<sup>2</sup> Die Individuen der fettgedruckten Deszendenzen sind in der Summe nicht aufgenommen.  
Über die Ursache siehe S. 19—24.<sup>3</sup> Siehe S. 5 und 30.

Nr in der Tabelle	Feldnummer der $P_1$	Nervenfärbung der $P_1$	Feldnummer der Deszen- denz	An- zahl der Ind.	R	r	Verhält- nis R : r
77	A—13	R	8—14	189	122	67	1,8 : 1
78	B—13	R	9—14	184	136	48	2,8 : 1
79	A $\times$ B—13	R $\times$ R	10—14	95	67	28	2,4 : 1
Summe				468	325	143	2,3 : 1
80	—	R $\times$ R	18—11	8	6	2	3 : 1
81	18—11	R	5—14	167	127	40	3,2 : 1
				175	133	42	3,2 : 1
82	—	R $\times$ R	20—11	14	11	3	3,7 : 1
83	20—11	R	1—13	255	200	55	3,6 : 1
Summe				269	211	58	3,6 : 1
84	—	r	8—11	21	—	21	0 : 1
85	8—11	r	6—14	40	—	40	0 : 1
Summe				61		61	0 : 1
86	Aus Malmö 1912	r	47—13	126	—	126	0 : 1
87	47—13	r	23—14	119	—	119	0 : 1
88	47—13	r	24—14	88	—	88	0 : 1
89	47—13	r	25—14	117	—	117	0 : 1
Summe				450		450	0 : 1

TABELLE I.

B. Nachkommenschaften der Kombinanten. Kreuzungen von der Verbindung  $R \times R$  und  $r \times r$  zwischen den Kombinanten oder zwischen Kombinate und *Lamarckiana*. Nachkommenschaften dieser Kreuzungen.

*Rubrisepala.*

Nr in der Tabelle	Feldnummer der $P_1$	Nervenfärbung der $P_1$	Feldnummer der Deszen- denz	An- zahl der Ind.	R	r	Verhält- nis R : r
90	26—13	R	78—14	55	38	17	2,2 : 1
91	12—13	R	89—14	95	66	29	2,3 : 1
Summe				150	104	46	2,3 : 1
92	23—13	r	71—14	82	—	82	0 : 1
93	12—13	r	88—14	73	—	73	0 : 1
94	12—13	r	90—14	84	—	84	0 : 1
Summe				239		239	0 : 1
<i>Rubrisepala</i> $\times$ <i>Lamarckiana</i> .							
95	48—12	R	24—13	157	142	15	9,5 : 1 <sup>1</sup>
96	48—12	R	26—13	356	265	91	2,9 : 1
97	24—13	R	3—14	26	21	5	4,2 : 1
Summe				382	286	96	3,0 : 1

<sup>1</sup> Deszendenz in der Summe nicht mitgerechnet. Siehe S. 20—21.

Nr in der Tabelle	Feldnummer der P <sub>1</sub>	Nervenfärbung der P <sub>1</sub>	Feldnummer der Deszen- denz	An- zahl der Ind.	R	r	Verhält- nis R : r
98	48—12	r	21—13	102	—	102	0 : 1
99	48—12	r	25—13	48	—	48	0 : 1
100	48—12	r	27—13	23	—	23	0 : 1
101	48—12	r	28—13	125	—	125	0 : 1
102	21—13	r	66—14	25	—	25	0 : 1
103	28—13	r	19—14	176	(2)	174	gewiss <sup>1</sup>
104	28—13	r	20—14	146	—	146	0 : 1
105	28—13	r	21—14	249	—	249	0 : 1
106	28—13	r	22—14	277	—	277	0 : 1
107	$\frac{48}{38} \times \frac{19}{3} - 12$	$r \times r$	29—13	105	—	105	0 : 1
108	$\frac{23}{50} \times \frac{11}{46} - 13$	$r \times r$	77—14	74	—	74	0 : 1
Summe				1350	(2)	1348	0 : 1
<i>Rubrisepala</i> $\times$ <i>pallida</i> .							
109	$\frac{26}{22} \times \frac{23}{38} - 13$	$R \times R$	81—14	41	25	16	1,6 : 1
<i>Rubrisepala</i> $\times$ <i>rubricalyx</i> .							
110	$\frac{23}{50} \times \frac{52}{1} - 13$	$r \times r$	72—14	50	—	50	0 : 1
<i>Rubrisepala</i> $\times$ <i>dependens</i> .							
111	$\frac{23}{50} \times \frac{21}{9} - 13$	$r \times r$	73—14	67	—	67	0 : 1
<i>Pallida</i> .							
112	23—13	R	67—14	4	3	1	3 : 1
113	29—13	r	103—14	38	—	38	0 : 1
<i>Pallida</i> $\times$ <i>Lamarckiana</i> .							
114	$\frac{28}{28} \times \frac{24}{32} - 13$	$R \times R$	70—14	32	25	7	3,6 : 1
<i>Dependens</i> .							
115	8—11	r	15—13	14	—	14	0 : 1
116	4—12	r	63—14	22	—	22	0 : 1
117	21—13	r	64—14	60	—	60	0 : 1
Summe				96		96	0 : 1
<i>Lamarckiana</i> $\times$ <i>dependens</i> .							
118	$\frac{8}{2} \times \frac{8}{8} - 11$	$r \times r$	4—12	29	—	29	0 : 1
119	$\frac{4}{1} \times \frac{4}{2} - 12$	$r \times r$	59—14	2	—	2	0 : 1
120	$\frac{4}{1} \times \frac{4}{3} - 12$	$r \times r$	60—14	4	—	4	0 : 1
121	$\frac{4}{1} \times \frac{4}{4} - 12$	$r \times r$	61—14	98	—	98	0 : 1
122	$\frac{4}{1} \times \frac{4}{5} - 12$	$r \times r$	62—14	35	—	35	0 : 1
123	4—12	r	58—14	7	—	7	0 : 1
124	$\frac{21}{7} \times \frac{21}{9} - 13$	$r \times r$	65—14	67	—	67	0 : 1
Summe				242		242	0 : 1

<sup>1</sup> Siehe S. 5 und 30.



Nr in der Tabelle	Feldnummer der P <sub>i</sub>	Nervenfarbe der P <sub>i</sub>	Feldnummer der Deszen- denz	An- zahl der Ind.	R	r	Verhält- nis R : r
<i>Lata × Lamarckiana.</i>							
125	$\frac{8}{5} \times \frac{3}{6} - 11$	r × r	7—12	3	—	3	0 : 1
126	6—12	r	17—13	178	—	178	0 : 1
127	$\frac{6}{1} \times \frac{7}{3} - 12$	r × r	18—13	118	—	118	0 : 1
128	7—12	r	19—13	63	—	63	0 : 1
129	$\frac{7}{3} \times \frac{6}{1} - 12$	r × r	20—13	86	—	86	0 : 1
130	$\frac{34}{15} \times \frac{34}{14} - 13$	r × r	40—14	16	—	16	0 : 1
131	$\frac{34}{15} \times \frac{34}{18} - 13$	r × r	41—14	37	—	37	0 : 1
132	$\frac{34}{15} \times \frac{34}{12} - 13$	r × r	42—14	13	—	13	0 : 1
133	$\frac{34}{15} \times \frac{32}{54} - 13$	r × r	43—14	24	—	24	0 : 1
Summe				538		538	0 : 1
<i>Lata × dependens.</i>							
134	$\frac{8II}{4} \times \frac{8}{13} - 11$	r × r	14—13	1		1	0 : 1
<i>Lata × rubrisepala.</i>							
135	$\frac{34}{15} \times \frac{23}{50} - 13$	r × r	44—14	37		37	0 : 1
<i>Undulata.</i>							
136	12—11	R	13—13	43	28	15	1,9 : 1
<i>Lamarckiana × undulata.</i>							
137	$\frac{12II}{1} \times \frac{12II}{3} - 11$	R × R	10—13	4	1	3	0,33 : 1
138	12—13	R	94—14	111	89	22	4 : 1
139	12—13	R	96—14	42	28	14	2 : 1
Summe				157	118	39	3 : 1
140	12—13	r	91—14	129	—	129	0 : 1
141	12—13	r	92—14	122	—	122	0 : 1
142	12—13	r	95—14	99	—	99	0 : 1
Summe				350		350	0 : 1
143	34—13	r	97—14	14	—	14	0 : 1
144	32—13	r	98—14	104	—	104	0 : 1
Summe				118		118	0 : 1
<i>Excelsa.</i>							
145	34—13	r	99—14	2	—	2	0 : 1
146	32—13	r	100—14	1	—	1	0 : 1
Summe				3		3	0 : 1
<i>Curta.</i>							
147	16—13	R	104—14	34	22	12	1,8 : 1
<i>Obscura.</i>							
148	16—13	R	105—14	17	12	5	2,4 : 1
<i>Crispa.</i>							
149	30—13	R	102—14	79	59	20	3 : 1

Aus den Tabellen ist sogleich ersichtlich, dass die Spaltung sich einer monohybriden Mendelspaltung nähert. Die Zahlenverhältnisse liegen grösstenteils zwischen 2:1 und 3:1. Einige bedeutende Abweichungen kommen indessen vor, da wir gar zu hohe Zahlen für die Rotnervigen finden. Auf eine nähere Diskussion der monohybriden Zahlenverhältnisse komme ich unten zurück und behandle zuerst die Zahlenverhältnisse, die von einer monohybriden Spaltung stark differieren.

### 3. Von einer monohybriden Spaltung abweichende Zahlenverhältnisse und ihre Erklärung.

Durch äussere Faktoren bedingte Abweichungen.

Ein von monohybrider Spaltung stark abweichendes Zahlenverhältnis erwähnte ich schon in »*Oenothera* 1912» (S. 101). Die Deszendenz 5—11 ergab nämlich die Spaltung 25:3. 1912 keimten noch zwei Samen, im ganzen erhielt ich also 27 Rotnervige:3 Weissnervigen, was ja das Verhältnis 9:1 ist. Ich wies 1912 darauf hin, dass auch hier möglicherweise eine polymere Spaltung vorlag, weil die Spaltung bei der Riesenkombinante 7 kaum anders zu deuten war. Gleichzeitig betonte ich indessen, dass nur durch weitere Versuche die Frage zu entscheiden war.

Zwecks weiterer Analyse wurden 9 rotnervige und 1 weissnerviges Ind. der betreffenden Deszendenz geselbstet. Die Nachkommenschaften bilden Nr. 6—15, Tab. I. Wie man sieht, zeigt keine der Nachkommenschaften eine Spaltung, die als ein Ausdruck des Zahlenverhältnisses 15:1 betrachtet werden kann, während zu erwarten war, dass die eine Hälfte dihybrid spalten sollte. Die Zahlenverhältnisse aller Nachkommenschaften liegen innerhalb der Grenze des mittleren Fehlers für eine Plusabweichung des Verhältnisses 3:1. Das abweichende Verhältnis 9:1 in der Deszendenz 5—11 ist also nicht auf dihybride Spaltung zweier gleichsinniger Faktoren für Rotnervigkeit zurückzuführen, sondern ist nur eine extrem modifizierte monohybride Spaltung. Die Ursache der Verschiebung des Zahlenverhältnisses zu Gunsten der Rotnervigen ist wahrscheinlich folgende. In sämtlichen Kulturen 1911 keimten die Samen sehr schlecht, was ich, da ich später recht gute Keimung erhalten habe, darauf zurückführe, dass die Bewässerung der Keimschüsselfen, die nicht von mir selbst ausgeführt wurde, oft mangelhaft war. Es ist deshalb möglich, dass die Samen der Rotnervigen, die nach einigen in der Samenkontrolle Weibullsholms ausgeführten Versuchen schneller als die Samen der Weissnervigen zu keimen scheinen, in dem Topfe, wo 5—11 ausgesät worden war, bei einer mangelhaften Bewässerung und daraus folgender Dürre der oberen Erdschicht so weit gekeimt gewesen sind, dass ihre Keimwurzeln schon wasserreichere untere Schichten erreicht haben, während die Samen der Weissnervigen eben ausgekeimt sind und deshalb vertrocknet sind.

In den Deszendenzen aus V—1911 (Nr. 58—72, Tab. I) finden wir auch einige von einer monohybriden Spaltung stark abweichende Zahlenverhältnisse (Nr. 61, 62, 64, 65), obgleich hier die P-Deszendenz monohybrid gespalten hat. Die Erklä-



rung der Abweichung für Nr. 61, 62 und 65 habe ich schon oben (S. 8) gegeben. Gerade diese Deszendenzen wurden nämlich so spät ausgesetzt, dass die Pflanzen zweijährig wurden. Die weissnervigen Individuen sind offenbar weniger winterfest als die rotnervigen und sind deshalb in grösserem Prozentsatz als diese ausgewintert. Die aus Nr. 61 und 65 aufgezogenen Deszendenzen (Nr. 67—72) zeigen auch kein Defizit an Rezessiven. Nr. 64 wurde indessen einjährig angebaut, zeigt jedoch eine sehr grosse Abweichung. Auch diese ist sehr wahrscheinlich auf ungewollte Selektion zurückzuführen. Der Samen dieser Deszendenz wurde in Lund ausgesät, wo ich auch beabsichtigt hatte, die Pflanzen auszusetzen. Da es aber in meinen kleinen Zuchtgarten dort an Platz fehlte, transportierte ich den Topf nach Weibullsholm, wo er stehen blieb, bis die Pflanzen zu grossen Rosetten herangewachsen waren. Dass die am schnellsten keimenden Rotnervigen unter diesen Umständen die später entwickelten Weissnervigen verdrängt haben, ist ja jedenfalls ein nahegelegender Schluss.

#### Durch genotypische Komplikationen bedingte Abweichungen der monohybriden Spaltung.

In der Tabelle I B treffen wir in einer Deszendenz der Kreuzung *rubrisepala* × *Lamarckiana* (Nr. 95) ein von einer monohybriden Spaltung sehr abweichendes Zahlenverhältnis. Die Spaltungszahl ist hier 142:15, während man auf das Verhältnis 3:1 berechnet die Spaltung  $117,75:39,25 \pm 5,43$  erwarten sollte. Die Abweichung ist also mehr als viermal grösser als der mittlere Fehler. Das Zahlenverhältnis nähert sich mehr einer dihybriden polymeren Spaltung. Die Abweichung kann nicht auf eine zu geringe Individuenzahl zurückgeführt werden und über abweichende Kulturbedingungen habe ich nichts notiert. Sie sind gewiss dieselben gewesen wie die der Schwesterdeszendenz Nr. 96, die monohybrid spaltet (265:91; erwartet 267:89).

Die betreffende Deszendenz stammte wie erwähnt aus einer Kreuzung. Diese ist glücklicherweise so ausgeführt, dass sie eine weitere Diskussion des Zahlenverhältnisses zulässt. Die Mutterpflanze war eine weissnervige *rubrisepala*, die Vaterpflanze eine heterozygot rotnervige *Lamarckiana*, weshalb die Kreuzung gleichzeitig eine Analyse der Gametenbildung der Vaterpflanze ist.  $F_1$  zeigte die Spaltung 40 Rotnervige:36 Weissnervigen, was ja gut mit dem monohybriden Verhältnis 1:1 übereinstimmt. Die Vaterpflanze der Kreuzung gehörte der Deszendenz 5—11 an, die anfangs als zweifaktoriell verdächtig war, in ihren sämtlichen Deszendenzten aber monohybrid gespaltet hat (vgl. S. 19). Die Nachkommenschaft der Vaterpflanze habe ich auch aufgezogen; man findet sie unter Nr. 6 der Tabelle I. Die Spaltungszahl 20:4 liegt innerhalb der Grenze des mittleren Fehlers einer monohybriden Spaltung (erwartet  $18:6 \pm 2,12$ ). Sowohl die Gamolyse der Vaterpflanze als ihre Nachkommenschaft zeigt, dass sie eine monohybride Heterozygote in bezug auf die Rotnervigkeit gewesen ist.

Da trotz dessen in der  $F_2$ -Deszendenz Nr. 95 eine anscheinend dihybride Spaltung stattfindet, wäre es natürlich wichtig, die Nachkommenschaft mehrerer Pflanzen dieser Deszendenz zu verfolgen, um die hybridologische Auflösung der Spaltung klarzulegen. Erst anfangs September wurde indessen die Untersuchung der Spaltung von Nr. 95 vorgenommen. Um zu versuchen, trotz der späten Jahreszeit reife Samen zu erhalten, selbstete ich einige Blüten der Hauptinfloreszenz mehrerer Pflanzen, schnitt alle die unten sitzenden, schon ausgebildeten Früchte und alle Infloreszenzen der Nebentengel und Seitenzweige der Pflanzen weg, um die Nahrungszufuhr der zurückgelassenen Blüten zu steigern und die Reife zu beschleunigen. Schon anfangs October setzten aber Nachtfröste ein, die den noch nicht reifen Samen zerstörten. Nur eine einzige Pflanze lieferte einige keimfähige Samen. Die Nachkommenschaft dieser Pflanze (Nr. 97) spaltete in 21 Rotnervige : 5 Weissnervigen, welches Verhältnis monohybrid ist (erwartet  $19,5 : 6,5 \pm 2,21$ ).

Noch eine rotnervige Pflanze von Nr. 95 (Feldnummer  $^{24}/_{32}$ —13) habe ich untersucht, indem ich ihre Gametenbildung durch Kreuzung analysiert habe. Mit ihrem Pollen wurde nämlich eine rotnervige und eine weissnervige Pflanze befruchtet, also die Kreuzungen  $R \times R$  und  $r \times R$  ausgeführt. Jene Kreuzung (Nr. 114) ergab die Spaltung 25 : 7, was man ja als einen Ausdruck des Verhältnisses 3 : 1 deuten könnte, dieser (Nr. 154) 49 : 23, also die unerwartete Spaltung 2 : 1 statt 1 : 1. Vielleicht liegt aber hier die Erklärung der Unregelmässigkeiten der Deszendenz Nr. 95.

Nehmen wir nämlich an, dass die Gametenbildung der Mutterpflanze der Nr. 95 auf dieselbe Weise stattfand wie sie bei  $^{24}/_{32}$  vorzugehen scheint, nämlich dass doppelt so viel R-Gameten als r-Gameten gebildet werden, so erhalten wir folgendes Schema bei Selbstbefruchtung.

	R	R	r
R	RR	RR	Rr
R	RR	RR	Rr
r	Rr	Rr	rr

Wir müssen also die Spaltung 8 : 1 erhalten. Mit diesem Zahlenverhältnis stimmt die gefundene Spaltung für Nr. 95, die 142 : 15 war, sehr gut überein. Die theoretisch berechnete Zahl ist nämlich 139,56 : 17,44.

Aber stimmt das Resultat der anderen erwähnten Kreuzung, wo dieselbe Pflanze,  $^{34}/_{32}$ —13, Pollenpflanze war, mit der hier gegebenen Erklärung überein? Sowohl die Mutter- als die Vaterpflanze waren hier rotnervig. Die Mutterpflanze war die später zu erwähnende Kombinate *pallida*. Sie lieferte in der Nachkommenschaft nur 4 Pflanzen (Nr. 112 der Tab. I), und diese spalteten im Verhältnis 3 : 1. Nehmen wir also an, dass diese Pflanze wie normal die Gametenbildung 1 : 1 hat, so erhalten wir, wenn wir sie mit  $^{34}/_{32}$  kreuzen, die ihre Gameten im Verhältnis 2 : 1 bildet, folgendes Kombinationsschema.

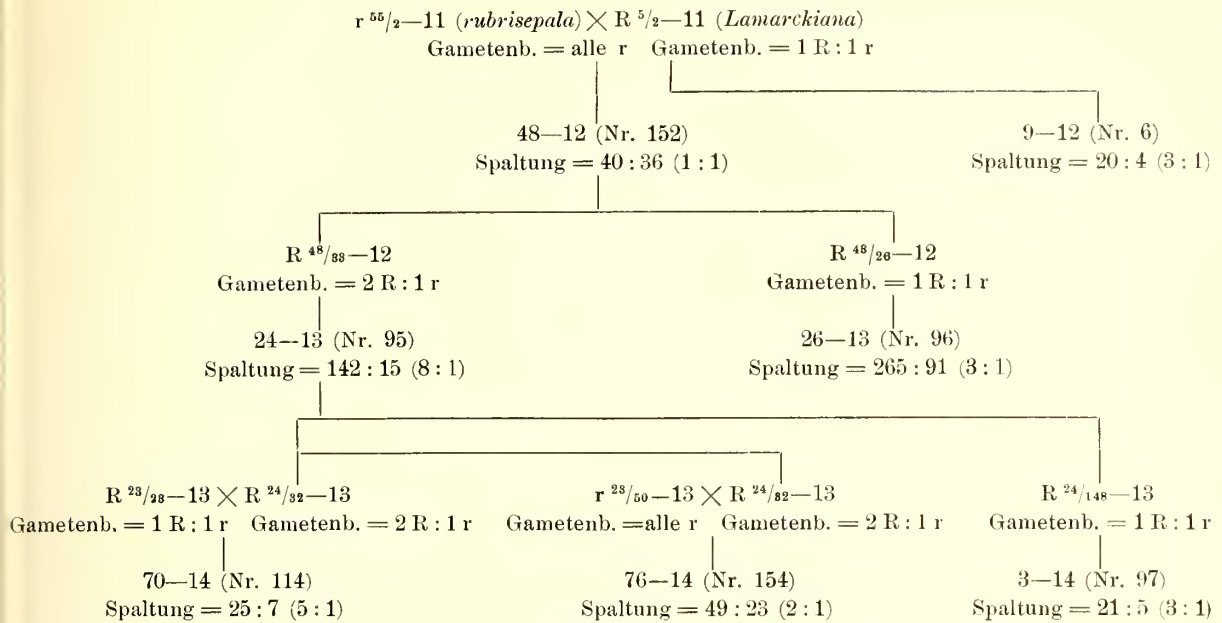
		♂ Gametenbildung 2:1					
		R	R	R	R	r	r
♀ Gametenbildung 1:1	R	RR	RR	RR	RR	Rr	Rr
	R	RR	RR	RR	RR	Rr	Rr
	R	RR	RR	RR	RR	Rr	Rr
	r	Rr	Rr	Rr	Rr	rr	rr
	r	Rr	Rr	Rr	Rr	rr	rr
	r	Rr	Rr	Rr	Rr	rr	rr

Von 36 Kombinationen müssen also 30 rotnervig, 6 weissnervig sein. Man hat also die Spaltung 5:1 zu erwarten. Gefunden wurde 25:7. Die theoretisch berechnete Zahl ist  $26,67 : 5,33 \pm 2,11$ . Die Übereinstimmung ist also genügend.

Durch die hier gegebene Erklärung wird also teils das merkwürdig abweichende Zahlenverhältnis der Nr. 95 verständlich gemacht, teils auch das ebenfalls abweichende Verhalten der Kreuzungen einer Pflanze dieser Deszendenz. Das von der Spaltung 3:1 stark differierende Zahlenverhältnis der Nr. 95 ist also jedoch monohybrid, obgleich es eher eine dihybride polymere Spaltung vortäuscht. Die Ursache der Abweichung ist nicht in einer Faktorenkomplikation sondern in einer Reduplikationserscheinung bei der Gametenbildung zu suchen.

Es ist dann hier ein Fall konstatiert, wo die Gameten nicht in gleicher Zahl gebildet werden. Das ist ja aber eigentlich nichts neues, denn man hat ja schon eine Reduplikation bezüglich gewisser Genekombinationen in vielen Fällen bei den Koppelungs- und Abstossungs-Erscheinungen konstatiert. Dass auch eine Reduplikation in bezug auf ein einziges Gen gegenüber seinem Abwesenheitskomplex stattfinden kann, ist ja nur eine Vereinfachung derselben Erscheinung. Ebenso wenig wie die Reduplikation gewisser Genekombinationen gegen die MENDELSche Kombinationsregel spricht, sondern nur eine Komplikation derselben bezeichnet, ebenso wenig ist die hier angenommene Reduplikation des positiven Allelomorps eine Erscheinung, die mit der Spaltungs- und Rekombinationsregel unvereinbar ist. Diese Erscheinung formt nur die »gewöhnlichen« Zahlenverhältnisse um. Bei einer Reduplikation 2:1 wird die »einfache und regelrechte« monohybride Spaltung 8:1 statt 3:1 und die monohybride Rückkreuzung 2:1 statt 1:1.

Es ist noch die Frage zu beantworten, ob die Nachkommen einer Pflanze, die Reduplikation gezeigt hat, dieselbe Erscheinung regelmässig wiederholen. Zwecks besserer Übersicht stelle ich zunächst die obigen Resultate im Stammbaum vor.



Aus den Nachkommen der ursprünglichen Kreuzung mit  $^{5/2}-11$ , die ihre Gameten im Verhältnis 1 R : 1 r bildet, sind zwei Pflanzen untersucht. Die eine,  $^{48/33}-12$ , zeigt Reduplikation, die andere,  $^{48/26}-12$ , nicht. Aus den Nachkommen von  $^{48/33}$  sind zwei Pflanzen analysiert. Die eine,  $^{24/32}$ , zeigt Reduplikation, die andere,  $^{24/148}$ , nicht. Die Reduplikationserscheinung tritt also nicht bei allen Nachkommen einer Pflanze mit abweichender Gametenbildung auf, sondern einige wiederholen sie, andere gehen zur normalen Gametenbildung zurück. Um auch das Verhältnis zwischen normal und redupliziert spaltenden Nachkommenschaften zu ermitteln — welche Feststellung natürlich sehr wichtig wäre — ist indessen die Anzahl der untersuchten Pflanzen aus den oben angeführten Gründen noch gar zu gering.

Man fragt sich natürlich, was die Ursache der abweichenden Gametenbildung ist. Die Pflanze, die die Abweichung zunächst zeigte, gehörte einer Kreuzung Kombinante  $\times$  *Lamarckiana*. Man könnte ja die Vermutung aufwerfen, dass die Reduplikation ein Ausdruck einer Störung des Faktors für Rotnervigkeit durch anderen Eigenschaften sei. Die Kreuzungen Kombinante  $\times$  *Lamarckiana* zeigen aber gewöhnlich nicht diese Erscheinung, wie aus Tabelle I B und Tabelle II hervorgeht. Es lohnt sich augenblicklich sehr wenig, diese Frage zu diskutieren. Erst durch eine Gamolyse in grösserer Umfassung von einer Nachkommenschaft, wo die Erscheinung konstatiert ist, ist es möglich, der Frage näher zu treten.

Auch eine ganz andere Erklärung der Gametenproportion 2 : 1 ist möglich, sie scheint mir aber nicht so plausibel als die schon gegebene. Die Gameten konnten in gleichem Verhältnis gebildet werden, aber eine verschiedene Lebensfähigkeit haben, so dass in dem betreffenden Falle die r-Gameten zur Hälfte, oder in doppelt so grossem Prozentsatz als die R-Gameten abstarben. Eine derartige Annahme



einer Gameteneliminierung hat DE VRIES gemacht, um zu erklären, warum die ♂- und ♀-Gameten, bei *O. biennis* z. B., verschiedene Eigenschaften besitzen, was aus den Kreuzungen dieser Art mit anderen *Oenothera*-Arten hervorgeht. *O. biennis* hat nämlich in ihren ♂-Gameten die »*biennis*-Eigenschaft», in ihren ♀-Gameten aber eine ganz andere Eigenschaft, die »*conica*-Eigenschaft». DE VRIES erklärt diese Erscheinung so, dass alle ♀-Gameten, die die »*biennis*-Eigenschaft» erhalten haben, nicht lebensfähig sind ebenso wie alle ♂-Gameten, die die »*conica*-Eigenschaft» enthalten. Die Eigenschaften sind also hier geschlechtsbegrenzt, weshalb diese Eliminierung nicht mit dem Verhalten bei der abweichenden Gametenbildung bezüglich der Rotnervigkeit verglichen werden kann. Denn hier sind die R-Gameten sowohl ♂ als ♀ und ebenso die r-Gameten. Wenn also eine Eliminierung die Ursache des Defizits an Rezessiven ist, so ist jene nicht geschlechtsbegrenzt. Das einfach verdoppelte Verhältnis, in dem die R-Gameten auftreten, scheint mir aber eher für eine Reduplikation als für eine Eliminierung zu sprechen.

#### 4. Analyse der Gametenbildung durch Rückkreuzungen.

Eine Gamolyse in bezug auf den Faktor für Rotnervigkeit habe ich durch mehrere Rückkreuzungen der Verbindungen  $Rr \times rr$  und  $rr \times Rr$  vorgenommen. Die Resultate sind in Tabelle II zusammengestellt.

TABELLE II.  
Rückkreuzungen.

Nr. in der Tabelle	Feldnummer der $P_1$	Nervenfarbe der $P_1$	Feldnummer der Deszen- denz	An- zahl der Ind.	R	r	Verhält- nis R:r
<i>O. Lamarckiana.</i>							
150	$\frac{2}{A}-11 \times A-13$	$r \times R$	7-14	111	76	35	2,2:1
151	$\frac{20}{48}-12 \times \frac{19}{8}-12$	$R \times r$	30-13	125	67	58	1,2:1
<i>Rubrisepala \times Lamarckiana.</i>							
152	$\frac{55}{2}-11 \times \frac{5}{2}-11$	$r \times R$	48-12	76	40	36	1,1:1
153	$\frac{28}{50}-13 \times \frac{12}{50}-13$	$r \times R$	75-14	95	58	37	1,6:1
154	$\frac{23}{50}-13 \times \frac{24}{32}-13$	$r \times R$	76-14	72	49	23	2,1:1
155	$\frac{28}{22}-13 \times \frac{11}{40}-13$	$R \times r$	83-14	18	9	9	1:1
156	$\frac{26}{22}-13 \times \frac{25}{40}-13$	$R \times r$	84-14	86	46	40	1,2:1
<i>Rubrisepala \times rubricalyx.</i>							
157	$\frac{26}{22}-13 \times \frac{52}{1}-13$	$R \times r$	79-14	46	20	26	0,8:1
<i>Rubrisepala \times dependens.</i>							
158	$\frac{26}{22}-13 \times \frac{21}{9}-13$	$R \times r$	80-14	113	53	60	0,9:1

Nr. in der Tabelle	Feldnummer der $P_1$	Nervenfärbung der $P_1$	Feldnummer der Deszen- denz	An- zahl der Ind.	R	r	Verhält- nis R : r
<i>Rubrisepala</i> $\times$ <i>pallida</i> .							
159	$23/50-13 \times 23/23-13$	$r \times R$	74-14	173	98	75	1,3 : 1
<i>Pallida</i> $\times$ <i>rubrisepala</i> .							
160	$23/28-13 \times 23/50-13$	$R \times r$	69-14	4	2	2	1 : 1
<i>Pallida</i> $\times$ <i>rubricalyx</i> .							
161	$23/28-13 \times 52/1-13$	$R \times r$	68-14	29	15	14	1,1 : 1
<i>Lata</i> $\times$ <i>Lamarckiana</i> .							
162	$3/5-11 \times 5/1-11$	$r \times R$	6-12	1	0	1	0 : 1
<i>Lamarckiana</i> $\times$ <i>undulata</i> .							
163	$12II/2-11 \times 12II/3-11$	$r \times R$	12-13	244	137	107	1,3 : 1
164	$12/74-13 \times 12/50-13$	$r \times R$	93-14	34	11	23	0,5 : 1

Zunächst ist darauf hinzuweisen, dass die meisten Rückkreuzungen zwischen Kombinanten oder zwischen Kombinate und *Lamarckiana* ausgeführt sind. Der Faktor für Rotnervigkeit zeigt aber keine andersgeartete Spaltung bei den Kombinantanten als bei *O. Lamarckiana*, wie auch die Kombinantantenkreuzungen des Typus  $R \times R$  der Tabelle I B zeigen (vgl. auch S. 28).

Ein Überblick der Tabelle II zeigt, dass die Zahlenverhältnisse sich fast alle der monohybriden Spaltung 1 : 1 nähern. Nur zwei grössere Abweichungen kommen vor. Die eine ist Nr. 154, die ich schon oben diskutiert habe (S. 21). Sie ist bei einer Summierung der Spaltungszahlen auszuschliessen, weil wir hier mit Reduplikation zu tun haben. Das andere abweichende Zahlenverhältnis ist bei Nr. 150 zu finden. Die Rotnervigen treten in doppelt so grosser Anzahl als die Weissnervigen auf; es scheint also, als ob bei der rotnerigen Vaterpflanze doppelt so viel R- als r-Gameten gebildet worden sind. Nun habe ich aber auch die Nachkommenschaft dieser Pflanze aufgezogen. Man findet sie unter Nr. 77, Tab. I. Die Spaltung, die bei Annahme einer Reduplikation  $2 R : 1 r$  8 Rotnervige : 1 Weissnervigen sein musste, ist aber 122 : 67, folglich 1,8 : 1; also ist das Verhältnis sogar niedriger als das bei einer normalen monohybriden Spaltung erwartete Verhältnis 3 : 1, ja, sogar niedriger als das bei Rückkreuzung gefundene. Es scheint ja ganz paradoxal, dass die Verbindung  $rr \times Rr$  mehr rotnerlige Pflanzen gibt als die Verbindung  $Rr \times Rr$ . Offenbar liegt hier eine neue Komplikation vor, denn die Nachkommenschaften sind so gross, dass von einer zufälligen Modifizierung der Verhältnisse 3 : 1 und 1 : 1 kaum die Rede sein kann. Die Abweichung ist in allen beiden Fällen ungefähr viermal grösser als der mittlere Fehler, liegt aber nicht nach

derselben Richtung, den in dem einen Fall tritt ein Defizit an Rezessiven, im anderen an Dominanten auf. Da ja die Kreuzung  $rr \times Rr$  eine Gamolyse der rot-nervigen Vaterpflanze ist, die geselbstete Nachkommenschaft dieser Pflanze aber nicht die Spaltung zeigt, die aus der konstatierten Gametenbildung zu erwarten ist, muss wohl eine zygotische Komplikation angenommen werden, die der Reduplikation entgegengesetzt wirkt.

Von den beiden erwähnten Fällen abgesehen, nähert sich die Spaltung bei den Rückkreuzungen dem Verhältnis 1:1, jedoch mit einem geringen Defizit an Rezessiven. Das Gesamtverhältnis aller Nachkommenschaften ist 556 Rotnervige: 488 Weissnervigen, also 1,14:1. Theoretisch erwartet ist nach dem Spaltungsschema 1:1 522:522  $\pm$  16,16. Die Differenz zwischen erwartet und gefunden ist also ungefähr doppelt so gross als der mittlere Fehler, die Übereinstimmung also ziemlich gut. Die Gametenbildung ist deshalb die normale, wo die Gameten in der gleichen Anzahl gebildet werden, jedenfalls kommt sie dieser Verteilung nahe.

Das geringe Defizit an Rezessiven lässt sich vielleicht am nächsten so erklären, dass die r-Gameten eine etwas geringere Lebensfähigkeit als die R-Gameten haben, ebenso wie die rr-Zygoten eine geringere Vitalität als die Rr-Zygoten haben (vgl. S. 8). Die Betrachtung der reziproken Rückkreuzungen macht es aber wahrscheinlicher, dass wir es nicht mit einem Defizit an Rezessiven, sondern mit einem Überschuss an Dominanten zu tun haben. Ein Vergleich der Zahlenverhältnisse der Kreuzungen vom Typus  $Rr \times rr$  und  $rr \times Rr$  macht eine solche Annahme sehr wahrscheinlich. Die Kreuzungen der Verbindung  $Rr \times rr$  geben fast genau das Verhältnis 1:1 (212:209), während auf den Kreuzungen des Typus  $rr \times Rr$  der ganze Überschuss von Dominanten fällt (344:279 = 1,2:1).

Diese Verschiedenheit der reziproken Kreuzungen scheint mir auf Störungen bei dem Befruchtungsverlauf, und zwar in einer verschiedenen Zuwachsgeschwindigkeit der Pollenschläuche zurückführbar zu sein. Gesetzt dass die R-Pollenschläuche schneller wachsen als die r-Pollenschläuche, so müssen bei einer Kreuzung  $rr \times Rr$  mehrere Eizellen von den R-Gameten als von den r-Gameten befruchtet werden, und folglich erhält man einen Überschuss von rot-nervigen Pflanzen in der Nachkommenschaft. Bei der reziproken Kreuzung, also  $Rr \times rr$ , erhält man aber keine dergleiche Komplikation, denn hier haben wir es nur mit r-Pollenschläuchen zu tun, weshalb die Befruchtung der Eizellen nicht von einer Konkurrenz der Pollenschläuche abhängig ist. Die Annahme kann experimentell durch eine Methode geprüft werden, die ich unten bei der Besprechung der Frage der Apogamie bei *Oenothera* erwähnen werde. Was die Annahme sehr wahrscheinlich macht ist, dass ich schon experimentell konstatiert habe, dass die *gigas*-Pollenschläuche im Griffel der *O. Lamarckiana* langsamer wachsen als die eigenen Pollenschläuche der Pflanze (79, S. 22 und 25). Die *gigas*-Zygote wächst auch bedeutend langsamer als die *Lamarckiana*-Zygote. Es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, dass die r-Gameten der *O. Lamarckiana* langsamer wachsen als die R-Gameten, weil tatsächlich die rr-Zygoten sich langsamer als die Rr-Zygoten entwickeln.



Die Feststellung der Gametenbildung in bezug auf die Differenz der Nervenfärbung ist natürlich von grösster Bedeutung, denn solange diese nicht klargelegt ist, ist es nicht möglich, bei den Spaltungen nach Selbstbestäubung oder Kreuzung gleichartiger Heterozygoten in bezug auf eventuelle Komplikationen zu entscheiden, ob diese auf Unregelmässigkeiten bei der Gameten- oder Zygotenbildung zurückzuführen sind.

### 5. Das Verhalten des Faktors für Rotnervigkeit bei der Spaltung und bei der Zygotenbildung.

Bei der Durchmusterung der Nachkommenschaften der rotnervigen Pflanzen der Tabelle I, fällt es sofort in die Augen, dass alle angeführten Nachkommenschaften eine Spaltung zeigen. Tatsächlich habe ich keine einzige rotnervige Pflanze gefunden, die konstant gewesen ist. Schon 1911 spalteten sich alle die 6 aufgezogenen Nachkommenschaften rotnerviger Pflanzen, was ich indessen da als rein zufällig betrachtete (*Oenothera* 1912, S. 101, Fussnote). 1912 hatte ich in meinen Kulturen 17 Nachkommenschaften rotnerviger Pflanzen, die ebenfalls alle Spaltung zeigten. Schon aus diesen Versuchen schien es hervorzugehen, dass rotnervige Homozygoten nicht gebildet werden konnten. In einem in schwedischer Sprache geschriebenen Aufsatz 1913 (81) vertrat ich auch diese Ansicht und zeigte auf die Konsequenzen dieser Entdeckung für das Problem der Mutation hin, auf die ich unten zurückkommen werde. Die Kulturen 1913 und 1914 bestätigten durchaus diese Annahme. Augenblicklich habe ich 69 rotnervige Deszendenz aufgezogen. Alle ohne Ausnahme haben Spaltung gezeigt. Bei dieser grossen Anzahl von untersuchten Nachkommenschaften ist es ja ganz offenbar, dass die Vermutung, dass die rotnervigen Homozygoten zufällig nicht angetroffen worden sind, ausserhalb aller Grenzen der Wahrscheinlichkeit liegt. Denn die Spaltung ist monohybrid, weshalb man von drei Individuen ein konstantes, von 69 Pflanzen also 46 spaltende und 23 konstante erwarten sollte. Gefunden sind aber 69:0.

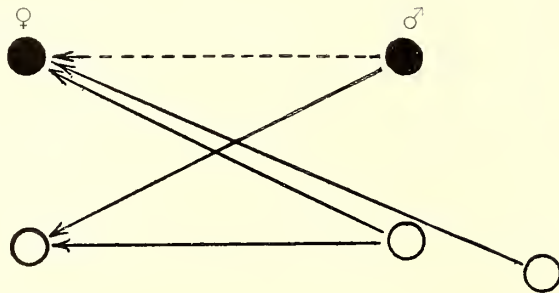
Die experimentellen Versuche zeigen also klar, dass von den Kombinationen RR, Rr, rR und rr die Kombination RR nicht realisierbar ist. Da die Sache so liegt, ist es ja auch zu erwarten, dass die Spaltungszahlen so verändert werden sollten, dass man das Verhältnis 2:1 statt 3:1 in der Nachkommenschaft einer rotnervigen Pflanze erhalten würde. Die gefundenen Zahlen entsprechen aber dieser Erwartung nicht, wie aus der Tabelle I ersichtlich ist. Sie schwanken zum grössten Teil zwischen 2:1 und 3:1, nähern sich aber mehr dem letzteren als dem ersteren Verhältnis. Werden alle rotnervigen Nachkommenschaften der Tabelle I A (*Lamarckiana*-Deszendenz), mit Ausschluss jedoch von denen, die oben als abweichend zufolge selektiver Wirkung extremer äusserer Faktoren oder Reduplikation beschrieben sind (sie sind in der Tabelle fett gedruckt) summiert, so erhalten wir die Spaltung 3310 Rotnervige:856 Weissnervigen, also das Verhältnis 2,70:1. Die Summierung der rotnervigen Nachkommenschaften der Tabelle I B (Deszendenz

der Kombinanten oder Kombinantenkreuzungen) ergibt die Spaltung 657 Rotnervige : 250 Weissnervigen, also das Verhältnis 2,63 : 1. Der Faktor für Rotnervigkeit verhält sich folglich bei den Kombinanten nicht anders als bei *O. Lamarckiana*. Die *summa summarum* der Spaltung aller rotnervigen Nachkommenschaften ist 2967 : 1106, das Spaltungsverhältnis also 2,68 : 1 statt des erwarteten 2 : 1. Das theoretisch berechnete Verhältnis für die Spaltung 2 : 1 ist  $2715,33 : 1357,67 \pm 30,12$ . Die Abweichung ist deshalb mehr als acht mal so gross als der mittlere Fehler.

Da man indessen, wie die experimentellen Versuche unwidersprechlich zeigen, keine Homozygoten unter den Rotnervigen hat, muss jedoch die Spaltung 2,68 : 1 eine Modifizierung des Zahlenverhältnisses 2 : 1 sein. Was ist die Ursache dieser scheinbar widersprechenden Tatsachen?

Durch eine Annahme einer geringen Reduplikation der R-Gameten oder anderseits einer Eliminierung der r-Gameten wären ja die Zahlenverhältnisse verständlich.<sup>1</sup> Die schon diskutierten Rückkreuzungen rechtfertigen aber derartige Erklärungsversuche nicht.

Es gibt indessen eine andere ebenso einfache wie scharfsinnige Erklärungsmöglichkeit, auf die WILSON hingewiesen hat (152, S. 30), um eine ähnliche Erscheinung bei gelben Mäusen verständlich zu machen. Aus dem Grunde, dass man keine homozygoten Dominanten erhält, braucht man nicht das Verhältnis 2 : 1 erwarten. Es ist ja möglich, dass die R-Eizellen gar nicht von den R-Pollenzellen befruchtet werden, weil schon die Verschmelzung der Sexualkerne oder vielleicht sogar das Eintreten des Pollenschlauches in das Ei aus physiologischen Gründen unmöglich ist. Die RR-Zygoten werden also nicht gebildet. Statt dessen wird aber auch die Hälfte der R-Eizellen, die von den R-Pollenzellen befruchtet werden sollten, falls eine Vereinigung möglich wäre, von den r-Pollenzellen, die immer im Überschuss sind, befruchtet. Die Kombinierung der Gameten findet also folgendermassen statt (die Gameten der Rotnervigen sind dunkel gezeichnet, die der Weissnervigen sind weiss):



Die R-Eizellen werden also befruchtet, aber alle von r-Pollenzellen. Von den r-Eizellen wird wie gewöhnlich die eine Hälfte von R-, die an-

<sup>1</sup> In einer kurzen, vorläufigen Mitteilung 1915 (82) habe ich die erstere Möglichkeit angenommen. Ich hatte indessen damals noch nicht das Material der Rückkreuzungen bearbeitet.

dere von r-Pollenzellen befruchtet. Wir erhalten also folgende Kombinationen: Rr, Rr, rR und rr, das ist das Zahlenverhältnis 3:1.

Durch diese Annahme ist es ganz erklärlich, dass man trotz ausgebliebener Homozygotenbildung ein Zahlenverhältnis, das grösser als 2:1 ist, erhalten kann. Das gefundene Verhältnis war ja 2,68:1, also kleiner als das erwartete 3:1, falls man eine regelmässige Befruchtung aller R-Eizellen durch r-Pollenzellen, wie im idealen Schema oben demonstriert wurde, annimmt. Nun ist es aber nicht sicher, dass die r-Pollenzellen in allen Fällen die R-Pollenzellen verdrängen können. Es ist ja möglich, dass ein R-Pollenschlauch durch die Mikropyle eindringt und deshalb, obgleich er keine Befruchtung ausführen kann, jedoch den Weg für die r-Pollenschläuche versperrt, also dazu beiträgt, ein Defizit an Rotnervigen zu bilden. — Es ist ja auch nicht ausgeschlossen, dass die RR-Zygoten in einem kleinen Prozentsatz wirklich gebildet werden können und dann schon als Zygoten oder ganz junge Embryonen absterben, wie ich früher für die ganze RR-Klasse annahm (81, S. 9, 1913), als mein experimentelles Material noch ziemlich gering war und einige Deszendenzen ziemlich gute Spaltung 2:1 zeigten. RENNER hat auch neulich geziegt (114) dass wir bei *O. Lamarckiana* tatsächlich Embryonen finden, die früh ihre Entwicklung einstellen und nicht keimfähige Samen geben, obgleich sie nach dem äusseren Aussehen zu beurteilen normal sind. Sie können ja aber von einer Eliminierung der Homozygoten anderer Eigenschaften herrühren. Eine solche nimmt auch RENNER in bezug auf sowohl die positiven als die negativen Homozygoten der *leta*-Eigenschaft an, was sehr plausibel scheint, weil da die scheinbare Konstanz der *O. Lamarckiana*, indem sie bei Selbstbestäubung niemals *leta* und *velutina* abspaltet, erklärt wird. Denn von den Kombinationen Ll (*Lamarckiana*), LL (*leta*) und ll (*velutina*) ist nur die Kombination Ll entwicklungsfähig. Werden indessen die positiven Homozygoten der Rotnervigkeit wirklich gebildet, so kann aber dies nicht, wie oben erörtert, regelmässig geschehen, sondern nur in einem kleinen Prozentsatz. Welche der beiden Ursachen: Partielle Bildung der RR-Zygoten, die dann absterben, oder partielle Hinderung der Bildung von Rr-Zygoten durch die R-Pollenschläuche, den grössten Anteil an dem Defizit an Rotnervigen hat, da man die Spaltung 2,68:1 statt 3:1 erhält, ist kaum zu entscheiden. Vielleicht könnten zytologische Versuche hier weitere Aufklärung bringen.

Die Ursache des Zahlenverhältnisses 2,68:1 statt 2:1, das am nächsten zu erwarten war, weil keine RR-Pflanzen gebildet werden, ist also kurz zusammengefasst diese, dass die Hälfte der R-Eizellen, die normal von R-Pollenzellen befruchtet werden sollte, zufolge einer Erschwerung der Vereinigung zweier R-Gameten oder vielleicht völliges Ausbleiben der Kopulation, die nur höchstens bis zu dem Eindringen des Pollenschlauches in die Mikropyle fortschreitet, zum grössten Teil von r-Pollenschläuchen befruchtet wird.

Die Ursache der Komplikation des monohybriden Verhältnisses in bezug auf die Rotnervigkeit ist also weder eine Gameteneliminierung noch eine Zygoten-



eliminierung (wenigstens zum allergrössten Teil), sondern liegt an einer Hinderung des Zusammentretens zweier positiver Gameten, wahrscheinlich aus physiologischen Gründen. Es scheint mir deshalb notwendig, für diesen Prozess einen anderen Terminus als »Eliminierung« zu verwenden. Ich schlage deshalb den Terminus Prohibition vor, der ja gerade hervorhebt, dass eine Hinderung einer erwarteten Gametenverbindung die Ursache einer abweichenden Spaltungszahl ist. Man könnte ja auch sagen, dass eine »Repulsion« zwischen den R-Gameten stattfindet. Da aber in diesem Wort schon eine andere Bedeutung, nämlich die einer Reduplikation, untergeschoben worden ist, muss es vermieden werden.

Es erübrigt noch das Verhalten der abgespalteten Rezessiven zu erwähnen. Im ganzen habe ich 94 weissnervige Deszendenzen, zusammen 7877 Individuen umfassend, aufgezogen. 91 dieser Deszendenzen mit der Individuenzahl 7294 haben nur weissnervige Pflanzen ergeben, haben sich also als völlig konstant erwiesen. In drei Nachkommenschaften mit zusammen 587 Individuen sind 4 rotnervige Pflanzen aufgetreten (Nr. 48, 75 und 103 der Tabelle I). Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass diese Rotnervigen auf die oben (S. 5) näher diskutierten Versuchsfehler zurückzuführen sind. Sehen wir doch, dass alle Deszendenten einer weissnervigen Pflanze aus 5—11, die durch drei Generationen in mehreren Nachkommenschaften (Nr. 17—40, Tab. I) und in einer sehr grossen Individuenzahl (2475) verfolgt worden sind, sich als völlig konstant erwiesen haben. Dass also die abgespalteten Rezessiven konstant sind ist gewiss nicht zu bezweifeln.

## 6. Das Verhalten der Eigenschaft der Rotnervigkeit bei der Riesenkombinante des *gigantea*-Typus.

Die Spaltung der Rotnervigkeit bei *O. Lamarckiana* ist also eine monohybride Mendelspaltung. Mehrere Komplikationen kommen vor, die das Zahlenverhältnis verschieben, sie werden aber alle durch Abweichungen bei der Gametenbildung (Reduplikation) oder bei der Befruchtung (Prohibition) verursacht, also nicht durch eine komplizierte Genenzusammenwirkung.

Da ich aber in »*Oenothera* 1912« vermutete, dass wir bei einer Riesenkombinante, die ich dann als Komb. 7 bezeichnete, nun den *gigantea*-Typus nenne, mit polymeren Faktoren für Rotnervigkeit zu tun hätten, werde ich die in bezug auf diesen Typus später gefundenen experimentellen Tatsachen auseinandersetzen, um zu prüfen, ob dieser Schluss berechtigt war. Da ich aber während der letzten Jahre meine Experimente hauptsächlich auf *O. Lamarckiana* begrenzt habe, sind sowohl die Anzahl der aufgezogenen Nachkommenschaften als die der Individuen nicht so gross wie wünschenswert wäre, zeigen aber wenigstens einige der Hauptzüge der Vererbung der Rotnervigkeit bei der betreffenden Kombinante.

Zunächst stelle ich die ausgeführten Versuche tabellarisch zusammen.

TABELLE III.

Spaltung der Nervenfarbe bei dem *gigantea*-Typus.

Nr. in der Tabelle	Feldnummer der P <sub>1</sub>	Nervenfarbe der P <sub>1</sub>	Feldnummer der Deszen- denz	An- zahl der Ind.	R	r	Verhält- nis R : r
<i>Gigantea.</i>							
1	—	R	22—11	71	70	1	70 : 1
2	22—11	R	22—12	28	28	—	28 : 0
3	—	R	25—11	41	38	3	12,7 : 1
4	25—11	R	23—12	23	23	—	23 : 0
5	25—11	R	38—13	31	31	—	31 : 0
6	25—11	R	39—13	4	3	1	3 : 1
7	25—11	r	28—12	41	—	41	0 : 1
8	—	R	30—11	39	36	3	12 : 1
9	30—11	R	30—12	12	11	1	11 : 1
10	30—11	R	120—14	13	10	3	3,3 : 1
11	30—12	R	123—14	59	52	7	7,4 : 1
12	—	R	32—11	21	17	4	4,3 : 1
13	32—11	R	31—12	Untersuchung zu spät vorgenommen, um die Nervenfarbe zu ermitteln.			
14	32—11	R	32—12				
				9	7	2	3,5 : 1
15	—	R	35—11	12	12	—	12 : 0
16	35—11	R	37—13	62	60	2	30 : 1
17	—	R	57—11	29	28	1	28 : 1
18	57—11	R	52—12	2	2	—	2 : 0
19	57—11	R	53—12	1	1	—	1 : 0
20	57—11	r	54—12	1	—	1	0 : 1
<i>Gigas</i> × <i>gigantea.</i>							
21	—	r × R	40—11	2	2	—	2 : 0
22	40—11	R	36—12	Untersuchung zu spät vorgenommen, um die Nervenfarbe zu ermitteln.			
23	36—12	R	134—14				
24	36—12	R	135—14	67	48	19	2,5 : 1
25	36—12	R	136—14	60	53	7	7,6 : 1
26	36—12	R	137—14	30	21	9	2,3 : 1
				39	24	15	1,6 : 1
<i>Gigantea</i> × <i>gigas.</i>							
27	—	R × r	24—11	1	—	1	0 : 1
28	24—11	r	133—14	30	—	30	0 : 1

Ein Überblick der Spaltungszahlen zeigt sogleich, dass wir es hier mit einer ganz andersgearteten Spaltung als bei *O. Lamarckiana* zu tun haben. Die Zahlenverhältnisse, die bei dieser grössenteils zwischen 2 : 1 und 3 : 1 schwankten und nur bei einigen kleineren Deszendenzten das extreme Verhältnis 5 : 1 erreichten — einzelne Deszendenzten mit durch Reduplikation oder durch extreme äussere Faktoren veränderten Spaltungszahlen ausgenommen — sind in Tabelle III fast alle sehr hoch, und die Spaltung 3 : 1 kommt nur in einzelnen Fällen vor. Dies alles ist ja

aber bei polymerer Spaltung zu erwarten. Wichtig ist natürlich, dass aus Pflanzen einer Nachkommenschaft, die eine hohe Spaltungszahl gezeigt hat, monohybrid spaltende Deszendenzen erhalten worden sind, denn dies zeigt, dass der polymere Komplex aufgelöst werden kann.

Die Frage liegt auf der Hand, ob die Spaltung auch bei *gigantea* so verläuft wie bei *O. Lamarckiana*, ob also auch hier keine positiven Homozygoten gebildet werden können. Da man bei polymerer Spaltung auch bei einer ziemlich hohen Individuenzahl eine scheinbare Konstanz der Deszendenzen mit höherer Spaltungszahl erhalten kann, da weiter die positiven konstanten Deszendenzen (d. h. die in mindestens einem Faktor, also dem äusseren Aussehen nach konstanten) bei dimerer Spaltung schon die Hälfte ausmachen müssen, bei trimerer noch mehr, so ist es klar, dass man, falls positive Homozygoten gebildet werden könnten, mindestens jede zweite Nachkommenschaft als konstant erwarten sollte. Werden die Nr. 18, 19, 21 und 27 ausgeschaltet, die nicht einmal drei Individuen enthalten, also gar nicht bei einer Beurteilung der Spaltung berücksichtigt werden können, so erhalten wir 15 spaltende : 4 nicht spaltenden Deszendenzen. Alle diese 4 nicht spaltenden Deszendenzen (Nr. 2, 4, 5, 15) sind indessen so klein, dass die Konstanz sehr wohl nur scheinbar sein kann.

Das grosse Übergewicht an spaltenden Nachkommenschaften und die fragliche Natur der konstanten machen die Annahme sehr wahrscheinlich, dass die polymeren Faktoren der Rotnervigkeit sich so verhalten, wie der einzelne Faktor bei *O. Lamarckiana*, folglich nicht im Homozygotenstadium realisierbar sind. Die polymeren Zahlenverhältnisse werden infolge dessen auch verändert. Bei vollkommener Prohibition der positiven Homozygoten wären folgende Zahlenverhältnisse zu erwarten: 2 : 1 statt 3 : 1, 8 : 1 statt 15 : 1, 26 : 1 statt 64 : 1, 80 : 1 statt 256 : 1 u. s. w. Wie aber bei der Diskussion des Verhältnisses 2 : 1 bei *O. Lamarckiana* erwähnt wurde, schwankten bei monohybrider Spaltung die gefundenen Zahlen infolge Komplikationen bei der Befruchtung zwischen 2 : 1 und 3 : 1. Da ja kein Grund vorliegt, den Befruchtungsvorgang bei plurifaktorieller Spaltung einfacher als bei monofaktorieller anzunehmen, sind polymere Zahlenverhältnisse zu erwarten, die zwischen dem idealen und dem am meisten modifizierten Zahlenverhältnis schwanken können, bei dihybrider polymerer Spaltung also zwischen 15 : 1 und 8 : 1, bei trihybrider zwischen 64 : 1 und 26 : 1 u. s. w. Einer Sache ist jedoch zu gedenken. Bei einer monomeren Spaltung bilden die r-Pollenzellen, die die nicht funktionstauglichen R-Pollenzellen ersetzen sollen, die Hälfte der ♂-Gameten, denn die Gameten sind ja nur R und r. Bei dimerer Spaltung ist indessen nur ein Viertel der ♂-Gameten »weiss«, denn diese sind ja vierlei verschiedener Art:  $R_1R_2$ ,  $R_1r_2$ ,  $r_1R_2$  und  $r_1r_2$  und nur die  $r_1r_2$ -Gameten können eine Befruchtung der  $R_1R_2$ -,  $R_1r_2$ - und  $r_1R_2$ -Eizellen ausführen. Bei trimerer Spaltung ist nur ein Achtel der ♂-Gameten »weiss«. Da die erwarteten positiven Eizellen bei trimerer Spaltung 7 sind, die also alle durch rein rezessive ♂-Gameten ersetzt werden müssen, um entwicklungsfähige Heterozygoten zu geben da weiter nur jede achte ♂-Gamete rein rezessiv ist, muss



offenbar die Aussicht auf eine Ersetzung aller positiven Homozygoten durch Heterozygoten bedeutend geringer sein als bei einer monohybriden Spaltung, wo nur eine positive Homozygote zu erwarten ist und wo die Rezessiven die Hälfte der ♂-Gameten bilden. Es ist also zu erwarten, dass sich die Spaltungszahl mehr dem Verhältnis, das bei vollständiger Prohibition ohne Ersetzung der Homozygoten durch Heterozygoten nähern soll, bei dimerer Spaltung also dem Verhältnis 8 : 1, bei trimerer 26 : 1.

Bei einer Betrachtung der gefundenen Spaltungsverhältnisse ist eine Übereinstimmung mit den erwarteten nicht zu verkennen. Als monohybrid spaltend sind dann die Nr. 26, 25, 23, 6, 10, 14 und 12 mit den Spaltungszahlen 1,6 : 1, 2,3 : 1, 2,5 : 1, 3 : 1, 3,3 : 1, 3,5 : 1 und 4,3 : 1 zu betrachten, denn die Zahlen gruppieren sich alle um das zu erwartende Verhältnis 3 : 1—2 : 1. Summiert ergeben diese Spaltungen das Verhältnis 130 : 53, folglich 2,45 : 1. Dies Verhältnis kommt dem bei den *Lamarckiana*-Spaltungen gefundenen monohybriden Verhältnis 2,68 : 1 nahe. — Als dihybriden Spaltungen sind Nr. 11, 24, 9 und 8 mit den Spaltungszahlen 7,4 : 1, 7,6 : 1, 11 : 1 und 12 : 1 zu betrachten. Zusammen ergeben sie das Verhältnis 152 : 18, also 8,44 : 1, was mit dem modifizierten dimeren Verhältnis 15 : 1, das, wie oben auseinandergesetzt, nur etwas grösser als 8 : 1 ausfallen muss, sehr gut übereinstimmt. — Als trihybrid spaltend sind Nr. 17 und 16 mit den Spaltungszahlen 28 : 1 und 30 : 1 zu betrachten. Sie stimmen mit einem auf 26 : 1 modifizierten Verhältnis 64 : 1 gut überein. — Endlich haben wir das Verhältnis 70 : 1 der Nr. 1 zu erörtern. Es ist ja nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob dies eine starke Plusabweichung des Verhältnisses 64 : 1 oder ein nach 80 : 1 modifiziertes Verhältnis 256 : 1 repräsentiert. Die letzte Annahme ist wohl jedoch die wahrscheinlichste, denn eine tetramere Spaltung muss ja, analog den schon behandelten polymeren Fällen, gerade so ausfallen.

Es ist nach den konstatierten Spaltungen kaum zu bezweifeln, dass die Rotnervigkeit des *gigantea*-Typus, wenn man auch auf die Komplikation der Prohibition der positiven Homozygoten Rücksicht nimmt, sich ähnlich verhält wie die von NILSSON-EHLE, EAST und SHULL studierten polymeren Faktoren bei Weizen, Hafer, Mais und *Capsella*. Die gefundenen Spaltungszahlen verteilen sich auf vier gut abgegrenzte Klassen, und diese entsprechen überraschend gut den erwarteten Zahlenverhältnissen. Die abgespalteten weissnervigen Individuen sind konstant, wie aus Nr. 7, 20 und 28 ersichtlich ist.

Es ist nur noch eine Spaltung zu besprechen, die ich noch nicht erwähnt habe, nämlich Nr. 3. Das Verhältnis 38 : 3 scheint dimer zu sein. Aber zwei Nachkommenschaften auf 23 und 31 Individuen respektiv zeigen keine einzige weissnervige Pflanze. Am wahrscheinlichsten ist es wohl, die Spaltung 12,7 : 1 als eine zufällige Abweichung des Verhältnisses 26 : 1 zu deuten und ebenso die Nachkommenschaften Nr. 4 und 5, obgleich hier die weissnervigen Pflanzen bei der geringen Individuenzahl nicht aufgetreten sind. Eine andere Erklärungsmöglichkeit werde ich aber gleich diskutieren.

Eine weitere Analyse der Rotnervigkeit des *gigantea*-Typus mit mehreren Nachkommenschaften einer einzigen Pflanze und grösseren Generationen ist natürlich nötig, wenn es auch aus den vorliegenden Versuchen klar hervorgeht, dass von einer monohybriden MENDELSpaltung derselben Art wie bei *O. Lamareckiana* nicht die Rede sein kann, wie auch dass die experimentellen Data sich mit der Annahme polymerer Spaltung im grossen und ganzen gut vereinbaren lassen.

Es ist aber vielleicht nicht ohne Interesse, hier auf eine andere Erklärungs-möglichkeit der komplizierten Zahlenverhältnisse der Rotnervigkeit bei dem *gigantea*-Typus hinzuweisen, zu der mich das oben erwähnte Verhalten der *Lamareckiana*-Deszendenz Nr. 95 führte. Auch hier hatten wir eine Spaltung in einem höheren Zahlenverhältnis als bei einer monohybriden Spaltung zu erwarten war, das aber mit dem gerade oben diskutierten Verhältnis einer dimeren Spaltung übereinstimmte. Um dieses Zahlenverhältnis zu erklären, das in einer Deszendenz auftrat, deren  $P_2$ -Mutterpflanze ihre Gameten im Verhältnis 1 R : 1 r bildete, also keine Gametenbildung hatte, die auf Dimerie hinzeigte, nahm ich an, dass bei der Gametenbildung der  $P_1$ -Pflanze eine Reduplikation der Gameten im Verhältnis 2 R : 1 r stattgefunden hätte. Tatsächlich zeigte auch eine  $F_1$ -Pflanze bei Gamolyse die vermutete Gametenbildung. Unter diesen Gesichtspunkten wäre es also auch möglich, die höheren Spaltungszahlen des *gigantea*-Typus, die eine polymere Spaltung vortäuschen, als durch Reduplikation verursacht aufzufassen. Im folgenden Schema demonstriere ich die Analogien einer Reduplikation im Verhältnis 3:1 und einer dimeren Spaltung.

SCHEMA A.

**Reduplikation der Gameten R und r  
im Verhältnis 3 : 1.**

	R	R	R	r
R	RR	RR	RR	Rr
R	RR	RR	RR	Rr
R	RR	RR	RR	Rr
r	rR	rR	rR	rr

Spaltung 15 : 1

SCHEMA B.

**Polymerie in zwei Faktoren,  
 $R_1$  und  $R_2$ .**

	$R_1 R_2$	$R_1 r_2$	$r_1 R_2$	$r_1 r_2$
$R_1 R_2$	$R_1 R_2$ $R_1 R_2$	$R_1 R_2$ $R_1 r_2$	$R_1 R_2$ $r_1 R_2$	$R_1 R_2$ $r_1 r_2$
$R_1 r_2$	$R_1 r_2$ $R_1 R_2$	$R_1 r_2$ $R_1 r_2$	$R_1 r_2$ $r_1 R_2$	$R_1 r_2$ $r_1 r_2$
$r_1 R_2$	$r_1 R_2$ $R_1 R_2$	$r_1 R_2$ $R_1 r_2$	$r_1 R_2$ $r_1 R_2$	$r_1 R_2$ $r_1 r_2$
$r_1 r_2$	$r_1 r_2$ $R_1 R_2$	$r_1 r_2$ $R_1 r_2$	$r_1 r_2$ $r_1 R_2$	$r_1 r_2$ $r_1 r_2$

Spaltung 15 : 1

Aus den Schemata geht hervor, dass durch die Reduplikation des einen Gliedes eines allelomorphen Faktorenpaares nach dem Verhältnis 3:1 gerade dasselbe Spaltungsverhältnis erhalten wird wie bei einer dimeren Spaltung. Augenblicklich ist es nicht möglich, die Analogie weiter zu führen und die zu erwartende Übereinstimmung der nächsten Generation zu diskutieren, da wir gar nicht wissen, welchen Gesetzen die Reduplikation unterliegt.

Mit einer Annahme von Reduplikation des einen Gliedes einer Eigenschaft als die Ursache höherer Spaltungszahlen könnte man Spaltungsverhältnisse erhalten, die alle die polymeren Zahlen vortäuschen. Die Reduplikation 7:1 musste also einer trimeren Spaltung ähneln, folglich die Spaltung 64:1 ergeben, die Reduplikation 15:1 einer tetrameren, also die Spaltung 255:1 zeigen. Es liegt aber nahe zu vermuten, dass man daneben auch Zahlenverhältnisse erhalten könnte, die zwischen den polymeren intermediär wären und die ein Ausdruck der Reduplikationen 4:1, 5:1, 6:1 u. s. w. wären. Die Spaltungsverhältnissen dieser Reduplikationen würden sich dann als 24:1, 35:1, 48:1 u. s. w. manifestieren. Andererseits ist darauf zu achten, dass die wichtigen Untersuchungen über Reduplikation (Koppelung und Repulsion) der englischen genetischen Schule (BATESON, PUNNET, SAUNDERS, GREGORY) gezeigt haben, dass gewisse Serien mit Vorliebe gebildet werden, und gerade die Serien 1:3:3:1, 1:7:7:1, 1:15:15:1, also dieselben, die bei monofaktorieller Reduplikation die polymeren Zahlenverhältnisse geben.

Nun ist aber zu bedenken, dass auch bei der Reduplikation positive Homozygoten gebildet werden sollten, und zwar in grösserer Zahl als bei einer entsprechenden polymeren Spaltung (vgl. Schema A und B, S. 34). Die reduplizierten Zahlenverhältnisse müssen also auch durch Homozygoten-Prohibition umgeformt werden. In folgender Übersicht werden die Zahlenverhältnisse der wahrscheinlichsten Reduplikationen und der polymeren Spaltungen unter der Annahme auch einer vollständigen Prohibition der positiven Homozygoten ohne Ersatz durch Heterozygoten verglichen.

Reduplikation	Spaltung	Polymerie	Spaltung
3:1	6:1	Dimerie	8:1
7:1	14:1	—	—
15:1	30:1	Trimerie	26:1
31:1	62:1	Tetramerie	80:1

Auch unter Berücksichtigung der Prohibition erhalten wir also Zahlenverhältnisse der meist vorkommenden Reduplikationsformen, die den polymeren Verhältnissen sich nähern.

Dass ich hier die Frage aufgenommen habe, ob die scheinbar polymeren Erscheinungen bei dem *gigantea*-Typus vielleicht nur der Ausdruck für höhere monofaktorielle Reduplikation seien, beruht vornehmlich darauf, dass ich Fälle konstatiert habe, wo eine niedrigere Spaltungsform in eine höhere übergegangen ist, was bei den von NILSSON-EHLE und SHULL eingehend studierten polymeren Spaltungen nicht konstatiert ist. Schon oben habe ich zwei derartige Fälle erwähnt, nämlich Nr. 95 (Tab. I) der *O. Lamarckiana*, wo eine monomere Spaltung in eine dimere, und Nr. 3 (Tab. III) des *gigantea*-Typus, wo eine dimere Spaltung in eine mindestens trimere übergegangen ist. Ein noch mehr schlagendes Beispiel dieser Art habe ich



bei einer Nachkommenschaft der Kreuzung *O. Lamarckiana* (weissuervig)  $\times$  *O. biennis* (rotnervig) gefunden. Die Nachkommenschaften dieser Kreuzung habe ich in Tabelle IV zusammengestellt.

TABELLE IV.

Spaltung der Nervenfarbe bei Deszendenzen der Kreuzung *O. Lamarckiana*  $\times$  *O. biennis*.

Nr. in der Tabelle	Feldnummer der P <sub>1</sub>	Nervenfarbe der P <sub>1</sub>	Feldnummer der Deszen- denz	An- zahl der Ind.	R	r	Verhält- nis R : r
1	—	R	56—11	8	8	—	8 : 0
2	56—11	R	49—12	56	53	3	17,7 : 1
3	56—11	R	50—12	25	22	3	7,3 : 1
4	56—11	R	51—12	Bestimmung der Nervenfarbe unsicher, weil zu spät im Jahre vorgenommen.			
5	56—11	R	107—14	54	48	6	8 : 1
6	56—11	R	108—14	42	40	2	20 : 1
7	49—12	R	109—14	45	36	9	4 : 1
8	49—12	r	110—14	14	—	14	0 : 1
9	50—12	R	111—14	135	133	2	66,5 : 1
10	51—12	R	112—14	4	4	—	4 : 0
11	51—12	R	113—14	26	26	—	26 : 0

Die Rotnervigkeit der *O. biennis* (wenigstens der von mir analysierten Pflanze dieser Art) verhält sich gerade so wie die des *gigantea*-Typus. Nr. 7 scheint monomer zu spalten, Nr. 3 und 5 dimer, Nr. 2 und 6 trimer, Nr. 9 tetramer. Die abgespalteten Rezessiven sind konstant, wie bei Nr. 8 gezeigt wird.

Der soeben oben erwähnte Fall, wo eine Pflanze einer Deszendenz, die in einem niedrigeren Verhältnis gespalten hat, ein höheres Spaltungsverhältnis aufweist, ist in Nr. 3 und 9 zu sehen. Nr. 3 kommt der dimeren Spaltung 8 : 1 sehr nahe, Nr. 9, die wie aus den Feldnummern ersichtlich ist aus Nr. 3 abstammt, zeigt eine Spaltung, die als tetramer betrachtet werden muss, denn sie nähert sich dem Verhältnis 80 : 1. Von einer dimeren Spaltung kann jedenfalls nicht die Rede sein, denn man hatte in diesem Falle die Spaltung 118 : 17 zu erwarten; gefunden ist aber 135 : 2. Man kann also mit Sicherheit behaupten, dass die betreffende Spaltung wenigstens trimer ist, und wahrscheinlich ist sie tetramer. Das stimmt aber nicht mit der Annahme, dass mehrere selbstständige aber gleichsinnige Faktoren die Ursache der hohen Spaltungszahl in dem vorliegenden Fall ist. Denn einen polymeren Komplex kann man wohl durch Reinzüchtung auflösen, nicht aber auf diese Weise aufbauen; nur durch Kreuzung ist die Wiederherstellung des ursprünglichen Komplexes oder eines noch höheren zu erzielen.

Da es also nicht möglich ist, die Spaltung 80 : 1, die in der Nachkommenschaft einer Pflanze erhalten ist, die aus einer Spaltung 8 : 1 herstammte, durch Dimerie zu erklären, ist wohl nur die Erklärung möglich, dass wir es mit einer Reduplikationserscheinung zu tun haben. Denn dass tatsächlich ein niedrigeres in ein höheres Koppelungssystem übergehen kann, haben BATESON und PUNNETT bei den Reduplikationserscheinungen dihybrider Spaltungen bei *Lathyrus odoratus* gezeigt,

wo das Koppelungssystem 7:1:1:7 in der Nachkommenschaft in 15:1:1:15 übergehen kann (7, S. 11—13). Dass also auch die Reduplikation 3:1 in 7:1 oder 15:1 übergehen könnte, ist ja dann nicht unwahrscheinlich. Die kausale Erklärung dieser Erscheinung steht aber noch aus.

Will man die Erklärung der Reduplikation nicht acceptieren, ist nur noch die Möglichkeit der Annahme eines Hinzukommens einer oder zweier neuen Eigenschaften, also eine progressive Mutation im Sinne von DE VRIES, übrig. Der einzige Wahrscheinlichkeitswert, der eine dergleiche Annahme haben würde, liegt in ihrer Unbeweisbarkeit, und sie ist deshalb nicht der Diskussion wert, sobald man die Erscheinung auf analysierbare, bei anderen Pflanzenarten gefundene Komplikationen zurückführen kann.

### 7. Die Wirkung des Faktors für Rotnervigkeit in anderen Organen der Pflanze.

Bevor ich die Diskussion über den Faktor für Rotnervigkeit abschliesse, möchte ich noch auf eine Erscheinung hinweisen, die für die weitere Beweisführung wichtig ist, nämlich die Wirkung, die dieser Faktor auf andere morphologische Eigenschaften als die der Nervenfarbe hat. Schon in »*Oenothera* 1912« hob ich hervor, dass die rot- und weissnervigen Pflanzen in mehreren Eigenschaften verschieden sind, und meine weitere Untersuchungen haben bestätigt, dass der Faktor für Rotnervigkeit eine weitgehende korrelative Beeinflussung auf fast alle Organe der Pflanze hat, also, wie PLATE es ausdrückt, ein pleiotroper Faktor ist.

Eine Differenz, die mit dem An- oder Abwesenheit des Faktors R verbunden ist, ist die der Fruchtlänge. Die rotnervigen Pflanzen haben nämlich längere Früchte als die weissnervigen. Diese Differenz ist deshalb besonders wichtig, weil sie messbar ist, also zahlenmässig festgestellt werden kann. Schon 1911 habe ich einige Messungen vorgenommen, die sich auf vier rotnervige und zwei weissnervige Deszendenzen bezogen. Von jeder Pflanze wurden 5 Früchte gemessen, immer die untersten der Hauptinfloreszenz. Voriges Jahr habe ich noch einige dergleiche Messungen vorgenommen. Teils habe ich 10 Individuen je zweier Schwesterdeszendenzen, einer rotnervigen und einer weissnervigen, teils eine grössere Individuenzahl einer rotnervigen Deszendenz als es 1911 wegen der kleinen Individuenzahl der Deszendenzen möglich war, gemessen. Die Zahlen der Tabelle V sind Durchschnittszahlen der Messungen von 10 Früchten jeder Pflanze. Die Zahlen der weissnervigen Pflanzen sind zwecks besseren Vergleichs fett gedruckt.



TABELLE V.

		Klassen in mm und Zahl der Individuen einer Klasse																
Nr. der Deszendenz	Nerven- farbe der Mutter- pflanze	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
1—1911	R	—	—	—	1	3	2	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2—1911	R	—	—	—	2	1	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
1 × 2—1911	R × R	—	—	—	—	1	—	—	3	1	1	—	1	—	—	—	—	—
5—1911 (früh ausgesetzte Pflanzen)	R	—	—	—	—	1	—	—	7	3	2	2	—	—	—	—	—	—
5—1911 (spät ausgesetzte Pflanzen)	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—	—	1
7—1911	r	1	3	3	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8—1911	r	1	4	5	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6—1914	R	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	—	9	12	10	8	2	2
94—1914	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—	4	1
95—1914	r	—	—	—	—	—	—	—	2	4	2	1	1	—	—	—	—	—

Aus der Tabelle geht hervor, dass sich die weissnervigen Pflanzen immer nach der Minusseite gruppieren. Die Mehrzahl der weissnervigen Pflanzen zeigen die kürzesten Früchte ihrer Deszendenzen und die übrigen sind sehr stark der Minusseite genähert. Besonders auffallend ist dies in der Nachkommenschaft 6—14. Hier sind sechsmal so viel rotnervige wie weissnervige Pflanzen gemessen, aber die Minusgrenze der Rotnervigen liegt höher als die durchschnittliche Länge der Weissnervigen. Alle gemessenen Pflanzen weissnerviger Deszendenzen nähern sich ebenso stark der Minusseite wie die einzelnen weissnervigen Individuen einer rotnervigen Nachkommenschaft. Es ist wohl deshalb sicher, dass derselbe Faktor, der rote Nervenfarbe verursacht, auch eine Reaktion in den Früchten hervorruft, so dass diese länger werden, während das Fehlen dieses Faktors gleichzeitig an weisser Nervenfarbe und an kürzeren Früchten erkennbar ist.

Vergleichen wir die 1911 und 1914 gemachten Messungen, so fällt ein Umstand sogleich in die Augen. Die Zahlen sind 1914 durchschnittlich höher als 1911. Einige Individuen der Nachkommenschaft 5—11 haben aber dieselbe Durchschnittslänge als die Deszendenzen 1914. In »*Oenothera* 1912» zeigte ich aber darauf hin (S. 104), dass diese Individuen später als die übrigen der Deszendenz blühten, weil

sie auch später ausgesetzt worden waren. Die Individuen der 1914 gemessenen Deszendenzen waren auch später in der Saison als die 1911-Kulturen ausgesetzt. Die Verschiebung der absoluten Länge der Früchte in den 1914-Deszendenzen ist also nur dadurch verursacht, dass die Früchte bei späterer und deshalb langsamerer Reife mehr der Länge nach wachsen als bei schnellerer Reife.

In bezug auf die Dichte des Fruchtstandes zeigt sich eine analoge pleiotrope Wirkung des Faktors R wie die bezüglich der Fruchtlänge soeben erwähnte. Die Weissnervigen haben durchschnittlich dichteren Fruchtstand, also kürzere Internodien der Infloreszenz als die Rotnervigen. In Fig. 3 und 4, S. 102 in »*Oenothera 1912*» habe ich dies illustriert. Auch dieser Unterschied ist messbar, leider hat mir aber die Zeit einer Bestätigung dieser schon für das blosse Auge ganz deutlich hervortretenden Differenz gefehlt. Die Anwesenheit des Faktors R bewirkt also hier wie bei den Früchten eine Verlängerung, die Abwesenheit eine Verkürzung des betreffenden Organs.

Eine dritte Differenz zwischen den Rot- und Weissnervigen bezieht sich auf die Blattspreite und betrifft sowohl die Farbe als die Ausformung dieses Organs. Die Blätter der rotnervigen Individuen haben einen nach graugrün hinübergehenden Farbenton, während der der weissnervigen dunkelgrün, fast blaugrün ist. Die Blattspreite der ersteren ist fast ganz flach oder nur mit schwächeren Buckeln versehen, die der letzteren aber stark buckelig und ihre Spitze ist oft gedreht. Da diese Differenzen ziemlich stark durch äussere Faktoren beeinflusst werden, und zwar ungleich stark je nach dem Alter der Pflanze, werden sie oft bei Pflanzen verschiedener Entwicklungsstufen ausgeglichen. Rotnervige Pflanzen, die zufolge späterer Aussetzung ihre Stengel später als weissnervige treiben, haben sogar oft stärker buckelige Blätter als diese. Vergleicht man indessen Pflanzen derselben Entwicklungsstufe, ist jedoch die erwähnte Differenz nicht zu verkennen. Die Charaktere der Blätter der rotnervigen Pflanzen nähern sich denen der Kombinanten der *rubrinervis*-Gruppe, während die der Weissnervigen an die *gigas*- und *lata*-Kombinanten erinnern. Die betreffenden Differenzen zwischen den erwähnten Kombinanten sind aber grösser als zwischen den beiden Typen der *O. Lamarckiana*; jene bezeichnen die Extreme einer Variation, die schon bei *O. Lamarckiana* zu konstatieren ist.

In der Pigmentierung der Knospen ist auch eine Differenz zwischen den rot- und weissnervigen Pflanzen zu sehen, da die ersteren stärker braunrot gefärbte Knospen als die letzteren haben. Auch in dieser Hinsicht nähern sich die Rotnervigen den Kombinanten der *rubrinervis*-Gruppe, die Weissnervigen denen der *gigas-lata*-Gruppe.

Wie ich oben auseinandergesetzt habe (S. 7—8, 19) gibt es auch zwischen den Rot- und Weissnervigen Differenzen physiologischer Eigenschaften wie Keimungsenergie und Winterfestigkeit.

Sämtliche diese durch den Faktor für Rotnervigkeit verursachten Differenzen sind bei *O. Lamarckiana* konstatiert. Zwischen der Riesenkombinante *gigantea* und

der DE VRIESschen *gigas* sind habituelle Differenzen zu konstatieren, die auch zum grossen Teil von dem Faktor R abhängen. *Gigas* ist weissnervig und eine mehr ausgeprägte Riesenform als die rotnervige *gigantea*. Dass wirklich die An- oder Abwesenheit des Faktors R einen tiefgreifenden Einfluss auf den Riesentypus ausübt, ist auf zweierlei Art experimentell gezeigt. Die *gigantea* spaltet nämlich weissnervige Formen ab, die in bezug auf die Rieseneigenschaften sich der *gigas* stark nähern. Andererseits ist durch die Kreuzung *gigas*  $\times$  *Lamarckiana* (rotnervig) der Faktor R in den *gigas*-Typus eingeführt worden. Der Bastard wurde *gigantea* sehr ähnlich, während DE VRIES von demselben Bastard berichtet, dass er *gigas* zum Verwechseln ähnlich wurde, offenbar weil er eine weissnervige *Lamarckiana*-Pflanze verwendet hat. Dass der Faktor R die Manifestation der Riesen-Charaktere hindert, also als ein Hemmungsfaktor zu betrachten ist, geht aus diesen Versuchen unzweideutig hervor.

Die vorgenommenen Experimente und Observationen über die Wirkung des Faktors für Rotnervigkeit zeigen, dass dieser eine Beeinflussung auf fast alle Organe der Pflanze ausübt. Die Reaktion des Faktors ist nicht nur eine Farbenreaktion in den Blattnerven, sondern sie dirigiert auch die Form und Gestaltung verschiedener Organe, sowohl vegetative als florale. Er zerlegt den Durchschnittstypus der *O. Lamarckiana* in zwei Phänotypen, die habituell verschieden sind, wenn auch die Habitusänderung nicht so stark ist wie zwischen *O. Lamarckiana* und den Kombinantanten.

### 8. Zusammenfassung der Resultate der Experimente mit dem Faktor für Rotnervigkeit.

Der Faktor für Rotnervigkeit (R) spaltet bei *Oenothera Lamarckiana* und ihren Neukombinantanten monohybrid nach der MENDELSchen Regel. Die abgespalteten Rezyssiven sind sowohl bei Selbstbestäubung als bei Kreuzung unter sich konstant.

Die Spaltung wird indessen von mehreren Komplikationen bei der Zygoten- und Gametenbildung begleitet, die das monohybride Zahlenverhältnis 3 : 1 mehr oder weniger umformen.

Die erste Komplikation wird dadurch verursacht, dass keine positiven Homozygoten, also keine RR-Pflanzen, gebildet werden können. Bei der Annahme dass die RR-Zygoten gebildet, aber nicht lebensfähig wären, würde das Zahlenverhältnis 2 : 1 zu erwarten sein. Gefunden ist aber 2,68 : 1, also eine höhere Zahl als erwartet, die sich mehr 3 : 1 nähert.

Dies wird durch folgende Annahmen erklärlich. Die RR-Zygoten werden nicht gebildet und nachher eliminiert, sondern sie können nicht einmal realisiert werden. Die Kopulation zweier R-Gameten kann also, wohl aus physiologischen Gründen (einer Art von »Genen-Selbststerilität«), nicht stattfinden, welchen Prozess ich mit dem Terminus »Prohibition« bezeichnet habe, um hervorzuheben, dass keine Eliminierung gebildeter Zygoten, sondern dass eine Hinderung der Bildung einer erwar-



teten Kombination stattfindet. — Die »roten« Eier, die nicht von »roten« Pollenzellen befruchtet werden können, werden aber statt dessen von immer im Überschuss befindlichen »weissen« Pollenzellen befruchtet. Wurden alle »roten« Eier auf diese Weise »ersetzend« befruchtet, musste tatsächlich das Verhältnis 3 : 1 erhalten werden (statt RR, Rr, rR und rr werden die Kombinationen Rr, Rr, rR und rr gebildet). — Da man indessen Zahlenverhältnisse findet, die zwischen 2 : 1 und 3 : 1 liegen und deren *summa summarum* 2,68 : 1 ist (Spaltung 2967 : 1106), ist dies so zu erklären, dass die »roten« Pollenschläuche, obgleich sie keine Befruchtung ausführen können, jedoch in einigen Fällen das Eindringen der ersetzenden »weissen« Pollenschläuche hindern (vielleicht durch Hineinwachsen in die Mikropyle), was ein geringeres Defizit an Rotnervigen zu Folge haben muss. Es ist ja auch nicht unwahrscheinlich, dass in selteneren Fällen eine Kernenverschmelzung stattfinden kann, was ein ähnliches Defizit verursacht, weil nachher eine Eliminierung der Zygoten die Folge wird.

Ausser den Komplikationen bei der Zygotenbildung sind ebensolche auch bei der Gametenbildung zu konstatieren. In einigen Fällen sind Zahlenverhältnisse konstatiert (bei dem Riesentypus *gigantea*, *O. biennis* und in einem Fall auch bei *O. Lamarckiana*), die, wie es scheint, mit einer monohybriden Spaltung gar nicht vereinbar sind, sondern ein Ausdruck der durch die Homozygoten-Prohibition modifizierten polymeren Verhältnisse 8 : 1 (15 : 1), 26 : 1 (64 : 1) und 80 : 1 (255 : 1) zu sein scheinen. Es ist jedoch fraglich, ob wir es hier mit Polymerie zu tun haben. Die Zahlenverhältnisse kann man nämlich auch durch die Annahme einer Reduplikation der R-Gameten (monofaktorieller Reduplikation) verständlich machen. Eine monohybride Spaltung fällt mit der Annahme dieser Komplikation so aus, als ob wir mehrere gleichsinnige Faktoren für Rotnervigkeit hatten, und die weissnervigen Individuen werden in einem sehr kleinen Prozentsatz abgespaltet. Dass es sich um Reduplikation und nicht Polymerie handelt, wird dadurch wahrscheinlich, dass einige Deszendenz, die in niedrigen Zahlenverhältnissen gespalten haben, Nachkommenschaften ergeben, die höhere Spaltungszahlen zeigen. Aus einer Deszendenz, die eine scheinbar dihybride Spaltung ergeben hat, habe ich Nachkommenschaften erhalten, die eine tri- oder tetramere Spaltung vorgetäuscht haben. Dies ist mit einer Annahme von Polymerie nicht zu vereinbaren, weil dann nur niedrigere Spaltungen aus höheren erhaltbar sind, nicht aber höhere aus niedrigeren. Bei dihybrider Reduplikation (Verkoppelung und Repulsion) ist auch der Übergang einer niedrigen Spaltung in eine höhere konstatiert.

Bezüglich der morphologischen Manifestation des Faktors für Rotnervigkeit ist zu bemerken, dass er nicht nur in den Blattnerven eine sichtbare Reaktion hervorruft, sondern die verschiedensten Organe der Pflanze beeinflusst. Die *O. Lamarckiana* wird deshalb je nach der An- oder Abwesenheit des Faktors in zwei habituell verschiedene Phänotypen zerlegt.

### 9. Ähnliche Komplikationen wie die der Rotnervigkeit der *O. Lamarckiana* bei anderen Arten.

Es ist also möglich, die Vererbungsweise des Faktors für Rotnervigkeit in die MENDELSchen Spaltungserscheinungen einzufügen. Es ist nur noch zu erörtern, ob die Komplikationen, die die Spaltungszahlen umformen, nur *O. Lamarckiana* eigen sind, oder ob sie auch bei anderen Organismen konstatiert sind. Denn findet man sie bei anderen Pflanzen- oder Tierarten und werden sie hier nicht als Ausnahmen von einer MENDELSpaltung betrachtet, so liegt ja kein Grund vor, sie bei *O. Lamarckiana* als Variabilitätserscheinungen *sui generis* zu betrachten, nur weil sie die Zahlenverhältnisse komplizieren.

Fragen wir uns zuerst, ob das Ausbleiben einer erwarteten Kombinationsklasse anderswo angetroffen ist. Es ist tatsächlich in mehreren Fällen, sowohl aus dem Pflanzen- als Tierreich, konstatiert.

Der erste Fall wurde schon in den ersten Jahren der MENDELForschung von CUÉNOT (17) bei einer gelben Mäuserasse, die nie konstant erhalten werden konnte, gefunden, und seine Observation ist später von verschiedenen Forschern [Miss DURHAM (33), CASTLE und LITTLE (14), DAVENPORT (17 b), MORGAN (107 a), HAGEDOORN (77 a)] an einem grossen Material bestätigt worden.

Ein zweiter Fall aus dem Tierreich ist von GEROULD (73) bei *Colias philodice* gefunden, wo auch eine Klasse von Homozygoten nicht gebildet wird.

Bei Pflanzen ist ein Fall von PHILIPPE DE VILMORIN (128) gefunden, der vollkommen mit dem bei *O. Lamarckiana* übereinstimmt. In zwei Weizensorten traf er je eine Pflanze an, die nur halb so lang wie die Durchschnittspflanzen der Sorten waren. Diese Zwerge konnten nicht konstant erhalten werden, sondern spalteten immer langwüchsige Individuen ab, die konstant züchteten. Die Spaltungszahlen schwankten zwischen 2:1 und 3:1. Also eine völlig parallele Erscheinung zu der Spaltung der Rotnervigkeit bei *O. Lamarckiana*.

Bei der Spaltung der Blüten- und Knollenfarbe bei den Kartoffeln scheint es auch nicht möglich zu sein, positive Homozygoten zu erhalten. Augenblicklich habe ich 46 Nachkommenschaften mit gefärbten Blüten aufgezogen. Von diesen haben 43 eine Abspaltung weissblühender Pflanzen gezeigt. Da die übrigen 3 Nachkommenschaften eine sehr kleine Individuenzahl gehabt haben (9, 8 und 2 Individuen) ist ihre Konstanz ohne Zweifel nur scheinbar. Von 20 Nachkommenschaften mit gefärbten Knollen, deren Farbe unabhängig von der Farbe der Blüte spaltet, haben alle Spaltung gezeigt<sup>1</sup>. Dasselbe Resultat zeigen Versuche von SALAMAN (115) und FRUWIRTH (36) in allen Fällen, wo die Nachkommenschaften so gross sind, dass man ein Urteil über Spaltung oder Nichtspaltung wagen kann.

Zu diesen Fällen ist noch der von BAUR bei *Antirrhinum majus* gefundene zu rechnen, wo von einer heterozygoten *aurea*-Varietät immer grüne positive Homo-

<sup>1</sup> Nur ein kleiner Teil des Materials der diesbezüglichen Versuche ist bis jetzt und zwar in schwedischer Sprache publiziert (Weibulls Årsbok 8 (1913), S. 4—18).



zygoten und weisse, nicht lebensfähige negative Homozygoten abgespaltet werden. Hier sind es also die Rezessiven, die nicht entwicklungsfähig sind, und hier werden die Zygoten gebildet, sterben aber früh ab.

Es sind noch einige Versuche zu erwähnen, wo eine gewisse Homozygotenklasse zwar nicht völlig fehlschlägt, wo aber die erwartete Spaltungszahl ein grosses Defizit zeigt, also ein partielles Fehlschlagen der Homozygoten eintritt. Einen derartigen Fall in bezug auf die positiven Homozygoten hat CORRENS für den Faktor, der die Bildung der blauen Kleberschicht bei dem Mais verursacht, gefunden, und einen anderen hat er bezüglich der negativen Homozygoten bei derselben Pflanze hinsichtlich eines Faktors, der Dextrin in Stärke umwandelt, konstatiert. — Über eine partielle Eliminierung der negativen Homozygoten bei Kreuzungen blauer und weisser Leinrassen hat neulich TINE TAMMES berichtet.

Durch mehrere Fälle sowohl aus dem Tier- als Pflanzenreich und für die verschiedensten Gattungen ist es also bewiesen, dass gewisse Homozygotenklassen gar nicht oder nur partiell gebildet werden können.

Was nun die zweite Komplikation bei der Spaltung der Rotnervigkeit betrifft, nämlich die Schwankung der Zahlenverhältnisse zwischen 2:1 und 3:1, was für eine Prohibition und keine Eliminierung sprechen sollte, so ist diese Erscheinung von den oben erwähnten Fällen bis jetzt bei den gelben Mäusen und bei dem Weizen konstatiert. Die Erklärung dieser Erscheinung wurde erstens von WILSON gemacht, gerade um den Widerspruch in den Versuchen von CUENOT zu lösen, dass er keine positiven Homozygoten erhielt, aber jedoch ein Zahlenverhältnis fand, das näher 3:1 als 2:1 lag<sup>1</sup>. Für *Triticum* fand VILMORIN nicht nur eine Schwankung der Spaltungszahlen zwischen 2:1 und 3:1, sondern auch dass die Produktion entwickelter Samen pro Ähre bei den Zwergpflanzen herabgesetzt war, wohl entsprechend einer völligen Prohibition ohne Ersetzung der positiven ♂-Gameten durch negative bei der Befruchtung der positiven ♀-Gameten. Die Zwergpflanzen bildeten nämlich nur 50 Körner pro Ähre, während die langwüchsigen Pflanzen 59 Körner pro Ähre ansetzten. — Bei *O. Lamarckiana* sind vielleicht die in den Früchten zwischen den normalen Samen immer vorfindlichen staubartigen Rudimente der Samenanlagen als Ausdruck dieser völligen Prohibition zu betrachten<sup>2</sup>.

Um die bei einigen Deszendenzen der *O. Lamarckiana*, der Kombinate *gigantea* und der *O. biennis* auftretenden Spaltungsverhältnisse, die höher als 3:1 ausfallen, zu erklären, habe ich angenommen, dass die R- und r-Gameten nicht im gewöhnlichen Verhältnis 1:1, sondern in den Verhältnissen 3:1, 7:1, 15:1 u. s. w. gebildet werden. Von dieser Annahme könnte man vielleicht geneigt sein zu sagen, dass sie mit dem Fundament des Mendelismus, dass nämlich die Gameten in gleicher

<sup>1</sup> Die summierten Zahlen der Versuche mehrerer Forscher über die Spaltungsverhältnisse der gelben Mäuse scheinen indessen dem Verhältnis 2:1 sehr nahe zu kommen (DURHAM 33, S. 167).

<sup>2</sup> In den Früchten der *O. Lamarckiana* haben wir ausserdem, wie RENNER gezeigt hat, scheinbar normale Samen, die aber kein oder nur ein sehr rudimentäres Embryo enthalten, die also der Ausdruck einer Zygoten-Eliminierung zu sein scheinen (vgl. S. 29).

Zahl gebildet werden, im Widerspruch stehe. Ich kann aber einwenden, dass man mit einer dergleichen Annahme schon lange operiert, um die komplizierten Reduplikationserscheinungen der Verkoppelung und Repulsion zu erklären, und es ist niemand eingefallen, dies als gegen den Mendelismus streitend zu betrachten. Man hat natürlich dann keinen Grund zu sagen, dass diese Erscheinungen, wenn sie bei *O. Lamarckiana* auftreten, sogleich eine nicht mendelsche, ganz andere Variabilitätsart als bei anderen Pflanzen bezeichnen, nur um die Meinung zu rechtfertigen, dass die Variabilität der *O. Lamarckiana* vor allem sonderbar sei. Übrigens ist es ja klar, dass die Annahme der Gametenbildung in gleicher Zahl uns nur als Arbeitshypothese wertvoll ist, so weit als sie auch die tatsächlich beobachteten Erscheinungen erklären kann, und in dieser Hinsicht hat sie uns mehr geleistet als fast jede andere Arbeitshypothese der Biologie und wird uns immer als die gewöhnlichste Form der Gametenbildung von fundamentaler Bedeutung sein. Wenn es aber möglich ist, durch eine Modifizierung dieser Regel auch neue Tatsachen unter die MENDELSchen Regeln der Spaltung und Rekombination, die also noch allgemeinere Gültigkeit als die Regel der Gametenbildung in gleicher Anzahl haben, zwanglos einzuordnen, muss wohl dies nur als eine fruchtbare Erweiterung der Gesichtspunkte betrachtet werden, was ja die nun so intensiv betriebenen Forschungen über Verkoppelung und Repulsion zu voller Evidenz gezeigt haben. Durch das Studium dieser Erscheinungen, für das eine Annahme einer Gametenbildung in ungleicher Anzahl die Voraussetzung war, sind BATESON und PUNNETT zu neuen und wertvollen Gesetzmässigkeiten in bezug auf die Bedeutung der Art der Zygotenbildung für die Art der Reduplikation (Verkoppelung oder Repulsion) gelangt. Auch haben sie zeigen können, dass die Reduplikationen nicht regellos verlaufen, sondern vornehmlich gewisse Serien entfalten, so die Serien 1:3:3:1, 1:7:7:1, 1:15:15:1, 1:31:31:1, 1:63:63:1. Schon aus den bis jetzt vorgenommenen Versuchen, die mehrere Arten und Gattungen sowohl aus dem Pflanzen- als dem Tierreich umfassen, ist es offenbar, dass wir es hier mit einer Gesetzmässigkeit, deren weitere Aufklärung für die MENDELforschung sehr fruchtbar sein wird, zu tun haben.

Bei *Oenothera* habe ich angenommen, dass die Gameten des einen Gliedes eines allelomorphen Paares redupliziert werden, während es bei den Verkoppelungs- und Repulsionserscheinungen um eine Reduplikation gewisser Gameten zweier allelomorphen Paare sich handelt. In diesem Unterschied liegt aber ebensowenig ein Gegensatz wie sich ein solcher zwischen monohybrider und dihybrider Spaltung findet. Die Reduplikation bei *Oenothera* ist also nur als ein einfacherer Fall derselben Erscheinungen, die man Verkoppelung und Repulsion genannt hat, zu betrachten. In allen beiden Fällen handelt es sich um dieselbe Ursache der Komplikation der MENDELzahlen, nämlich um eine Vervielfältigung gewisser Gameten.

Es ist ja möglich, dass die monofaktorielle Reduplikation eine Erscheinung ist, die auch in anderen Fällen, wo die Schwankungen einer monohybriden Spaltung beträchtlich sind, eine Erklärung der »schlechten« Zahlen geben kann. Bei oberflächlicher Betrachtung kann es wohl scheinen, dass wir hier zu einem Punkt ge-

langt wären, wo man so viele Annahmen machen könnte, dass überhaupt jedes Spaltungsverhältnis eine billige Erklärung finden könnte. Dagegen ist aber zu erwidern, dass wir in der Gamolyse durch Rückkreuzungen ein Mittel haben, eine angenommene Reduplikation zu verifizieren. Wir sind wohl jetzt so weit in der MENDELforschung gekommen, dass es kaum an einer allgemeinen Gültigkeit der MENDELSchen Spaltungs- und Rekombinationsregel gezweifelt werden kann, wenn auch die Zahlenverhältnisse durch die Reaktionsweise der Faktoren oder durch Unregelmässigkeiten bei der Gameten- oder Zygotenbildung von den »regelrechten« bedeutend abweichen können. Ebensowenig als man in der Chemie für eine komplizierte Verbindung, deren atomistische Formel man nicht ermittelt hat, eine nicht atomistische Struktur annimmt, ebensowenig ist es wohl in der Biologie berechtigt, *a priori* MENDELSpaltung zu verneinen, wo die Spaltungszahlen nicht sogleich in einem einfachen mono- oder polyhybriden Schema eingeordnet werden können. Unter diesen Gesichtspunkten scheint es mir ebenso verfehlt, die Reduplikation als eine nicht MENDELSche und nur zu Willkürlichkeiten führende Annahme zu betrachten, genau so als ob man in der Chemie behauptete, dass z. B. das Ozon gar nicht mit Sauerstoff verwandt sein könne, weil es nicht zwei Atome in dem Molekül hat, oder dass die Eiweissverbindungen nicht denselben Gesetzen wie die einfacheren chemischen Verbindungen gehorchen. Was wir aber vor allem zu wünschen haben sind tiefgehende und klare Analysen, da wo Regellosigkeit zu herrschen scheint, und um dies zu erreichen, gibt uns die MENDELSche Spaltungsregel ein Mittel in die Hand, das nicht hoch genug geschätzt werden kann, und das nichts an Bedeutung dadurch verliert, dass diese Tatsache von mehreren Seiten nicht verstanden, unterschätzt oder schlechtweg verneint wird.

Nachdem ich bewiesen habe, dass die Komplikationen bei der Zygoten- und Gametenbildung der *O. lamarckiana* gar nicht als für diese Art eigentümlich betrachtet werden können, sondern ziemlich verbreitete Erscheinungen sowohl im Pflanzen- als im Tierreich sind, ist noch in bezug auf die Pleiotropie des Faktors R zu erforschen, ob diese Erscheinung bei anderen Organismen konstatiert worden ist.

Abgesehen von den in der Züchtungsliteratur vorliegenden ebenso zahlreichen wie unsicheren Angaben über Korrelationen, die wohl meistens nur ausdrücken, welche Charaktere durchschnittlich zusammen angetroffen werden, sind auch in den experimentellen Versuchen während der letzten Jahre Fälle gefunden, wo mehrere Eigenschaften immer zusammen vererbt werden, wo also ein und derselbe Faktor seine Wirkung diffus durch die Pflanze ausübt.

Das klassische Beispiel von *Pisum*, wo die Farbe der Blüten und die der Samen von einem einzigen Faktor abhängen, ist ja schon eine Illustration der zu ermittelnden Tatsache. Ähnliche pleiotrope Wirkung eines Faktors auf sowohl Blüten- als Samenfarbe ist auch bei *Lupinus angustifolius* nach den Untersuchungen von FRUWIRTH (35, S. 130) und KAJANUS (92, S. 236) zu finden, indem die blaublühenden Pflanzen dunkle Samenfarbe, die weissblühenden weisse Samenfarbe haben. — Mit anderen sehr instruktiven Fällen von Pleiotropie hat uns NILSSON-



EHLE bekannt gemacht. So fand er, dass alle wesentlichen Blütenmerkmale, die *Avena fatua* und *Avena sativa* trennen (Begrannung, Behaarung der Rachis, Behaarung am Callus, Ringwulstbildung für Abgliederung der Samen) zusammen vererbt werden, also von ein und demselben Faktor dirigiert werden (109, S. 15—19). Andere pleiotrope Faktoren waren gleichzeitig an der Ligulabildung und der Form der Rispe (108, S. 78—81) oder an der Farbe der Spelzen und der Grannenbildung (110) beteiligt. — Weiter hat CORRENS für die *calycanthema*-Form von *Campanula medium* gezeigt, dass die Umwandlung des Kelches in Krone mit starker Herabsetzung der Fruchtbarkeit verbunden ist (16). — BAUR hat bei *Antirrhinum majus* gefunden, dass der Grundfaktor für Blütenfarbe auch die Bedingung für das Auftreten von gefärbtem Zellsaft überhaupt in der Pflanze und für die normale Ausbildung der Blattfarbstoffe ist (10). — KAJANUS hat bei *Brassica* und *Trifolium* weitere pleiotrope Fälle konstatiert. Derselbe Faktor, der bei *Brassica napus* oder *rapa* die gelbe Fleischfarbe der Wurzel bedingt, übt auch seine Wirkung bei der Gelbfärbung der in den Mieten während des Winters ausgebildeten etiolierten Blättern und in den Blüten aus (91, S. 226). Bei *Trifolium pratense* ist eine blaue Blütenfarbe immer mit orangebrauner Samenfarbe verbunden (93, S. 768).

Die Beispiele der Pleiotropie liessen sich leicht sowohl für Pflanzen wie für Tiere vermehren (vgl. BAUR 10, S. 129—138). Schon aus dem Mitgeteilten geht indessen klar hervor, dass die pleiotrope Wirkung eines Faktors eine Erscheinung ist, die durchaus nicht nur auf *Oenothera* beschränkt ist. Vielleicht wird es sich vielmehr bei genaueren Studien zeigen, dass die gewöhnliche Manifestation eines Faktors die pleiotrope ist.

#### 10. Anwendung der beim Studium des Faktors für Rotnervigkeit gewonnenen Resultate auf die Mutabilitäterscheinungen der *O. Lamarckiana*.

Ehe ich darauf eingehe, die Übereinstimmung zwischen der Spaltung des R-Faktors und der Abspaltung der Kombinanten bei *O. Lamarckiana* klarzulegen, muss ich erst eine Zusammenstellung der Tatsachen machen, die nach DE VRIES und den Verteidigern der Mutationstheorie dafür sprechen, dass die Produktion aberranter Phänotypen bei *O. Lamarckiana* eine Variabilitäterscheinung *sui generis* ist, die sich speziell dadurch auszeichnet, dass sie nichts mit MENDELSpaltung übereinstimmendes hat (DE VRIES 147, S. 14).

Die Variabilitäterscheinungen, die speziell für *O. Lamarckiana* charakteristisch sein sollten, können in folgenden Sätzen zusammengefasst werden.

1. Aus *O. Lamarckiana* entstehen plötzlich und diskontinuierlich neue Phänotypen, die richtungslos gebildet werden und die meistens konstant sind.
2. Der Mutationsprozess schreitet immer fort. Die Art befindet sich in einer Mutationsperiode. Konstante, nicht mutierende *Lamarckiana*-Pflanzen können also nicht erhalten werden.

3. Die Spaltung bei den Mutationskreuzungen tritt schon in  $F_1$  ein.
4. Die Mutanten sind in allen Organen von der Stammart verschieden, sind also Habitusänderungen.
5. Die Zahlenverhältnisse, in denen die neuen Phänotypen abgespalten werden, zeigen keine Übereinstimmung mit MENDELzahlen.

Sehen wir nun zu, ob die bei dem Studium der Rotnervigkeit gewonnenen Erfahrungen etwas Licht über die erwähnten Unregelmässigkeiten werfen können!

Zu dem ersten Punkte ist zu bemerken, dass die plötzliche Entstehung einer neuen, diskontinuierlichen Eigenschaft oder eines neuen Phänotypus durchaus nicht beweist, dass ein Mutationsprozess die Ursache der Abänderung ist. Dies zeigt uns die MENDELSche Forschung in einer Fülle, die eine Diskussion über die Eigenart dieser Erscheinung für *O. Lamarckiana* ganz unnötig macht. Ist nur eine Voraussetzung, nämlich die Heterozygotie, erfüllt, so treten auch plötzlich, aber nicht unerwartet, neue Formen auf, die auch von der Stammform diskontinuierlich getrennt sein können. Das Entstehen der Weissnervigen aus den Rotnervigen bei *O. Lamarckiana* illustriert übrigens die betreffende Erscheinung. Die Weissnervigen gehen ja aus den Rotnervigen plötzlich und diskontinuierlich hervor.

Was den zweiten Punkt betrifft, könnte es ja scheinen, als ob das stetige Abspalten neuer Phänotypen bei *O. Lamarckiana* eine ganz eigentümliche Variabilität ausdrückte. Nach der für den R-Faktor konstatierten Erscheinung, dass keine positiven Homozygoten gebildet werden können, ist dies aber nicht mehr der Fall. Denn wenn auch die Eigenschaften, die die aberranten Phänotypen als negative Homozygotenkombinationen abspalten, sich so wie der Faktor R verhalten, also nie positiv homozygotisch realisierbar sind, so ist es natürlich nicht möglich, eine konstante *Lamarckiana*-Pflanze zu erhalten, sondern die Rekombination, die zu der Produktion aberranter Neukombinanten führt, muss sich immer wiederholen. Die bei *O. Lamarckiana* konstatierte Homozygoten-Prohibition erklärt also völlig, weshalb die Art sich in einer »Mutationsperiode« befindet.

Die Homozygoten-Prohibition erklärt auch zwanglos die unter dem dritten Punkte angeführte Eigentümlichkeit der *O. Lamarckiana*. Kann man nämlich keine positiven Homozygoten erhalten und repräsentieren die neuen Phänotypen negative Homozygoten-Kombinationen, so wird jede Kreuzung zwischen *Lamarckiana* und Kombinate eine Rückkreuzung Heterozygote  $\times$  negative Homozygote, und sie muss deshalb immer schon in  $F_1$  aufspalten. Die Homozygoten-Prohibition legt also auch klar, warum die »Mutationskreuzungen« nicht, wie es gewöhnlich bei der MENDELSpaltung der Fall ist, erst in  $F_2$  aufspalten. Zwischen den beiden Spaltungsformen besteht folglich kein prinzipieller Gegensatz, wie DE VRIES behauptet hat.



Was den vierten Punkt betrifft, legt DE VRIES ein grosses Gewicht darauf, dass die Kombinanten in fast allen Organen von der Stammart verschieden sind. Er meint nämlich, dass dies für ein neues Artmerkmal — also für eine elementare Art — charakteristisch sei, während die Varietäten sich gewöhnlich nur in einem einzigen Charakter von der Stammart unterscheiden sollen. Nun sehen wir aber, dass es innerhalb von *O. Lamarckiana* zwei Phänotypen gibt, die in fast allen Organen verschieden sind, was indessen auf die pleiotrope Wirkung eines einzigen mendelnden Faktors beruht. Die korrelative Veränderung aller Organe bei den aberranten Phänotypen der *O. Lamarckiana*, die »Habitusänderung«, ist also eine Erscheinung, die keiner besonderen Deutung bedarf, nämlich das Hinzukommen eines neuen Artmerkmals, wie DE VRIES meint, denn sie ist auch bei dem mendelnden Faktor R innerhalb von *O. Lamarckiana* zu konstatieren.

Zuletzt ist noch der fünfte Punkt zu erörtern, auf den augenblicklich sehr grosses Gewicht gelegt wird. DE VRIES, GATES und SHULL vertreten alle die Ansicht, dass die Spaltungszahlen bei *O. Lamarckiana* keine Beziehungen zu gewöhnlichen MENDELzahlen zeigen und schliessen aus dem »ignorabimus«, dass eine Variabilität *sui generis*, die mit Mendeln nichts zu tun hat, bei *O. Lamarckiana* anzunehmen ist. Jedoch hat ja schon DE VRIES gefunden, dass gewisse Kombinanten, wie *brevistylis* und in einigen Bastardverbindungen auch *nanella*, ein typisches Mendeln zeigen. Wenn auch schon diese Tatsache zur Vorsicht in bezug auf die Beurteilung der Variabilitätsgesetze der anderen »Mutanten« warnt, so ist es wohl, nach den vielen Komplikationen der einfachen MENDELzahlen, die während der letzten Jahre der MENDELForschung aufgeklärt worden sind, noch mehr gewagt, *a priori* eine mendelsche Erklärung zurückzuweisen, ehe man wirklich eine ernste faktorielle Analyse der *O. Lamarckiana* versucht hat.<sup>1</sup> Ich brauche nur darauf hinzuweisen, welche Menge von »unregelmässigen« Spaltungsverhältnissen die Entdeckungen der epistatischen, synthetischen, polymeren und hemmenden Faktoren klargelegt haben. Auch sind durch Unregelmässigkeiten bei der Gameten- oder Zygotenbildung ausserordentlich stark »gestörte« Mendelzahlen aufgeklärt worden. Da es sich gezeigt hat, dass wir bei *O. Lamarckiana* mit Unregelmässigkeiten bei der Zygotenbildung (Prohibition) und der Gametenbildung (Reduplikation) zu tun haben, und da ich später zeigen werde, dass gewiss auch mit Polymerie und Epistasie zu rechnen ist, so ist zu erwarten, dass die »regelmässigen« MENDELzahlen beträchtlich umgeformt werden müssen. Die gefundenen Zahlenverhältnisse sind unerwartet, brauchen daher aber nicht unerklärbar zu sein.

<sup>1</sup> Sowohl die DE VRIESschen Versuche der letzten Jahre als die von GATES beziehen sich auf Artbastarde, wodurch also das Problem noch mehr verwickelt wird. SHULL hat mit einer *rubricalyx* experimentiert, die aber gewiss aus einem Artbastard *grandiflora* × *rubricalyx* stammt.

Aus den Resultaten der Analyse des Faktors für Rotnervigkeit kann man also sehr wichtige Schlüsse auf den Abspaltungsvorgang der aberranten Typen bei *O. Lamarckiana* ziehen. Alle die scheinbar eigenartigen Variabilitätserscheinungen, die *O. Lamarckiana* aufzuweisen schien und die das Aufstellen der Theorie der Mutation von DE VRIES veranlasst haben, sind durch die klargelegten Komplikationen der Spaltung des mendelnden Faktors R **prinzipiell durchaus verständlich**.

Es ist deshalb gar nicht zu bezweifeln, dass *O. Lamarckiana* unter Berücksichtigung der Methode der reinen Linien von JOHANNSEN (hier metodisch als das Hervorbringen engster Faktorenkomplexe aufgefasst, da reine Linien in der Fassung konstanter homozygoter Genotypen bei *O. Lamarckiana* nicht vorzukommen scheinen) und der mit den vielen Erfahrungen der letzten Jahre erweiterten MENDELSchen Spaltungsregeln völlig analysiert werden kann. •

Ich muss hier besonders die Wichtigkeit der »reinen Analyse« betonen, da es sich während der letzten Jahre gezeigt hat, dass die *Oenothera*-Forscher das Problem mehr und mehr zu komplizieren geneigt gewesen sind. Fast alle haben das Experimentieren mit *Oenothera Lamarckiana* verlassen und nehmen nunmehr nur Artkreuzungen vor, als ob die »Mutationserscheinung« auf diese Weise leichter zu lösen wäre. Das ist durchaus verkehrt, falls man nicht den Wunsch hat, die Gesetzmässigkeit noch mehr zu verschleiern, um daraus die Prämissen einer Variabilität *sui generis* beizubringen.<sup>1</sup> Denn wer geht bei anderen Pflanzenarten so vor, dass er, um die Erblichkeitsverhältnisse einer abweichenden Form einer Art zu ermitteln, die Art mit einer ganz anderen Art kreuzt? Dass auf diese Weise viele interessante Tatsachen ermittelt werden können, daran ist nicht zu zweifeln, aber ebensowenig daran, dass man von der Lösung des ursprünglichen Problems sich weit entfernt hat.

Zusammenfassend möchte ich die Übereinstimmung der Vererbungserscheinungen des Faktors für Rotnervigkeit und der »Mutabilität« der *O. Lamarckiana* so ausdrücken, dass **die Spaltungsverhältnisse der Rotnervigkeit den einfachsten Fall der Mutabilität demonstrieren**. Denn diskontinuierlich abweichende, in fast allen Organen abweichende weissnervige Pflanzen gehen aus den rotnervigen hervor, und dieser Prozess wird immerfort wiederholt. Gewöhnlich ist diese Spaltung eine einfache Mendelspaltung, in anderen Fällen werden die Zahlenverhältnisse so auf ein Übergewicht an Rotnervigen verschoben, dass die Weissnervigen in einem ebenso geringen

<sup>1</sup> GATES führt die reziproken Kreuzungen zwischen *O. rubricalyx* und *O. grandiflora* so aus, dass er in einem Falle eine *grandiflora*-Pflanze, die aus Alabama (Amerika) stammt, anwendet, im anderen eine *grandiflora*-Pflanze von Birkenhead (England), wo die *grandiflora* in Beständen mit *Lamarckiana*- und *biennis*-ähnlichen Formen vorkommt!

Prozentsatz aus den Rotnervigen wie die »Mutanten« aus *O. Lamareckiana* hervorgehen. Die konstatierten Komplikationen der Vererbungsweise des Faktors für Rotnervigkeit sind keine anderen als die bei anderen Pflanzen- und Tierarten gefundenen, die bei diesen als typische Mendelphänomene betrachtet werden.

---

## V. Das Hervorbringen aberranter Phänotypen (Kombinanten) bei *O. Lamarckiana*.

### 1. Die Methode der Analyse.

Wenn uns auch die bei dem Studium des Faktors für Rotnervigkeit gewonnenen Erfahrungen die Variabilitätsprinzipien der *Oenothera Lamarckiana* verständlich machen, so ist noch viel analytische Arbeit nötig, um die faktorielle Konstitution der Art klarzulegen. Dies kann indessen auf zwei Wegen erreicht werden, nämlich einerseits durch strenge Reinzüchtung während mehrerer Generationen, anderseits durch Kreuzung der aberranten Formen unter sich und mit der Stammart. Eine diesbezügliche Analyse hat ja schon DE VRIES in grossem Umfang während der früheren Jahre seines Experimentierens vorgenommen. Leider liegen alle seine Versuche über die Kombinantenspaltung der *Oenothera Lamarckiana* vor dem Jahre 1900, also vor der Weiterentwicklung der MENDELSchen Forschung und vor dem Präzisieren des Princips der reinen Linien von JOHANNSEN, warum er auch nach einer Methode gearbeitet hat, die ja nunmehr nicht als einwandfrei betrachtet werden kann. Denn erstens hat er, obgleich er wohl meistens Selbstbestäubung vorgenommen hat, die verschiedenen Nachkommenschaften nicht getrennt gehalten, zweitens ist er von der falschen Vorstellung ausgegangen, dass *O. Lamarckiana* eine Elementarart mit nur »nicht erblicher« Variation sei. Seine experimentell ermittelte Tatsache, dass neue Phänotypen aus *O. Lamarckiana* plötzlich hervorgehen, ist natürlich richtig, um aber die Frage zu entscheiden, ob auch seine Deutung dieser Erscheinung richtig ist, dazu reicht seine experimentelle Methode nicht aus, da es später experimentell bewiesen ist, dass *O. Lamarckiana* keine Elementarart ist (*Oenothera* 1912, s. 100—113). BATESON drückt diese Kritik treffend aus, als er sagt, dass »de Vries has freely applied names to special combinations of characters and has scarcely ever instituted a factorial analysis.«

In meinen Versuchen seit 1907 habe ich nun immer strenge Reinkultur gebraucht, um das Material in Deszendenzen und Deszendenzreihen zu zerlegen,<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ich habe in »*Oenothera* 1912« den Terminus »Linie« angewandt, um die Nachkommenschaften meiner Mutterpflanzen zu bezeichnen. Da indessen JOHANNSEN seinen Ausdruck »Linie« nur in der Bedeutung »reine Linie« gebraucht haben will, ist ein Ausdruck, der nur Reihen von



in der Hoffnung, dass diese je nach der genotypischen Konstitution der Mutterpflanze verschiedene Kombinantentypen abspalten mussten.

## 2. Die Kombinanten meiner Kulturen.

Ehe ich auf die Kulturversuche eingehe, gebe ich eine Übersicht der in meinen Versuchen aufgetretenen aberranten Kombinantentypen, speziell weil diese mit einigen Ausnahmen andere sind als die in den Versuchen von DE VRIES gefundenen.

In »*Oenothera* 1912« habe ich die Phänotypen meiner Kulturen mit der Bezeichnung Komb. 1, Komb. 2 u. s. w. benannt, teils um ihre Entstehung als Neukombinationen hervorzuheben, teils um die Benennung, die ja so leicht in systematische Wertschätzung überschlägt, zu umgehen. Später habe ich es für praktischer gehalten, die aberranten, leicht erkennbaren Phänotypen mit einem konventionellen Terminus zu bezeichnen, weil derselbe bei dem Vergleich der Typen der verschiedenen Forscher für das Gedächtnis eine bessere Stütze ist als die in dieser Hinsicht schwer fixierbaren Bezeichnungen Komb. 1, Komb. 2 u. s. w. Ich muss indessen scharf betonen, dass ich die Typen gar nicht als Genotypen betrachte, sondern nur als Phänotypen. Dass ein bestimmter Phänotypus gegenüber *O. Lamarckiana* in gewissen Eigenschaften genotypisch verschieden ist, ist klar, aber unter demselben äusseren, aberranten Typus können anderseits verschiedene Genenkomplexe verstecken, wie weiter unten noch zu diskutieren ist. Die Kombinantentypen sind deshalb ebensowenig wie *O. Lamarckiana* elementare Arten, obgleich sie wohl diskontinuierliche, sehr leicht erkennbare Phänotypen bilden (mit Ausnahme jedoch der Riesentypen).

Im folgenden gebe ich eine Übersicht der Phänotypen, die in meinen Kulturen abgespaltet sind. Ich hatte beabsichtigt, durch photographische Aufnahmen alle Typen mehr treffend als es durch eine Beschreibung geschehen kann zu demonstrieren. Leider wurden aber die Pflanzen, die im letzten Jahr für die Aufnahme bestimmt worden waren, durch einen Sturm stark beschädigt, weshalb ich von einigen Typen gar keine Bilder erhalten konnte.

### Nanella-Gruppe.

#### Nanella-Typus.

Ist gerade derselbe Typus wie der de VRIESsche. Er kommt in meinen Kulturen meist in der kranken Form vor. Fig. 1 (links) zeigt in Vergleich mit *Lamar-*

---

Nachkommenschaften bezeichnet, ohne etwas über ihre genotypische Beschaffenheit auszusagen, sehr erwünscht.<sup>3</sup> JOHANNSEN schlägt »Deszendenz-Reihen« vor (90, S. 646), welchen Ausdruck ich auch im folgenden mit der Verkürzung D-Reihe oder nur Reihe benutze. Mit der Bezeichnung D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> u. s. w. gebe ich die Nummer einer Generation nach einer willkürlich gewählten Mutterpflanze an.



Fig. 1. *O. Lamarckiana* (rechts) und die krankhafte Form von *nanella* (links).



Fig. 2. Der *nanella*-Typus. Rechts ein kranker Zweig, links ein gesunder.

*kiana* (rechts) diese sehr winzige Form des Typus. Fig. 2 zeigt eine Pflanze, die rechts einen kranken Zweig aufweist, wo die Blütenknospen unentwickelt, deformiert oder grösstenteils abgefallen sind, links einen fast gesunden Zweig, wo man normale Blütenknospen sieht. — Aus dem später erwähnten *rubrisepala*-Typus habe ich Zwerge erhalten, die rot pigmentierte Knospen hatten, und die fast ganz gesund gewesen sind.

### Lata-Gruppe.

#### Lata-Typus.

Das Aussehen dieses Typus hängt von der Nervenfarbe sehr auffallend ab. Die rotnervigen *lata*-Pflanzen sind nämlich in bezug auf die *lata*-Charaktere nicht so extrem wie die weissnervigen, sondern die ersteren sind fast als »intermediär« zwischen den letzteren und *Lamarckiana* zu bezeichnen. Die rotnervigen *lata*-Pflanzen haben gewöhnlich auch etwas Pollen, nähern sich also in dieser Hinsicht dem *semilata*-Typus, während sämtliche weissnervige *lata*-Individuen meiner Kulturen ♂-steril gewesen sind. — Dem *lata*-Typus schliesst sich ein Typus nahe an, den ich

**Undulata-Typus**

nenne, weil die Blätter, die länger und schmaler als die der *lata* sind, quer über die Spreite wellenförmig gebuckelt sind, also nicht unregelmässig grossbuckelig wie bei der *lata*. Der Typus ist ausgeprägt zweijährig, während sowohl die rot- als weissnervigen *lata*-Individuen fast regelmässig im ersten Jahre blühen. Er hat reichlichen Pollen und ist bei Selbstbestäubung fertil. Dieser Typus ist niemals als weissnervig angetroffen worden, sondern alle bis jetzt gefundenen Individuen sind rotnervig gewesen. Er nähert sich in bezug auf die Mehrzahl der Charaktere sehr den rotnervigen *lata*-Formen.

**Cavifolia-Typus.**

Ist nur einmal hervorgegangen. Stimmt mit *lata* in bezug auf seine völlige ♂-Sterilität, deformierte, dicke Narben, blasse Knospen und runzelige Blütenblätter überein. Die Blüten waren kleiner als bei der *lata*. Die Blätter wichen von sowohl *lata* als von *Lamarckiana* sehr stark ab. Sie waren langgestielt, ziemlich schmal, klein, stark zugespitzt, lebhaft grün, glänzend und hatten konkave Oberseite, waren also löffelförmig. Wie *lata* niedriger als *Lamarckiana*, aber mit dickem Stengel wie bei der letzteren, während *lata* einen schmäleren Stengel als *Lamarckiana* hat.

**Gigas-Gruppe.****Gigas-Typus.**

Der von DE VRIES beschriebene *gigas*-Typus ist in meinen Kulturen niemals abgespaltet worden, wohl aber mehrere andere Typen mit stärker oder schwächer ausgeprägten *gigas*-Eigenschaften. Für alle Typen, die durch *gigas*-Eigenschaften ausgezeichnet sind, wende ich die gemeinsame Bezeichnung »Riesen-Typen« oder »Riesen-Kombinanten« an.

**Gigantea-Typus** (= Komb. 7 in »*Oenothera* 1912«).

Die Differenzen dieses Typus gegenüber *gigas* habe ich in »*Oenothera* 1912« ausführlich erörtert (S. 132—135, Fig. S. 165). Er unterscheidet sich von *gigas* hauptsächlich durch stärkere Verästelung, stärker pigmentierte Knospen, rote Blattnerven und im allgemeinen durch weniger stark ausgeprägte Riesencharaktere.

Von den beiden erwähnten Typen weicht der

**Excelsa-Typus**

sehr stark ab. Dieser ist nicht unbedeutend hochwüchsiger als *Lamarckiana*, während *gigas* niedriger als diese ist. Die Blätter sind bedeutend breiter und kräftiger als bei *Lamarckiana*, und die Nebenzweige und Seitenzweige sind spärlicher. Diese



Differenzen gehen aus Fig. 3, wo der Typus zusammen mit *Lamarckiana* photographiert ist, sehr deutlich hervor. Die Knospen sind dicker, die Blüten grösser, der Griffel und die Narben dicker, die Knospen blasser, die Früchte kürzer als bei *Lamarckiana*. Die Entwicklung des Typus ist auch langsamer als bei dieser, wes-



Fig. 3. *O. Lamarckiana* (links) und der *excelsa*-Typus (rechts). Sehr deutlich geht aus dieser Abbildung die grösseren Blätter, die spärlichere Verzweigung, die grössere Höhe und der dickere Stengel (vgl. speziell die Hauptinfloreszenzen) des *excelsa*-Typus hervor. Auch die grösseren Knospen und Blüten und die spätere Blüte (*O. Lamarckiana* ist fast abgeblüht) des *excelsa*-Typus sind ersichtlich.

halb die Blüte später eintritt. In allen den erwähnten Charakteren kommt der *excelsa*-Typus *gigas* nahe. Die Internodien sind aber länger als bei *gigas*, weshalb der Typus nicht den stark zusammengedrängten Wuchs der *gigas* hat. Die Früchte sind von *Lamarckiana*-Form (obgleich kürzer), nicht von der dicken Tonnenform der



*gigas*. Der Typus ist hochgradig selbststeril, so dass man bei Selbstbestäubung nur rudimentäre Kapseln mit fast keinem Samen erhält. Dies hängt von der schlechten Ausbildung des Pollens ab, der jedoch in ziemlich reicher Menge vorkommt. Denn

bei Kreuzung mit *Lamarckiana* und bei freiem Abblühen setzt der Typus nicht unbedeutend Samen an, während die Kreuzung der *Lamarckiana* mit dem Pollen des betreffenden Typus ohne Erfolg ist. Ich habe 5 Individuen geselbstet, immer aber Selbststerilität konstatiert. In dieser Hinsicht unterscheidet er sich sowohl von *gigas* als *gigantea*, die alle beide bei Selbstbestäubung reichlichen Samenansatz ergeben. — Der Typus kommt wohl dem von DE VRIES und STOMPS beschriebenen *semi-gigas*-Typus am nächsten.

Einen obenso charakteristischen Phänotypus der Riesengruppe wie den *excelsa*-Typus bildet der

#### Stricta-Typus.

Der Stengel dieses Typus ist sehr dick und steigt fest und starr empor, ohne oder fast ohne Seitenzweige. Auch die Nebestengel fehlen oder sind sehr spärlich ausgebildet (Fig. 4). Die Blätter sind aber gar nicht *gigas*-ähnlich, sondern ähneln viel mehr denen des *lata*-Typus [vgl. Fig. 5, wo *lata* (links) und *stricta* (rechts) zusammen aufgenommen sind], weil sie stark buckelig sind. Die Buckel sind aber nicht zerstreut wie bei *lata*, sondern geben der Spreite eine wellenförmige Ausformung wie bei dem *undulata*-Typus. Die Blattnerven sind nicht gerade, sondern geschlängelt. Die Blattstiele der Rosettenblätter steigen im unteren Teil fast gerade empor, biegen aber dann um, so dass die Spreite überhängend wird (Fig. 4 und 5). Die Blätter sind kleiner, schmaler und kürzer als bei *Lamarckiana* und *gigas*, von etwa gelblich grüner Farbe wie bei *lata*. Die Knospen sind sehr dick und kurz, die Blüten gross, der



Fig. 4. Der *stricta*-Typus.

Griffel und die Narben dick, die Früchte sehr kurz und tonnenförmig. In diesen letzt genannten floralen Eigenschaften stimmt der Typus vollkommen mit *gigas* überein, ebenso wie hinsichtlich des dicken Stengels und der sehr spärlichen Verästelung. Die Blätter waren aber, wie schon erwähnt, nicht *gigas*-ähnlich. Auch die Farbe der Knospen stimmt nicht mit der des *gigas*-Typus überein, weil sie

durch eine stärkere Rotfärbung als bei diesem ausgezeichnet sind, die sogar etwas stärker als bei *Lamareckiana* ist. Auch ist sie keine Ganzfärbung, sondern tritt in Streifen oder Flecken auf, nähert sich also in dieser Hinsicht dem *rubrinervis*-Typus (vgl. unten). Die Form der Knospen weicht auch von der des *gigas*- und



Fig. 5. Noch nicht blühende Individuen von dem *stricta*-Typus (rechts) und dem *lata*-Typus (links).  
Vgl. die grosse Differenz in der Höhe und der Dicke des Stengels und die Übereinstimmung in bezug auf die starke Buckeligkeit der Blätter.

*excelsa*-Typus ab. Die letztgenannten haben nämlich fast runde Knospen, während die des *stricta*-Typus viereckig wie bei *Lamareckiana* sind.

Der Typus ist hochwüchsig wie *Lamareckiana*. Er hat dieselbe späte Entwicklung wie *gigas*, *gigantea* und *excelsa*, blüht also bedeutend später als *Lamareckiana* und wird sogar oft zweijährig.



Dem *stricta*-Typus schliesst sich die in Fig. 6 abgebildete Pflanze  $47/204-13$  an. Sie unterschied sich aber von diesem, wie ein Vergleich der Fig. 6 und 5 (rechts) zeigt — die Pflanzen der beiden Typen in demselben Entwicklungsstadium demonstrieren — sehr beträchtlich in bezug auf die sehr kurzen Internodien und folglich den sehr gedrungenen Wuchs, der dem Typus das »konzentrierte« Habitusbild der *gigas* gab, während *stricta* kaum mehr »konzentriert« als *Lamarckiana* ist.



Fig. 6. Riesentypus  $47/204-13$ , der eine Zwischenform zwischen *stricta* (Fig. 4) und *gigas* (Fig 8, in der Mitte) bildet.

Der Stengel war sehr stark wie bei *gigas*, aber gefurcht wie bei *stricta*. Die Blätter ähnelten den *stricta*-Blättern, waren aber grösser und breiter, stärker zugespitzt, dunkelgrün-blaugrün, also nicht mit einem Stich ins gelbliche wie bei *stricta*. Die Knospen waren dick und kurz, abgerundet und blass wie bei *gigas*. Griffel und Narben sehr dick, die letzteren oft überzählig und ungleich lang, etwas deformiert wie bei *lata*. — Die Blüte dieses eigentümlichen Typus, der *gigas*- und *stricta*-Eigenschaften kombiniert, trat so spät ein, dass reifer Samen nicht erhalten werden konnte.

Es erübrigt noch einige aus *Lamarckiana* abgespaltete Riesenformen zu erwähnen, die Abstufungen zwischen den oben angeführten Typen und *Lamarckiana* bilden.

In einer Deszendenz 1914 trat ein Individuum,  $22/124$ , auf, das eine Abstufungsform zwischen *Lamarckiana* und *gigantea* bildete. Obgleich die Pflanze weissnervig war, also nicht den auf die Rieseneigenschaften hemmend wirkenden Faktor R besass, waren

diese weniger ausgeprägt als bei *gigantea*. Die Blätter waren kaum grösser als bei *Lamarckiana* und sie hatten ungefähr das Aussehen der rotnervigen Individuen dieser Art. Der Stengel war kaum stärker und die Internodien nicht kürzer als bei den Schwesterindividuen der Deszendenz, die von normalem *Lamarckiana*-Aussehen waren. Die Knospen waren stärker pigmentiert als bei den weissnervigen Schwesterpflanzen, sogar stärker als bei den rotnervigen, und fast von demselben Pigmentierungsgrad wie beim *gigantea*-Typus. Sie waren deutlich grösser

und dicker als die *Lamarckiana*-Knospen, nicht aber so gross als die der *gigantea*. Die Blüten waren etwas grösser als die der *Lamarckiana*-Pflanzen derselben Deszendenz. Der Griffel und die Narben waren von ausgeprägtem Riesenaussehen, wenn auch nicht ganz so dick wie bei *gigantea*. Die Pflanze blühte sehr spät, und reifer Samen wurde nicht erhalten. Einige geselbstete Blüten schienen jedoch recht guten Samenansatz zu ergeben, jedenfalls besser als bei *excelsa*, nicht aber so gut als bei *gigantea* und *gigas*. In bezug auf die späte Blütezeit, die Knospen, den Griffel und die Narben hatte sie also Rieseneigenschaften, obgleich schwächer ausgebildet als bei dem *gigantea*-Typus, sonst war sie *O. Lamarckiana* ähnlich, mit Ausnahme jedoch der Knospenpigmentierung, die etwas stärker als bei dieser war.

In einer anderen Deszendenz 1914 wurde eine Riesenform abgespaltet (<sup>32</sup>/<sub>25</sub>), die von der letzt erwähnten durch etwas stärker ausgeprägte Rieseneigenschaften abwich, die sich auf alle Organe (die bei dem *gigas*-Typus verändert werden) bezogen. Die Pflanze ähnelte sehr *gigantea*, auch in der Hinsicht, dass sie starke Verästelung sowohl bei den Rosettenblättern als bei den Stengelblättern hatte. Sie war aber weissnervig, blühte ebenso früh als die *Lamarckiana*-Pflanzen der Deszendenz und war, obgleich pollenreich, fast ganz selbststeril. Die Knospen waren ebenso stark pigmentiert wie bei *gigantea*.

In einer dritten Deszendenz erhielt ich eine Pflanze, <sup>17</sup>/<sub>28</sub>—14, die an die beiden letzterwähnten, dem *gigantea*-Typus nahekommenden Riesen bezüglich einiger Eigenschaften, nicht aber aller erinnerte. Die Blätter waren sehr gross und kräftig, aber sehr lang und langgestielt, fast glatt. Die Knospen waren ganz von der Form und Grösse der *Lamarckiana*, viereckig, fast noch mehr zugespitzt und mit längeren freien Spitzen der Kelchblätter als bei dieser. Von den dicken, rundlichen, grossen *gigas*-Knospen war gar nichts zu sehen; die Variabilität verlief eher in der entgegengesetzten Richtung. Die Blüten waren etwas kleiner als die der Schwesterindividuen der Pflanze, obgleich sie später blühte als jene, also ihre ersten Blüten, die plusmodifiziert sind, sich gleichzeitig mit den späteren, minusmodifizierten Blüten der Schwesterpflanzen zeigten. Der Griffel und die Narben waren indessen deutlich riesenartig. Die Pflanze blühte so spät, dass eine Samenentwicklung gar nicht stattfand, weshalb ihre Fertilitätsverhältnisse nicht ermittelt werden konnten.

Diese Kombinante hatte also Blätter, die *gigantea*-ähnlich waren, aber sehr lang, Griffel und Narben von Riesenform, aber keine Rieseneigenschaften in bezug auf die Knospen oder die Blütengrösse.

Von *excelsa* habe ich zusammengekommen 18 Individuen aus *Lamarckiana* erhalten. Von diesen sind 17 hochwüchsiger als *Lamarckiana* gewesen, ein einziges



Individuum ( $^{20}/_{41}$ ), das übrigens vollständig den *excelsa*-Typus repräsentierte, war aber niedriger als ihre *Lamarckiana*-Schwestern, und die Differenz der Höhe war ungefähr dieselbe wie zwischen der *Lamarckiana* und dem DE VRIESschen *gigas*-Typus.

Unter den übrigen 17 *excelsa*-Pflanzen wich eine ( $^{30}/_{65}$ —14) durch fast glatte Blätter und ziemlich stark rote Knospen von den übrigen ab, war aber in anderen Eigenschaften ein ausgeprägter *excelsa*-Typus.

Aus dem Mitgeteilten geht hervor, dass wir Riesen von mehreren Abstufungen und oft von nur partieller Ausbildung der Rieseneigenschaften des *gigas*-Typus von DE VRIES' haben.

Totale Riesenabstufungen zwischen der *Lamarckiana* und dem *gigas*-Typus bilden  $^{32}/_{25}$ —14, der *excelsa*- und der *gigantea*-Typus. Partielle Riesentypen oder partielle Abstufungen des Riesentypus bilden  $^{22}/_{124}$ ,  $^{17}/_{28}$ ,  $^{20}/_{41}$ ,  $^{30}/_{65}$ , der *stricta*-Typus und  $^{47}/_{204}$ .

Die Typen, die durch pigmentierte Knospen ausgezeichnet sind, haben gewöhnlich auch glatte und lange Blätter, jedoch nicht immer. So hat z. B. der *stricta*-Typus ziemlich stark pigmentierte Knospen, aber extrem kurze und buckelige Blätter, während die Knospen der  $^{17}/_{28}$ —14, die extrem lange Blätter hatte, wenig gefärbt waren.

Es darf in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben, dass die Typen der *lata*-Gruppe auch als partielle Riesen betrachtet werden müssen. Die Übereinstimmung dieser beiden Typengruppen ist eine sehr grosse, wie ich schon in »*Oenothera* 1912» (S. 149) hervorgehoben habe. Der *lata*-Typus hat z. B. niedrigen Wuchs, grosse, breite, sehr stark buckelige Blätter, schwache Verästelung, kurze Hauptinfloreszenz, blasse, dicke, runde und kurze Knospen, dicken Griffel, sehr grosse Narben und kurze Früchte, lauter Eigenschaften, die typische Riesenmerkmale sind. Fast die einzige Eigenschaft des *lata*-Typus, die nicht von Riesenatur ist, ist der dünne, schlaffe Stengel, der ja gerade das entgegengesetzte Extrem der Variation des *gigas*-Stengels darstellt. *Lata* ist also als ein partieller Riesen-Typus zu betrachten.

Die ♂-Sterilität bildet keine für den *lata*-Typus charakteristische Eigenschaft, denn die rotnervigen *lata*-Pflanzen haben Pollen, und man hat ja auch in der *semilata* eine ♂-fertile Form dieses Typus. Andererseits sind der *excelsa*-Typus und der Riesentypus  $^{32}/_{25}$  fast ganz selbststeril, und DE VRIES hat auch ein Individuum des *gigas*-Typus gefunden, das ganz selbststeril war (129, S. 299.)

### Rubrinervis-Gruppe.

Die Rotnervigkeit bildet nicht die charakteristische Eigenschaft dieser Gruppe, was ja schon daraus zu ersehen ist, dass Pflanzen mit *Lamarckiana*-Aussehen rotnervig sein können. Es ist vielmehr die Rotfärbung der Knospen, die al-

len Pflanzen gemeinsam ist, die sich dem *rubrinervis*-Typus von DE VRIES anschliessen.

In meinen Kulturen habe ich vier verschiedene Phänotypen erhalten, die zu dieser Gruppe gehören. Keiner dieser Typen scheint aber mit *rubrinervis* von DE VRIES identifiziert werden zu können und ebensowenig mit der von SCHOUTEN beschriebenen *O. blanda*.

Es ist hier auch nochmals darauf hinzuweisen, dass einige der Riesenkombinanten (*gigantea*,  $^{22}/_{124}$ ,  $^{32}/_{25}$ , *stricta*) stärker gefärbte Knospen als *Lamarckiana* hatten. GATES, der meinen *gigantea*-Typus in seinen Kulturen gehabt hat, meint, dass er die Knospentypenpigmentierung von *rubrinervis* hat. Richtiger ist wohl zu sagen, dass der Typus sich bezüglich der Pigmentierung der *rubrinervis*-Gruppe nähert oder eine Abstufung zwischen *Lamarckiana* und dem unten zu erwähnenden *rubrisepala*-Typus bildet. Die rote Farbe ist nicht so intensiv, aber von derselben Ganzfärbung wie bei dem letzt erwähnten Typus.

In einer Deszendenz aus dem *gigantea*-Typus (30—12) habe ich nebst 12 Pflanzen mit *rubrinervis*-ähnlichen Knospen ein einziges Individuum erhalten, das ganz pigmentfreie, gelblich grüne Knospen hatte, die *gigas* oder dem unten beschriebenen *pallida*-Typus ganz ähnlich, also pigmentärmer als die der *O. Lamarckiana* waren. Die Nachkommenschaft dieser Pflanze, die 59 Individuen enthielt, war in bezug auf die Knospenfarbe konstant. P<sub>1</sub> der betreffenden Deszendenz enthielt 66 Pflanzen, und P<sub>2</sub> 8 Pflanzen, die alle stark rotgefärbte Knospen hatten. Dieser Fall ist interessant, weil eine Form mit dieser Knospenfarbe niemals aus *Lamarckiana* in meinen Kulturen abgespalten worden ist, wohl aber kann ich einen Typus mit derartigen depigmentierten Knospen zu jeder beliebigen Zeit hervorstellen durch eine Kreuzung zwischen dem unten erwähnten *rubrisepala*-Typus und *Lamarckiana*. — Die Knospentypenpigmentierung scheint die speziellen Riesenmerkmale nicht zu beeinflussen, jedenfalls nicht in dem Grade wie der Faktor R, denn die erwähnte depigmentierte Deszendenz hatte das Aussehen des Typus der *gigantea*, nicht der *gigas*.

Die Schwankungen in der Intensität der Knospenfarbe bei der *gigantea* sind ziemlich gross. Extremvarianten nach der Plusseite treten auf, die sehr intensiv braunrote Knospen mit einem violetten Hauch haben. Bei diesen sind auch die Blätter schmaler, mehr graugrün und glatter und die Stengel stärker rotgefärbt als bei den Durchschnittspflanzen. Die Nachkommen einer dergleichen Pflanze haben aber grösstenteils das Aussehen des Durchschnittstypus der *gigantea*. Ob sie »nicht erbliche« Phänovarianten sind oder komplizierten genotypischen Verhältnissen ihr Entstehen verdanken ist mir noch nicht klar, da ich nur zwei kleine Deszendenzen dergleichen Pflanzen aufgezogen habe. Die letzte Alternative scheint mir wahrscheinlich, weil eine solche Variabilität, die in der erwähnten Weise die ganze Pflanze umgestaltet, bei den übrigen Typen der *rubrinervis*-Gruppe nicht zu beobachten ist.

**Curta-Typus.**

Dieser Typus kommt von den in meinen Kulturen abgespalteten Formen mit stark pigmentierten Knospen der DE VRIESschen *rubrinervis* am nächsten. Die Knospen sind auffallend stärker gefärbt als die der *Lamarckiana*, nicht über die ganze Fläche, sondern rotgefleckt oder mit acht breiten Längsbändern von rotem Pigment auf gelben Grund. Sie stimmen vollkommen mit den gefärbten Abbildungen der *rubrinervis*-Knospen, die in GATES' Abhandlung 58, Taf. 6 zu sehen sind, überein. Aber fast nur bezüglich der Knospenfarbe ist der Typus von *rubrinervis*-Charakter. Die schmalen Blätter, den zigzagförmigen Stengel und die Sprödigkeit der Zweige, Eigenschaften, die auch den *rubrinervis*-Typus auszeichnen, hat der *curta*-Typus nicht. Statt dessen treten gewisse Riesencharaktere sehr deutlich zur Schau.



Fig. 7. Rosette des *curta*-Typus.

Die Rosette erinnert etwas an die des *stricta*-Typus. Die Blätter sind aber auffallend kurz und kurzgestielt, und die Spreite ist längs des Mittelnervs stark runzelig, sonst aber fast glatt. Zufolge der kurzen Blattstiele ist die Rosette sehr dichtblättrig (Fig. 7). Die Blattfarbe geht etwas in Graugrün über. Die Pflanze ist von niedrigerem Wuchs als *Lamarckiana*, ungefähr so hoch wie *gigas*, wie aus Fig. 8 hervorgeht, wo diese drei Typen nebeneinander photographiert sind. Man sieht hier auch, dass die Internodien sehr kurz sind, weshalb die Blätter sehr dicht sitzen.

Das Habitusbild wird deshalb sehr gedungen, ungefähr wie bei *gigas*. Der Stengel ist sehr dick, wie bei *stricta* gefurcht, und die Nebestengel kräftig ausgebildet, während sie bei *rubrinervis* fast fehlen. Die Knospen sind grösser und länger als bei *Lamarckiana*, stark zugespitzt, vierkantig, also von *gigas*-Grösse aber nicht von *gigas*-Form. Griffel sehr lang, so dass die Narben, die kürzer als bei *Lamarckiana* sind, die Staubblätter hoch überragen. Die Früchte sind kurz und dick fast wie bei *gigas*, während *rubrinervis* lange Früchte wie die der *Lamarckiana* hat. Der Pollen ist sehr reichlich und gut ausgebildet, und der Samenanatz ist sehr reichlich. Der Typus blüht später als *Lamarckiana*, aber nicht so spät als *gigas*. — Der Typus kombiniert also Riesenmerkmale (gedungenen Wuchs, dicken Stengel, grosse Knospen, kurze Früchte, späte Entwicklung) mit Eigenschaften von *Lamarckiana* (Knospenform, kräftige Nebenzweige, zähe Zweige), *rubrinervis* (Knospenpigmentierung, Farbe der Blätter) und *stricta* (gewisse Blattcharaktere, gefurchter Stengel).



**Rubrisepala-Typus.**

Die Knospen dieses Typus sind sehr intensiv und über die ganze Fläche stark purpurrot gefärbt, so dass nur acht sehr schmale, oft undeutliche Streifen längs der Mittelnerven und der Zusammenfügungsstellen der Kelchblätter die grüne Grundfarbe der Knospen zeigen. Durch die Ganzfärbung der Knospen stimmt er mit dem *rubricalyx*-Typus von GATES überein, aber der letztere Typus ist noch intensiver pigmentiert. Die Färbung breitet sich bei *rubricalyx* auch über das Hypanthium



Fig. 8. *O. Lamarckiana* (links), *gigas* (in der Mitte) und *curta* (rechts). Der niedrigere Wuchs und das »konzentrierte« Habitusbild der beiden letzteren Typen gegenüber *Lamarckiana* sowohl als die grössere Blattbreite des *gigas*-Typus gegenüber *curta* und *Lamarckiana* geht aus der Abbildung hervor.

aus, während *rubrisepala* gelbgrünes Hypanthium hat, das nur schwach rotgestreift ist. Auch in bezug auf die schmalen, ziemlich langen, grau- oder gelblichgrünen Blätter ähnelt *rubrisepala* dem *rubrinervis*-Typus. Er weicht indessen von diesem durch zahlreiche und kräftige Nebenzweige, geraden Stängel, zähe Zweige und fast ganz glatte Blätter ab. Die Brakteen sind aber ziemlich stark buckelig. Von allen meinen Kombinantien blüht diese am frühesten und auch spät in der Saison ausgesetzte Pflanzen entwickeln sich schon im ersten Jahre zur Blüte. Die Blüten sind deutlich stärker gelb als bei *Lamarckiana*. Die Unterschiede zwischen der *rubri-*



*sepala* und *Lamarckiana* werden sehr gut von Fig. 9 demonstriert. Die erstere ist etwas niedriger, hat kleinere und glattere Blätter und etwas kleinere und kürzere Knospen als die letztere.

Der *rubrinervis*-Gruppe schliessen sich folgende zwei Typen an, die ganzgefärbte, blassrote Knospen haben, die jedoch deutlich stärker pigmentiert sind als bei *O. Lamarckiana*.



Fig. 9. *O. Lamarckiana* (links) und der *rubrisepala*-Typus (rechts). Der etwas niedrigere Wuchs und die schmälere, glattere Blätter des *rubrisepala*-Typus sind aus der Figur ersichtlich.

#### **Longepetiolata-Typus.**

Zeichnet sich durch sehr langgestielte sowohl Rosetten als Stengelblätter aus. Die Spreite ist kurz und breit, stark buckelig, graugrün. Die grösste Breite der Spreite der Stengelblätter liegt an der Mitte, von der sie ziemlich scharf sich beiderseits verengt. Diese Blattform ist für den Typus sehr charakteristisch und gibt ihm ein sehr ausgeprägtes Aussehen. Die Blüten sind deutlich kleiner als bei der *Lamarckiana*. Leider konnte ich aus dem oben erwähnten Grund (S. 52) keine Aufnahme dieses eigentümlichen Typus machen.

**Bienniflora-Typus.**

Niedriger Typus, der fast kaum mehr als die halbe Höhe der *Lamarckiana* erreicht. Erinnt an *rubrisepala* durch glatte, graugrüne Blätter, die jedoch bedeutend kleiner als bei dieser sind. Obgleich die Pflanze klein ist, ist sie jedoch nicht schwach, sondern sowohl der Stengel als die zahlreichen Seitenzweige sind sehr dick und fest. Die Blüten sind sehr klein, nicht viel grösser als bei *O. biennis*, und die Staubblätter erreichen die Basis der Narben. In dem letzt



Fig. 10. Der *pallida*-Typus.

erwähnten Charakter geht sie also vollkommen ausserhalb der arttrennenden Variabilitätsgrenze der *O. Lamarckiana* und stimmt mit *O. biennis* überein. Den Typus habe ich zweimal erhalten, aber ihre Nachkommenschaft steht noch aus. Von einer Kreuzung mit *O. biennis* kann gar nicht die Rede sein. Da ich die Kreuzung *O. Lamarckiana*  $\times$  *O. biennis* in mehreren Nachkommenschaften in meinen Kulturen gehabt habe, läge die Vermutung nahe, dass die betreffenden Pflanzen zufällige Einmischungen von den Samenkasten mit diesen Nachkommenschaften wären. Das

ist aber aus dem Grunde ganz ausgeschlossen, dass ich nie diesen Typus in den Nachkommenschaften der erwähnten Kreuzung gesehen habe. Hier liegt also ein Fall vor, wo typische *biennis*-Eigenschaften aus *O. Lamarckiana* abgespaltet werden (kleine Blüten und Narben zwischen den Antheren liegend).

Die unten zu erwähnenden Typen lassen sich nicht in die obigen *lata*-, *gigas*- und *rubrinervis*-Gruppen phänotypisch fügen. Dass indessen ein Typus, der gerade das entgegengesetzte Extrem der charakteristischen Eigenschaft einer Typengruppe repräsentiert, jedoch mit dieser Gruppe genotypisch nahe verwandt sein kann, zeigt der

#### **Pallida-Typus.**

Diesen Typus habe ich nie aus *Lamarckiana* erhalten. Man kann ihn aber, wenn man will, herstellen, falls man den *rubrisepala*-Typus mit *Lamarckiana* kreuzt. In der  $F_1$  erhält man ihn in einem beträchtlichen Prozentsatz. Er ist vor allem durch seine sehr blasse, gelbe Knospen ausgezeichnet, die fast ganz ohne Pigment, also bedeutend blasser als die *Lamarckiana*-Knospen sind. In dieser Hinsicht stimmt er am meisten mit den *lata*- und *gigas*-Typen überein. Auch die Form der Knospen nähert sich der *gigas*- und *lata*-Form, indem sie rundlich, nicht viereckig sind. Bezüglich der Grösse sind sie aber typische *Lamarckiana*-Knospen. — Die Rosettenblätter sind etwas länger und grösser als bei *Lamarckiana*, die Stengelblätter aber kaum grösser, von charakteristischer Form, indem die Oberseite konvex ist. Sie hängen stark herab, bedecken und verbergen oft den Stengel. Die Nebenstengel und Seitenzweige sind sehr zahlreich, lang



Fig. 11. Der *dependens*-Typus.

und schlank und steigen in grossem Winkel schräg aufwärts, was der Pflanze ein breites, üppiges Habitusbild verleiht (Fig. 10). Die Blüten sind von der Grösse der *Lamarckiana*-Blüten, aber stärker gelb. Der Typus stimmt also nur in bezug auf die reiche Verzweigung und die stärker gelben Blüten mit der *rubrisepala* überein, obgleich er offenbar mit dieser genotypisch nahe verwandt sein muss.



**Dependens-Typus.**

Repräsentiert die meist abgespaltete Kombinate meiner Kulturen. Der Typus ist durch sehr starke Verzweigung und schmale, schlanke Zweige ausgezeichnet, gleicht also in dieser Eigenschaft dem *pallida*-Typus. Die Zweige steigen aber nach einer bogenförmigen Biegung fast vertikal aufrecht, weshalb der Typus ein schmales Habitusbild erhält (Fig. 11, vgl. Fig. 10). Die Blätter des Hauptstengels sind sehr charakteristisch geformt, dachförmig. Die beiden Hälften der Spreite liegen nämlich nicht in einer Ebene, sondern stossen längs des Mittelnervs in einem stumpfen Winkel zusammen. Sie hängen stark herab und bedecken oft fast ganz den Stengel (vgl. Textfig. 10 in »*Oenothera 1912*«). Sie sind kleiner als die *Lamarckiana*-Blätter, dunkelgrün, glänzend, fast glatt. Die Brakteen sind sehr kurz, breit und buckelig, weichen also von dem Aussehen der Stengelblätter sehr stark ab. Die Knospen sind von *Lamarckiana*-Form, aber etwas kleiner und nicht so stark vierkantig, rein rotgefärbt, nicht braunrot wie die der *Lamarckiana*. Die Blüten sind kleiner als die *Lamarckiana*-Blüten, etwas stärker gelb, stark glockenförmig, also nicht ausgebreitet, tellerförmig wie bei dieser. Die Kronenblätter sind schmaler als bei *O. Lamarckiana*, längs des Mittelnervs mit einer Erhöhung, in der Kante oft geschlitzt. Die Früchte sind kurz und dick, fast von *lata*-Form, aber kleiner, aufrecht stehend, fast dem Stengel angedrückt.

Die als Komb. 5 in »*Oenothera 1912*« beschriebene Pflanze gehört gewiss diesem Typus an. Weil aber die Hauptinfloreszenz beschädigt worden war, waren die Blüten nicht ganz normal ausgebildet, und auch die Verzweigung wich ab. Die Beschreibung der Pflanze weicht deshalb in einigen Punkten von der hier gegebenen ab, besonders darin, dass die Blüten kurzen Griffel haben sollten, so dass die Antheren um die Narben standen. Die vermuteten *biennis*-Eigenschaften des Typus sind also gewiss auf den Nahrungsmangel der vielen, als Ersatz für die beschädigte Hauptinfloreszenz ausgebildeten Nebeninfloreszenzen zurückzuführen. Dass aber der Typus jedoch eine Kombination der Eigenschaften verschiedener Typen ist, wie ich in »*Oenothera 1912*« hervorhob, ist richtig. Er hat die Verästelung der *rubri-sepala*, dunkelgrüne Blätter wie *scintillans*, Blattform und Blattrichtung der *pallida* und Früchte der *lata*.

Eigentümlich ist, dass dieser Typus, der der in meinen Kulturen gewöhnlichst auftretende ist, mit keinem der DE VRIESSchen Typen identifiziert werden kann. Ich glaubte anfangs, dass er ein *oblonga*-Typus war, denn *oblonga* ist die gewöhnlichste Kombinate der DE VRIESSchen Kulturen. Das ist aber nicht möglich, denn *oblonga* ist ein schwacher, niedriger, unverzweigter, pollenarmer, sehr kurz und kleinfrüchtiger Typus. Einen dergleichen Typus habe ich nie in meinen Kulturen gesehen, und da DE VRIES keinen gefunden hat, der mit *dependens* identifiziert werden kann, so muss die gewöhnlichst auftretende Kombinate in den Kulturen von DE VRIES und in den meinigen verschieden sein.



**Crispa-Typus.**

Dieser Typus ähnelt in der Mehrzahl der Eigenschaften der *Lamarckiana*. Die Blätter sind aber gelblich grün, stark buckelig mit wellenförmig gekräuselter, zurückgebogener Kante. Die Buckel der Oberseite, speziell der unteren Stengelblätter, wurden in Hochsommer rotgefleckt, so dass die Pflanzen schon in einer Entfernung prächtig rot erschienen. — Von diesem Typus habe ich eine Pflanze erhalten, die deutlich schmalblättriger als die Durchschnittspflanzen war. Ihre Nachkommenschaft habe ich noch nicht aufgezogen.

**Flavescens-Typus.**

Habituell ganz *Lamarckiana*-ähnlich, aber die Blätter sind partiell diffus gelb fleckig, speziell an der Spitze. Der Typus ist in »*Oenothera* 1912» (S. 108—110) näher erwähnt.



Fig. 12. Rosette von *albida*.

**Albida-Typus.**

Ein schwacher Typus mit weissgrünen, schmalen Blättern, die konkave Oberfläche haben, also löffelförmig sind (Fig. 12). Die Rosette hat ausgeprägte Tendenz zu Zweijährigkeit, was wohl aber in Zusammenhang mit der geringen Assimilationsfähigkeit der Blätter steht. Die Blätter sind sehr chlorophyllarm, was schon aus ihrer weisslichen Farbe hervorgeht. In einigen Fällen hat der Typus Stengel getrieben, ist aber niemals vor Beginn des Winters so weit gediehen, dass er zu blühen angefangen hat. Die Rosetten sterben während des Winters regelmässig ab. Ist wohl derselbe Typus, der DE VRIES *albida* genannt hat.

**Obscura-Typus.**

Dieser Typus stimmt mit DE VRIES' *scintillans*-Typus in der Mehrzahl der Eigenschaften überein. Die Blätter sind dunkelgrün mit breitem Mittelnerv, glänzend, glatt. Der Blattrand ist etwas zurückgebogen. Sehr charakteristisch ist die lange Hauptinfloreszenz, die fast doppelt so lang als der Stengel ist. Der noch nicht aufgeblühte Teil der Infloreszenz überragt beträchtlich

die neu ausgeschlagenen Blüten (Fig. 13). Die Kandelaberzweige sind wie die Hauptinfloreszenz sehr lang. Der Typus ist etwas niedriger als *Lamarckiana*, aber höher als *gigas* und *curta*. Der Stengel ist stärker behaart als bei *Lamarckiana* und dicht mit roten Punkten besetzt. Die Knospen sind blasser als die der *Lamarckiana*, die Blüten kleiner. Die Früchte sind stark behaart, lang aber ziemlich schmal, samenreich, während DE VRIES für *scintillans* angibt, dass die Früchte kurz und dick, nur halb so lang wie die der *Lamarckiana* sind. Es scheint also kleinere Differenzen zwischen dem betreffenden Typus und dem *scintillans*-Typus zu geben. Auch die Erblichkeitsverhältnisse sind verschieden, wie ich weiter unten auseinandersetzen werde.



Fig. 13. Der *obscura*-Typus.



Fig. 14. *Elliptica*-Typus, sehr schmalblättrig.

Von dem *obscura*-Typus habe ich auch eine Zwergpflanze erhalten.

#### **Elliptica Typus.**

Schmalblättrige Typen habe ich mehrere erhalten, die viele Gradationen der Blattbreite zwischen *Lamarckiana* und dem in Fig. 14 abgebildeten, sehr schmalblättrigen Typus gebildet haben.

Ausser den hier erwähnten Typen habe ich noch einige Rosetten erhalten, die sowohl von diesen als von der *Lamarckiana* verschieden gewesen sind. Da ich sie aber nicht zur Stengelbildung oder Blüte gebracht habe, ist es nicht möglich zu entscheiden, ob sie erblich differente Typen gewesen sind.

### 3. Vergleich der Phänotypen-Kombinanten der DE VRIESSchen und der meinigen Kulturen.

Wie aus der obigen Übersicht hervorgeht sind die in meinen Kulturen aus *O. Lamarckiana* abgespalteten Phänotypen grösstenteils ganz andere als die in den Kulturen von DE VRIES vorkommenden. Von den DE VRIESSchen Typen habe ich nur *lata*, *nanella*, *albida*, und vielleicht *scintillans* und *elliptica* erhalten, während seine gewöhnlichste Kombinate, *oblonga*, nie in meinen Kulturen aufgetreten ist und ebensowenig *rubrinervis*, *gigas* oder *leptocarpa*. Aber neue Kombinate, die partiell oder graduell *gigas*-oder *rubrinervis*-Eigenschaften gezeigt haben, sind in meinen Kulturen abgespalten worden. So *gigantea*, *excelsa*, *stricta* und noch 6 Typen, die infolge Rieseneigenschaften mit *gigas* zu einer *gigas*-Gruppe zusammengestellt werden können, und *curta*, *rubrisepala*, *longepetiolata* und *bienniflora*, die mit *rubrinervis* in einer Gruppe mit stärker pigmentierten Knospen als die der *O. Lamarckiana* zusammen zu stellen sind. Zu einer Gruppe mit *lata* und *semilata* sind *undulata* und *cavifolia* zu vereinigen, und *scintillans* kommt *obscura* sehr nahe. Typen, die sich nicht in die erwähnten Gruppen einordnen lassen, sind *pallida*, *dependens*, *crispa* und *flavescens*. Zusammengefasst habe ich 19 neue Kombinate aus *O. Lamarckiana* und eine aus Kreuzung (*pallida*) erhalten.

Die Ursache dieser abweichenden Resultate der DE VRIESSchen und der meinigen Versuche ist wohl ganz klar. Sie kann keine andere sein, als dass mein Ausgangsmaterial **genotypisch** ein anderes gewesen ist als das von DE VRIES, obgleich meine *Lamarckiana*-Rasse als **Durchschnittstypus** von der DE VRIESSchen gar nicht zu unterscheiden ist. Denselben Schluss, den ich aus meinen Studien mehrerer Eigenschaften der *Lamarckiana* ziehen musste («*Oenothera* 1912»), nämlich dass sie keine genotypisch einheitliche Elementarart sei, weil erbliche Differenzen innerhalb der Art konstatiert werden konnten, muss man auch aus ihren jetzt ermittelten Spaltungsvorgängen ziehen. Es ist nämlich gar nicht so, dass jede *Lamarckiana*-Pflanze bei genügend grosser Samenvermehrung gerade die von DE VRIES beschriebenen Phänotypen und alle diese in einem bestimmten Prozentsatz ergeben muss. Denn gerade der gewöhnlichste Phänotypus in den DE VRIESSchen Kulturen (*oblonga*) fehlt vollkommen in den meinigen, und meine gewöhnlichste Phänotypen (*dependens*, *stricta*, *rubrisepala*) fehlen in den Kulturen von DE VRIES entweder völlig, oder sie sind andere Eigenschaftskombinationen als die meinigen. Da eine erbliche morphologische Differenz zweier Typen nicht ein Ausdruck für



genotypische Gleichheit sein kann, und da die *Lamarckiana*-Rasse von DE VRIES und die meinige ganz oder partiell verschiedene, erbliche Phänotypen abspalten, so kann *Oenothera Lamarckiana* absolut keine Elementarart sein.

Es liegt ja dann nahe zu erwarten, dass die Rassen weiter genotypisch zerlegt werden können, so dass ich innerhalb meiner Rasse Deszendenzreihen aus verschiedenen Pflanzen erhalten könnte, die verschiedene Kombinanten abspalten. Was meine während dreier Jahre fortgesetzten Züchtungsversuche in dieser Hinsicht lehren, werden wir deshalb ermitteln.

#### 4. Die Abspaltung der Kombinanten (»die Mutation«) innerhalb der verschiedenen Deszendenzreihen der *O. Lamarckiana*.

Seit 1911 habe ich hauptsächlich drei der in diesem Jahre aufgezogenen Deszendenzen verfolgt, nämlich 5—1911, von der ich D-Reihen dreier Generationen habe, und die Kreuzungen  $3 \times 1$  und  $1 \times 2$ , die bis jetzt nur bis zu  $D_2$  analysiert sind (von  $3 \times 1$  habe ich jedoch zwei ziemlich kleine  $D_3$ -Reihen aufgezogen). Die Ursache, dass ich gerade diese Deszendenzen auswählte, war, dass 5—1911 für Polymerie in bezug auf die Rotnervigkeit verdächtig war,  $3 \times 1$  eine Kreuzung gelbflechtig (*flavescens*)  $\times$  grün war, und  $1 \times 2$  eine Kreuzung in bezug auf andere Chlorophylldifferenzen bildete (vgl. »*Oenothera* 1912« S. 106 u. f.).

Mein Studium der Chlorophylldifferenzen wurde aber teils durch mein Übersiedeln nach Weibullsholm, wo mir die nötigen Arbeitsmittel für dergleiche Studien nicht zur Verfügung standen, teils durch mangelnde Zeit, weil meine Kulturen an Umfang wesentlich sich ausdehnten, unmöglich gemacht. Innerhalb aller Reihen habe ich also meine Aufmerksamkeit bis jetzt nur der Nervenfarbe und dem Abspalten der Kombinanten widmen können.

Die Kulturen stammen also wie erwähnt aus vier *Lamarckiana*-Pflanzen, nämlich die Pflanze 5—1910 und die Kreuzungen der Pflanzen 1, 2 und 3 1910. In den Stammbäumen I, II und III habe ich die 3 Hauptkulturen in der Stammbaumform wiedergegeben unter Angabe der Feldnummern, der Zahl der Pflanzen (bei den rotnergigen Deszendenzen die Verhältniszahl Rotnervige: Weissnervigen, von der die erste Zahl immer die Rotnervigen angibt, die letztere die Weissnervigen) und die abgespalteten Phänotypen-Kombinant. Einige fragliche Typen sind eingeklammert, einige, die mit keinen der oben beschriebenen identifiziert werden konnten, aber scharf aberrant waren, sind nur durch »Aberrante?« bezeichnet. Die Individuen dieser beiden Gruppen sind nur im Rosettenstadium gesehen, was eine sichere Bestimmung ihrer Verwandtschaft erschwert hat. Die von einer wagrechten Linie senkrecht absteigenden Linien geben die Zahl der Pflanzen an, deren Nachkommenschaft aufgezogen worden ist. Die Natur der Mutterpflanzen ist durch R (rotnervig) oder r (weissnervig) angegeben.

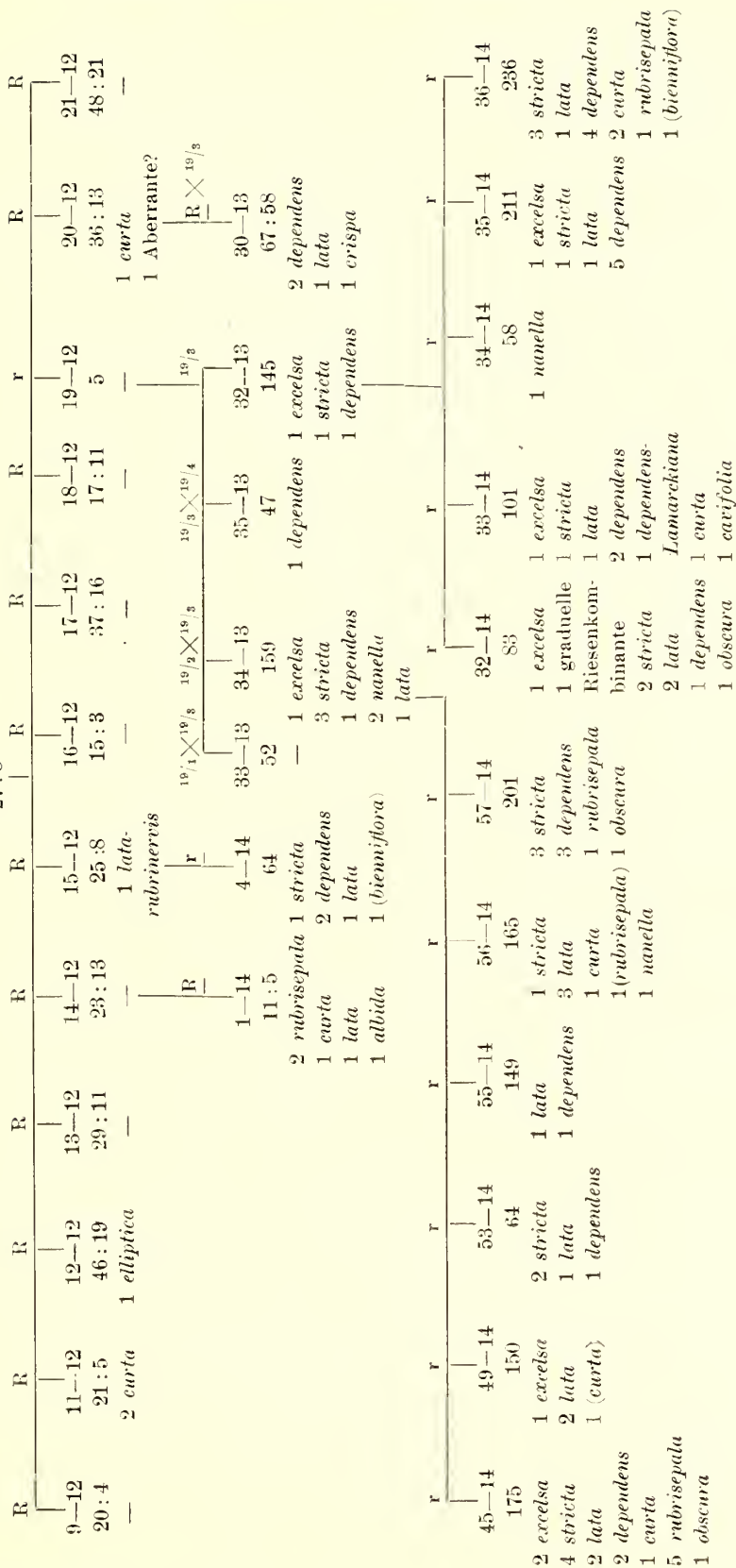




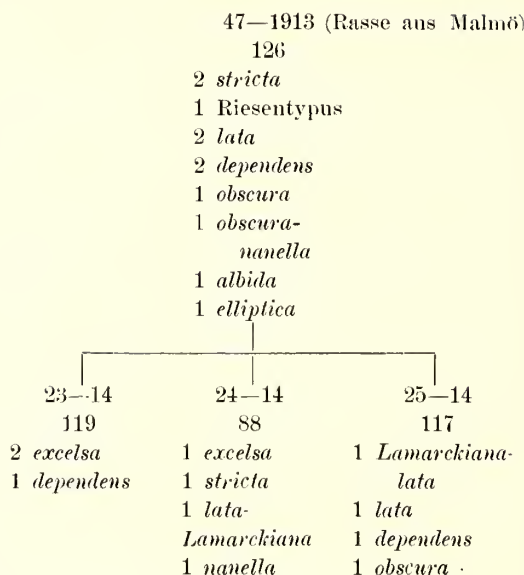
### STAMMBAUM III.

5-1911

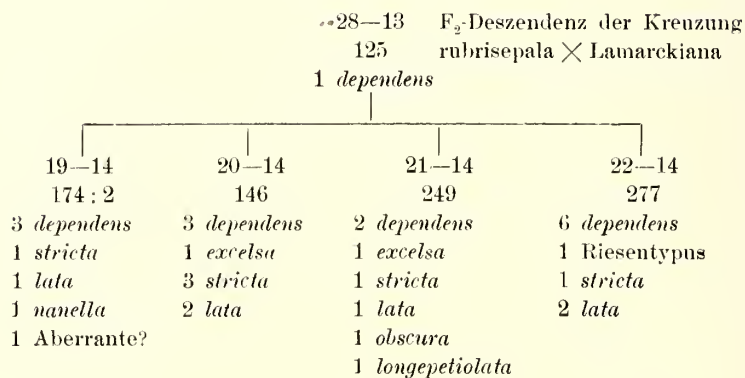
27:3



## STAMMBAUM IV.



## STAMMBAUM V.



Es ist erstens zu entscheiden, ob die verschiedenen Hauptkulturen verschiedene Kombinanten abspalten, ob man also die *Lamarckiana* aus Almaröd ebenso in verschiedenartig »mutierende« Stämme zerlegen kann, wie es schon für *O. Lamarckiana* aus Hilversum und *O. Lamarckiana* aus Almaröd gezeigt ist. Man kann es auch so ausdrücken. Ist es möglich, innerhalb der grösseren Kombinations-sphäre von Faktoren, die *O. Lamarckiana* aus Almaröd bezeichnet, kleinere Kombinationssphären zu erhalten? Eine vergleichende Betrachtung der Stammbäume I und II zeigt, dass es sicher der Fall ist.

Betrachten wir die Kombinanten der beiden Kulturen, so finden wir, dass sie beide Kombinanten der *lata*-, *nanella*-, *dependens*- und *elliptica*-Typen abspalten. Die übrigen Kombinanten des Stammbaumes I gehören aber der Riesengruppe an, während es auffallend ist, dass die Kombinanten der *rubrinervis*-Gruppe hier sämtlich ganz fehlen. Ganz anders verhalten sich die Reihen des Stammbaumes II. Hier werden *rubrinervis*-Kombinant (*rubrisepala*, *curta*, *longepetiolata*) in fast allen Reihen mit grösserer Individuenzahl abgespaltet. Von den Riesentypen treten hier nur die partiellen auf, nämlich der *stricta*-Typus, der auch ziemlich stark pigmentierte Knospen hat, und die Kombinate  $17/28$ , die glatte Blätter wie *rubrisepala* und *curta* hat. Der *excelsa*-Typus aber, der das entgegengesetzte Extrem der *rubrinervis*-Typen bezeichnet, fehlt in den Reihen des Stammbaumes II völlig, obgleich die Individuenzahl dieser Reihen ein Drittel grösser als in den Reihen des Stammbaumes I (2095 im ersteren, 1394 im letzteren) ist, wo *excelsa* in vier Individuen auftritt.

Es ist also ganz offenbar, dass  $3 \times 1 - 1911$  ein ganz anderer Faktorenkomplex als  $1 \times 2 - 1911$  bezeichnet, indem die erstere Kombinationssphäre totale Riesenkombinant realisieren kann, nicht aber *rubrinervis*-Kombinant, die letztere dagegen *rubrinervis*-Kombinant, nicht aber totale Riesenkombinant.

Betrachten wir nun die Kultur 5—1911 (Stammbaum III)! Die  $D_1$ -Reihen sind zu klein, um etwas sicheres über die Spaltungsvorgänge auszusagen. Zwei der  $D_2$ -Reihen, die die grösste Individuenzahl haben, zeigen Riesenvarianten, die anderen nicht. Übrigens treten in den  $D_2$ -Reihen fast alle Phenotypen auf. Von den  $D_2$ -Reihen sind nur die zwei, die Riesenvarianten abgespaltet haben, in  $D_3$  verfolgt.

Diese Reihen (34—13 und 32—13) zeigten keine *rubrinervis*-Kombinant. Von beiden sind mehrere  $D_3$ -Reihen aufgezo-gen. In mehreren dieser Reihen treten aber nun *rubrinervis*-Kombinant auf. Da die  $D_3$ -Reihen kaum eine grössere Individuenzahl als die  $D_2$ -Reihen haben, beruht dieses Hervortreten von *rubrinervis*-Typen gewiss darauf, dass die fortgesetzte analytische Auflösung den genotypischen Komplex weiter zerlegt hat. Möglicherweise ist es so, dass die Rieseigenschaften die morphologische Manifestation der *rubrinervis*-Eigenschaften verhindern.

Auch eine Kultur (Stammbaum IV), die aus einer weissnervigen Pflanze der oben (S. 10) erwähnten *Lamarckiana*-Rasse von Malmö ihren Ursprung nahm, spaltete Riesenkombinant ab, während die *rubrinervis*-Kombinant ganz und gar fehlten. Endlich zeigt eine Kultur, die im Stammbaum V zu sehen ist, und die aus einer weissnervigen *Lamarckiana*-Pflanze der Kreuzung *rubrisepala*  $\times$  *Lamarckiana* abstammt, in den  $D_2$ -Reihen, die alle eine grosse Individuenzahl haben, eine ausgesprochene Riesen-Variabilität, während nur eine einzige *rubrinervis*-Kombinate, *longepetiolata* in Nr 21—14, auftritt, die nur ein partieller *rubrinervis*-Typus ist, weil sie stark buckelige Blätter und reinrote, nicht purpurrote Knospen hat.



Die erwähnten 5 Kulturen zeigen also, dass die Reihen der Stammbäume I, III, IV, V Riesen-Typen abspalten, während die Reihen des Stammbaumes II *rubrinervis*-Typen abspalten. Das Fehlen der *rubrinervis*-Typen in D<sub>2</sub>-Reihen der Kultur III scheint darauf zu beruhen, dass die Rieseneigenschaften die *rubrinervis*-Eigenschaften unterdrücken, ob durch Epistasie oder dadurch, dass sie als Hemmungsfaktoren wirken, lässt sich bis jetzt nicht entscheiden. Ob auch die Reihen der Stammbäume I, IV und V in späteren Nachkommenschaften *rubrinervis*-Abspaltung zeigen werden, oder ob sie wirklich *rubrinervis*-Typen nicht realisieren können, ist nur durch fortgesetzte Versuche zu entscheiden. So viel geht ja indessen klar aus den referierten Versuchen hervor, dass **fortgesetzte Reinzüchtung innerhalb einer *Oenothera*-Population zu Reihen führt, die Kombinanten von bestimmten Phänotypen-Gruppen abspalten, unter Ausschluss anderer.** Da die Kulturen während mehrerer Generationen fortgesetzt sind und die Individuenzahl eine grosse gewesen ist, können die gefundenen Spaltungsdifferenzen nicht als zufällig betrachtet werden.

Von den übrigen Kombinanten ist es nicht möglich, in dem Stadium, wo jetzt die Experimente stehen, eine bestimmte Differenz in bezug auf ihr Auftreten zu konstatieren. *Lata* und *dependens* treten in fast allen Deszendenzen auf. *Nanella* ist in meinen Kulturen ziemlich selten gewesen, ebenso *albida*. Von ihnen ebenso wie von den übrigen, selteneren Kombinanten ist es natürlich schwer zu sagen, ob ihr Fehlen in einer Kultur normal ist, oder ob die Individuenzahl zu gering gewesen ist, oder ob endlich trotz aller Vorsicht ungewollte Selektion in geringem Grade eingewirkt hat (weil die Typen schwach sind), was ja, da das Abspaltungsprozent klein ist, schon das Abspaltungsbild beträchtlich stören kann.

## 5. Das Abspaltungsprozent der Kombinanten.

Eine wichtige Frage betreffs der Kombinanten ist natürlich die, in welchem Prozentsatz sie in den Kulturen auftreten. Sowohl das Gesamtprozent von Kombinanten einer Reihe als die Prozentzahl jeder einzelnen Kombinate sind zu berücksichtigen. Das Gesamtprozent aller Kombinantendrükt nämlich den Grad der Heterozygotie einer Deszendenz aus, das Einzelprozent einer Kombinate die Heterozygotie gerade in bezug auf die Eigenschaften, die die betreffende Kombinate konstituieren. Das Gesamtprozent mehrerer Reihen oder ganzer Jahrgänge, das DE VRIES meistens anführt, hat aber ein sehr untergeordnetes Interesse, weil hohe und niedrige Spaltungszahlen hier ausgeglichen werden.

Was dann erstens das Gesamtprozent einer Reihe betrifft, so ist folgendes aus den Versuchen ermittelt. Von den im Stammbaum I weiter verfolgten zwei D<sub>1</sub>-Reihen spaltet die eine (11—13) ungefähr 3 % abweichende Phänotypen ab; sie zeigt also das von DE VRIES für *Oenothera Lamarckiana* im Durchschnitt angegebene »Mutationsprozent«. Die drei D<sub>2</sub>-Reihen dieser Deszendenz (26—14, 29—14,

und 30—14), die eine grössere Individuenzahl haben, zeigen ungefähr dasselbe Prozent. — Die andere  $D_1$ -Reihe der betreffenden Kultur (8—12) gibt auf eine Individuenzahl von 141 keine einzige Kombinant. Dass sie indessen jedenfalls heterozygotisch ist, zeigen die  $D_2$ -Reihen dieser Deszendenz. Denn zwei unter ihnen (3—13 und 6—13) spalten ungefähr 3 % von Kombinant ab, während eine Reihe (4—13) ebenso wie die Mutterreihe keine Kombinant auf die Individuenzahl 141 ergibt. Die übrigen  $D_2$ -Reihen dieses Zweiges zeigen auch keine Kombinant; sie haben aber nur geringe Individuenzahlen. Der Prozentsatz der Kombinant ist also in den Reihen des Stammbaumes I ungefähr derselbe wie DE VRIES in seinen Kulturen meist gefunden hat.

Das Gesamtprozent von Kombinant der Reihen des Stammbaumes II bietet wenig Interessantes, weil die  $D_2$ -Reihen aus  $D_1$ -Reihen stammen, die eine sehr geringe Individuenzahl haben, weshalb ein Vergleich zwischen  $D_1$  und  $D_2$  nicht gemacht werden kann. Auffallend ist indessen der sehr hohe Prozentsatz von Kombinant in der  $D_2$ -Reihe 16—14, der 31,6 % beträgt.

Innerhalb des Stammbaumes III sind die Deszendenzen während dreier Generationen verfolgt worden. Hier ist also die Reinzüchtung weiter durchgeführt worden als in den beiden Stammbäumen I und II. Die  $D_1$ -Reihen haben alle eine geringe Individuenzahl, weshalb ihr Kombinanteprozent unsicher wird. Schon in  $D_2$  treten neben Reihen, die ein Abspaltungsprozent von 3 % oder minder haben, einige Reihen auf, die ein viel höheres Abspaltungsprozent zeigen (5 % in der Reihe 34—13, 7,8 % in 4—14 und sogar 31,25 % in 1—14). Die  $D_3$ -Reihen zeigen auch grössenteils ein höheres Abspaltungsprozent als 3 % und höher als die  $D_2$ -Reihen, von denen sie abstammen. Die  $D_2$ -Reihe 32—13 hat das Abspaltungsprozent 2,1, ihre  $D_3$ -Reihen die Prozentsätze 9,6, 7,9, 5,1, 3,8 und 1,7; die  $D_2$ -Reihe 34—13 das Abspaltungsprozent 5, ihre  $D_3$ -Reihen die Prozentsätze 9,7, 6,25, 5,5, 4, 2,67 und 1,3.

Es scheint also, als ob man durch fortgesetzte Reinzüchtung das Gesamtprozent der abgespalteten Kombinant wesentlich steigern könnte.

Es ist noch zu ermitteln, ob der Prozentsatz einer gewissen Kombinant in verschiedenen Reihen einer Kultur verschieden ausfallen kann. Gewöhnlich tritt eine Kombinant in einem Prozentsatz, der bedeutend niedriger als 1 % ist, auf. Einige Fälle kommen indessen vor, wo das Abspaltungsprozent einer Kombinant bedeutend gesteigert ist. Der Stammbaum III, der teils von einer einzigen Pflanze seinen Ursprung hat, teils durch drei Generationen reingezüchtet worden ist, gibt auch das beste Beispiel für eine Steigerung des Abspaltungsprozents einer bestimmten Kombinant ab. In der  $D_2$ -Reihe 34—13 wird der *stricta*-Typus in einem Prozentsatz von 1,9 % abgespaltet. Drei der Nachkommenschaften spalten auch gerade diese Kombinant in ungewöhnlich hohem Prozentsatz ab, nämlich 57—14 in 1,5 %, 45—14 in 2,3 % und 53—14 in 3,1 %. Eine  $D_2$ -Schwesterreihe der erwähnten, nämlich 32—13, spaltet *stricta* in relativ niedrigem Prozentsatz (0,6 %) ab, in der

Mehrzahl der  $D_3$ -Reihen ist er aber gesteigert; 33—14 ergibt nämlich 1 %, 36—14 1,3 % und 32—14 2,4 %.

Noch mehr gesteigert ist das Abspaltungsprozent bezüglich anderer Kombinant in gewissen Reihen. Die schon oben erwähnte  $D_3$ -Reihe 45—14 des Stammbaumes III, die *stricta* in recht grossem Prozentsatz abspaltete, spaltet *rubrisepala* in noch höherem Prozentsatz ab, nämlich 2,9 %. Das Abspaltungsprozent für *rubrisepala* ist also hier ebenso gross wie gewöhnlich das Durchschnittsprozent aller Kombinant in der Mehrzahl der Reihen.

Ein noch grösseres Abspaltungsprozent einer Kombinate zeigen die Reihen 1—14 (Stammbaum III) und 16—14 (Stammbaum II). In der erst erwähnten Reihe wird *rubrisepala* in 12,5 % abgespaltet, *curta*, *lata* und *albida* in 6,3 %. In der letzten Reihe wird *lata* in 15,8 % abgespaltet, *dependens* in 10,5 %. Das Abspaltungsprozent nähert sich hier dem in den »Mutationskreuzungen« gewöhnlichst auftretenden Prozent von Kombinant. Man kann wohl geneigt sein, diese letzten hohen Prozentzahlen als nur zufällig zu betrachten, weil die Nachkommenschaften eine geringe Individuenzahl haben. In vielen anderen Reihen, die nicht den Hauptkulturen angehören, habe ich aber ähnliche, sehr hohe Prozentzahlen bezüglich einer einzigen Kombinate erhalten.

In den Reihen 58—14 und 62—14, von denen die erst erwähnte aus einer *Lamarckiana*-Pflanze der Kreuzung *Lamarckiana*  $\times$  *dependens* abstammte, die letzt erwähnte aus einer Kreuzung der Mutterpflanze der Reihe 58—14 mit einer anderen *Lamarckiana*-Pflanze der erwähnten Kreuzung, war das Abspaltungsprozent in beiden Reihen hoch. 58—14 hatte nur 7 Individuen, von denen 3 *lata* waren, also 42,9 %. 62—14 enthielt 35 Individuen, von denen 2 *lata* waren, also 5,7 %. Die reiche *lata*-Abspaltung wiederholt sich also auch in der Kreuzung (obgleich das Abspaltungsprozent der Kreuzung, mit der reinen Deszendenz verglichen, beträchtlich herabgesetzt ist), was wohl so gedeutet werden muss, dass die hohen Zahlen der abgespalteten Kombinate nicht zufällig sein können.

Auch in einigen Reihen, die nicht der *O. Lamarckiana* angehören, habe ich frappant hohe Prozentsätze einer gewissen Kombinate erhalten. In diesen Fällen ist nur ein einziger Kombinantentypus in einer Reihe abgespaltet worden, der in den anderen Reihen derselben Abstammung ganz und gar gefehlt hat, obgleich die Individuenzahl der letzteren Reihen oft eine grössere als die der spaltenden Reihe gewesen ist. Die Reihe 40—13, die aus einem sehr hochwüchsigen Individuum der DE VRIESschen *gigas* abstammte, ergab von 29 Individuen 10 *gigas-nanella*-Pflanzen, also 34,5 %. Die *gigas*-Reihe 130—14 enthielt 18 Individuen, von denen 4 *gigas-nanella* waren, also 22,2 %. Die Reihe 110—14, die eine  $F_3$ -Reihe einer Kreuzung *O. Lamarckiana*  $\times$  *O. biennis* repräsentierte, spaltete auf 14 Individuen sogar 4 Kombinant von dem *rubrisepala*-Typus ab. Die übrigen Reihen dieser Kreuzung, die zusammen mehr als 200 Individuen umfassten, zeigten keine einzige *rubrisepala*, weshalb es unmöglich ist, die Abspaltung der *rubrisepala* in einem grossen Prozentsatz in der Reihe 110—14 auf eine reine Zufälligkeit zurückzuführen.



Speziell aus den erwähnten *gigas*- und *Lamarckiana*  $\times$  *biennis*-Reihen geht hervor, dass das hohe Abspaltungsprozent dieser Reihen nicht als zufällig betrachtet werden kann, wenn auch die Reihen eine ziemlich niedrige Individuenzahl haben. Es liegt wohl deshalb kein Grund vor, die hohen Prozentsätze gewisser *Lamarckiana*-Reihen als rein zufällig zu betrachten. Wäre es übrigens so, dass kleine Reihen den Kombinanten z. B. bessere Entwicklungsbedingungen boten, weil diese in den Keimungstöpfen infolge der geringen Individuenzahl weniger leicht von den *Lamarckiana*-Pflanzen verdrängt wurden, so mussten die kleinen Deszendenzes durchschnittlich einen grösseren Prozentsatz der Kombinantens als die grösseren Deszendenzes zeigen, was indessen nicht der Fall ist.

DE VRIES erwähnt für *albida* und *nanella* (129, S. 249 u. 261) sehr hohe »Mutationscoefficiente« (9 bis 3 %). Zu bedenken ist indessen, dass diese hohen Prozentsätze einer Kombinantens sich nicht auf einzelne Nachkommensschaften beziehen, sondern das Durchschnittsprozent ganzer Kulturen eines Jahres oder sogar mehrerer Jahre bezeichnen. Ist aber das Durchschnittsprozent hoch, liegt es nahe anzunehmen, dass einzelne Nachkommensschaften einen noch höheren »Mutationscoefficient« als den durchschnittlichen gezeigt haben. Es ist deshalb sehr wahrscheinlich, dass DE VRIES ähnliche »hochmutable« Reihen, wie die von mir gefundenen, in seinen Kulturen gehabt hat, obgleich sie in seinen Durchschnittszusammenstellungen verschleiert worden sind.

Meine Reinzüchtungsversuche mit *O. Lamarckiana*, um die Abspaltung der Phänotypenkombinantens, also den »Mutationsprozess« der Art zu verfolgen, haben zusammenfassend folgende Tatsachen ermittelt.

1. Kulturen aus verschiedenen Ausgangspflanzen spalten Kombinantens ganz verschiedener Phänotypengruppen ab.
2. Das Durchschnittsprozent verschiedener Reihen einer Kultur fällt oft sehr verschieden aus.
3. Das Abspaltungsprozent einer gewissen Kombinantens fällt oft in verschiedenen Reihen sehr verschieden aus und ist in einigen Fällen so hoch gewesen, dass die Kombinantens in einem Prozentsatz hervorgeht, der sich sogar einer monohybriden Mendelspaltung nähert.

Ausser der Reinzüchtung hat man noch ein Mittel, die *O. Lamarckiana* zu analysieren, nämlich durch Kreuzung der Art mit den Kombinantens. Einige derartige Kreuzungen habe ich ausgeführt, nicht aber so methodisch und nicht in der Umfassung, wie ich jetzt wünschen würde, weil die Reinzüchtungsversuche bis jetzt die Hauptsache gewesen sind. Ehe ich auf diese Kombinantens-Kreuzungen eingehe, muss ich indessen eine Übersicht der Erbliehkeitsverhältnisse der schon untersuchten Kombinantens geben, denn diese Kenntnis ist ja die Vorbedingung der Beurteilung der Kombinantenskreuzungen.



## 6. Die Erblchkeitsverhältnisse der Kombinant $\ddot{u}$ n meiner Kulturen.

### Undulata-Kombinante.

Eine Deszendenz der *undulata* wurde 1913 aufgezogen, die 43 Individuen umfasste; 40 waren *Lamarckiana* und drei *undulata*. Ausserdem kamen recht viele, schwache Rosetten vor, von denen einige *nanella*-ähnlich waren, die aber trotz sorgfältiger Pflege bald nach dem Anspflanzen abstarben. Auch die *Lamarckiana*-Pflanzen der *undulata*-Deszendenz waren schwächer als Durchschnitts-*Lamarckiana*. Diese Kombinante ist also inkonstant und reproduziert sich in einem sehr geringen Prozentsatz.

### Gigantea-Kombinante.

Diese Kombinante ist in bezug auf die Rieseneigenschaften in der Hinsicht konstant, dass sie nicht *Lamarckiana* abspalten kann. Innerhalb des Typus ist indessen eine erbliche quantitative Variabilität zu konstatieren, wie ich in »*Oenothera* 1912» (S. 168—171) näher auseinandergesetzt habe.

### Excelsa-Kombinante.

Wie oben erwähnt ist diese Kombinante fast ganz selbststeril. Es ist mir bis jetzt nur gelungen, aus einer Pflanze ( $^{34}/_{147}$ —13) zwei Deszendenten, aus einer anderen ( $^{32}/_{96}$ —13) eine einzige zu erhalten. Eigentümlich war, dass diese sämtlichen Deszendenten schmalblättrig waren. Nur bezüglich der schmalen Blätter stimmten sie indessen mit einander überein, sonst waren sie ziemlich ungleich und waren alle partielle *gigas*-Kombinanten.

Aus der *excelsa*  $^{34}/_{147}$ —13 erhielt ich die zwei Deszendenten,  $^{99}/_1$ —14 und  $^{99}/_2$ —14. Diese beiden Pflanzen stimmten in bezug auf folgende Eigenschaften überein. Sie waren niedriger als *Lamarckiana*, während ja *excelsa* höher ist. Der Stengel war von der Dicke der *Lamarckiana* oder noch schmaler. Die Blätter waren schmal, ganz glatt, scharf und lang zugespitzt, graugrün mit flachem Rand, alles Eigenschaften, die den *gigas*-Merkmalen ganz entgegengesetzt sind. Nur Knospen, Blüten, Griffel und Narben waren ausgeprägt *gigas*-ähnlich, die Narben sehr lang. Die Früchte waren länger als bei *gigas*, wegen des geringen Samens wurden sie aber nicht voll ausgebildet, weshalb ihre Form nicht zu ermitteln war. Der Pollen war spärlich, fehlte in einigen Blüten sogar ganz. Die beiden Pflanzen differierten unter sich bezüglich der Knospenfarbe, die bei  $^{99}/_1$  fast ebenso stark rot wie bei *rubrisepala* war, bei  $^{99}/_2$  grüngelb wie bei *excelsa*. Die Blätter waren bei  $^{99}/_2$  noch schmaler und der Stengel noch winziger als bei  $^{99}/_1$  (fast wie ein *lata*-Stengel; vgl. Fig. 15, wo die »Gerippe« der beiden Pflanzen zusammen photographiert sind). Von  $^{99}/_1$  ergab von 9 selbstbestäubten Blüten nur eine einzige eine ziemlich unentwickelte Kapsel mit einigen vollentwickelten Samen. Bei spontaner Befruchtung wurden nur einige halbentwickelte oder noch mehr reduzierte Kapseln gebildet.

Die Sterilität war also sowohl eine männliche als weibliche.  $^{99}/_2$  war in noch höherem Grade steril. Von 25 geselbsteten Blüten ergab keine einzige Samenan-  
satz, sondern die Kapseln verwelkten und fielen ab. Die Blüten, die offener Be-  
stäubung ausgesetzt gewesen waren, ergaben nur sehr rudimentäre Früchte, in  
denen nur ein oder ein paar Samen anzutreffen waren. Auch die ♀-Sterilität war  
also sehr stark.



Fig. 15. Die *excelsa*-Deszendenten  $^{99}/_1-14$  (rechts) und  $^{99}/_2-14$  (links). Obgleich die Pflanzen von einem Sturm stark beschädigt worden waren, wurden sie jedoch photographiert, um folgendes zu zeigen: die sehr langen und schmalen Blätter und die dicken Knospen der  $^{99}/_1-14$  und den sehr schmalen Stengel und die feinen Zweige der  $^{99}/_2-14$ . Vgl. *excelsa*, Fig. 3, rechts.

Die einzige Deszendente ( $^{100}/_1-14$ ) der zweiten untersuchten *excelsa*-Pflanze ( $^{32}/_{96}-13$ ) stimmte nur bezüglich der schmalen, glatten Blätter mit den zwei oben besprochenen Deszendenten überein. Sonst war sie in fast allen Eigenschaften diesen ungleich (vgl. Fig. 15 und 16). Die Blattspitze war nicht wie bei diesen eben, sondern stark tordiert. Die Blätter waren dick, dunkelgrün, also von *gigas*-Farbe, mit scharf gezähntem Rand. Die Knospen waren gar nicht *gigas*-ähnlich, sondern gerade von der Grösse und Form der *rubrisepala*, stärker rot pigmentiert als bei *Lamarckiana* und ganz pigmentiert, aber eine Nuance lichter als bei *rubrisepala*,

mehr in das Gelbliche hinübergreifend. Blüten klein, bedeutend kleiner als die der *Lamarckiana*, hellgelb. Der Griffel und die Narben waren dicker als bei *Lamarckiana*, aber schmaler als bei *excelsa*. Die Narben waren auffallend kurz (vergl.  $^{99}/_1$  und  $^{99}/_2$ ). Pollen kam reichlich vor, war aber offenbar nicht zur Selbstbestäubung fähig, denn 22 geselbstete Blüten setzten keinen einzigen Samen an. Die



Fig. 16. Die *excelsa*-Deszendente  $^{100}/_1$ —14.

Samenanlagen waren wohlausgebildet, was daraus hervorging, dass spontan bestäubte Blüten wohlentwickelte, samenreiche Kapseln ergaben. Ob die Ursache des ausbleibenden Ansatzes bei Selbstbefruchtung auf Selbststerilität beruhte oder darauf, dass der Pollen überhaupt nicht befruchtungsfähig war, wurde nicht weiter untersucht. Die reichliche Pollenmenge spricht aber für die erste Alternative. Die Früchte waren sehr kurz und dick, durchaus *gigas*-ähnlich.



Die Blattfarbe, die Blattdicke, die Früchte und graduell der Griffel und die Narben waren bei dieser Pflanze von Riesennatur, sonst aber zeigte sie keine Rieseneigenschaften.

Von der *excelsa*-Pflanze  $^{32}/_{96}$ —13 zog ich eine Nachkommenschaft auf, die aus offener Bestäubung dieser Pflanze ihren Ursprung hatte. Diese Nachkommenschaft war sehr heterogen. 2 Pflanzen waren *Lamarckiana*, 2 *stricta*, 1 *dependens*, 1 *rubrisepala*, 3 *obscura* und 2 waren Rosetten, die an die bei Selbstbestäubung der Pflanze erhaltene  $^{100}/_1$ —14 durch die dunkelgrünen, stark gezähnten Blätter erinnerten. Sie waren aber kleiner, und die Blattstiele waren sehr lang, während die Spreite kurz, aber nicht schmal war; ihre grösste Breite lag in der Mitte, nicht im oberen Drittel wie bei  $^{100}/_1$ . Sie bildeten also einen neuen Rosettentypus (Fig. 17). Dieser letzte Typus kann nicht die Folge einer Bestäubung der Mutterpflanze durch einen derartigen Typus sein, da ich diesen Typus in meinen Kulturen sonst nie erhalten habe. Eine solche Erklärung könnte man natürlich in bezug auf die übrigen Typen der Nachkommenschaft anwenden, da ich sie alle in dem Jahre 1913 in meinen Kulturen hatte. Dies ist jedoch nicht wahrscheinlich, weil die betreffenden Typen (*rubrisepala* ausgenommen) so selten waren, dass die Aussicht auf eine Bestäubung der *excelsa*-Pflanze  $^{32}/_{96}$  mit Pollen derselben, da sie mitten unter *Lamarckiana*-Pflanzen stand, sehr gering gewesen sein muss. Übrigens wich auch eine der *stricta*-Pflanzen von dem durchschnittlichen Aussehen dieses Typus beträchtlich ab, indem sie kleine Blüten und reiche Verzweigung sowohl aus der Rosette als aus dem Hauptstengel hatte.



Fig. 17. Deszendente des *excelsa*-Typus.

Die Untersuchung der Nachkommenschaft des *excelsa*-Typus zeigt, dass er nicht konstant ist, sondern bei Selbstbestäubung schmalblättrige Formen von mehreren Typen ergibt, die partielle Riesenkombinanten bilden.

#### Stricta-Kombinante.

Von der *stricta*-Kombinante habe ich die Nachkommenschaft zweier Pflanzen aufgezogen; die eine Pflanze ( $^{34}/_{109}$ —13) ergab nur 14 Nachkommen, von denen 10 *Lamarckiana*, 4 *stricta* waren. Von der anderen *stricta*-Pflanze ( $^{32}/_{101}$ —13) erhielt ich eine Nachkommenschaft von 104 Individuen, die sehr bunt war: 48 Individuen waren *Lamarckiana*, 42 *stricta*, 4 *albida*, 3 *curta*, 2 *dependens*, 1 *rubrisepala*, 1 *lata*, 1 *nanella*, und 2 bildeten einen neuen Typus. Der *stricta*-Typus ist also nicht konstant, sondern spaltet sowohl *Lamarckiana* als 6 der Typen, die aus dieser hervorgehen, nebst einem neuen Typus ab.



Dieser neue Typus, der während des ganzen Sommers in Rosettenstadium verweilte, erinnerte hinsichtlich der Blattform wohl am meisten an den *curta*-Typus. Die Blätter waren aber sehr langgestielt (während die *curta*-Blätter extrem kurzgestielt sind), und die Spreiten sehr charakteristisch schräg aufrecht gerichtet. Die Blattspreite war am Rande gekräuselt, während *curta* längs des Mittelnervs Buckel hat.

#### Curta-Kombinante.

Von dem *curta*-Typus habe ich die Nachkommenschaft nur eines einzigen Individuums aufgezogen, die 34 Pflanzen enthielt. 33 Individuen hatten *curta*-Typus, ein einziges war aber ein ganz anderer Typus der *rubrinervis*-Gruppe, nämlich *rubrisepala*.

#### Rubrisepala-Kombinante.

Aus der schon 1908 zum ersten Mal aufgetretenen Pflanze dieses Typus habe ich während der folgenden Jahre mehrere Reihen aufgezogen, die zusammen 543 Individuen umfasst haben. Alle sind von *rubrisepala*-Typus gewesen, ein einziges Individuum ausgenommen, das einen Kompromisstypus zwischen *rubrisepala* und *pallida* bildete.

Später ist der Typus mehrmals in verschiedenen Kulturen abgespaltet worden. Von drei Individuen, die in  $F_1$  einer Kreuzung *Lamarckiana*  $\times$  *undulata* auftraten, habe ich die Nachkommenschaft aufgezogen. In der Nachkommenschaft (88—14) einer dieser Pflanzen ( $^{12}/_{45}$ —13) erhielt ich 73 Individuen, von denen 72 *rubrisepala* waren, eins aber eine Doppelkombinante *rubrisepala-dependens* bildete. Die zweite *rubrisepala*-Pflanze ( $^{12}/_{139}$ —13) ergab eine Nachkommenschaft (89—14) von 95 Individuen, von denen 90 *rubrisepala*, 2 *rubrisepala-dependens* und drei *rubrisepala-nanella* waren. Von den *rubrisepala-nanella*-Pflanzen waren zwei fast ganz gesund, die dritte von dem gewöhnlichen, krankhaften Aussehen der *nanella*. Interessant ist, dass *nanella* hier aus einer Pflanze mit der Pigmentierung von *rubrinervis* hervorgeht. DE VRIES hat aus seinem *rubrinervis*-Typus niemals *nanella* erhalten und legt darauf grosses Gewicht, weil das »Mutationsvermögen« in bezug auf *nanella* bei *rubrinervis* erloschen sein sollte. Da *rubrisepala* nicht die Eigenschaft der Sprödigkeit der *rubrinervis* besitzt, die nach DE VRIES die Abspaltung der Zwerge hindern sollte, widerspricht aber mein Resultat dem seinigen nicht. Es ist aber nicht richtig zu behaupten, dass *rubrinervis nanella* nicht abspalten kann. Ein Typus, der die Eigenschaft der Sprödigkeit besitzt, kann wahrscheinlich nicht *nanella* abspalten, aber die Sprödigkeit und die sonstigen Eigenschaften der *rubrinervis* sind nicht korrelativ verbunden. Nichtspröde Typen mit der charakteristischen Pigmentierung der Knospen von *rubrinervis* können aber *nanella* abspalten, wie DE VRIES selbst für den *subrobusta*-Typus gezeigt hat und wie die Nachkommenschaft einer bestimmten *rubrisepala* Pflanze (nicht aber die anderen untersuchten *rubrisepala*-Individuen) meiner Kulturen lehrt. Wir haben es also hier mit einer Beeinflussung zweier Eigenschaften zu tun, nicht aber zweier

Typen. — Die dritte *rubrisepala*-Pflanze der Kreuzung *Lamarckiana*  $\times$  *undulata* (<sup>12</sup>/<sub>179</sub>—13), deren Nachkommenschaft (90—14) untersucht wurde, ergab 84 Individuen, die alle *rubrisepala* waren.

Der *rubrisepala*-Typus bildet also eine Eigenschaftskombination, die *Lamarckiana* nicht realisieren kann. Er ist also in gewissen Eigenschaften von *Lamarckiana* konstant different. Dass er aber kein Genotypus ist, geht daraus hervor, dass verschiedene Reihen des Typus verschiedene Neukombinanten abspalten, die Doppelkombinanten von *rubrisepala* und anderen Kombinanten sind. Innerhalb von *rubrisepala* geht also ein ähnlicher Spaltungsprozess vor sich wie bei *O. Lamarckiana*. Bis jetzt sind nur *dependens* und *nanella* aus *rubrisepala* abgespaltet worden, und es ist wohl nicht wahrscheinlich, dass alle die Kombinantentypen der *O. Lamarckiana* auch aus *rubrisepala* hervorgehen können. Interessant ist, dass *pallida* aus *rubrisepala* hervorgeht, denn diesen Typus habe ich niemals aus *O. Lamarckiana* erhalten, wohl aber geht er aus der Kreuzung *rubrisepala*  $\times$  *Lamarckiana* immer hervor. Die Voraussetzung des Abspaltens dieses Typus ist also, dass zuerst die *rubrisepala*-Kombination gebildet wird.

#### **Pallida-Kombinante.**

Von dieser Kombinante, die wie erwähnt nur aus der Kreuzung *Lamarckiana*  $\times$  *rubrisepala* erhalten werden kann, oder direkt aus *rubrisepala* in Kombination mit den Eigenschaften dieses Typus, habe ich die Nachkommenschaft zweier Pflanzen untersucht. Die eine Nachkommenschaft enthielt nur 4 Individuen, die alle *pallida* waren. Die andere hatte 38 Individuen, von denen 4 mit *pallida*-Eigenschaften gewisse Eigenschaften der *rubrisepala* und *dependens*-Typen kombinierten. *Pallida* ist also ein inkonstanter Typus.

#### **Longepetiolata-Kombinante.**

Die aufgezogene Nachkommenschaft einer einzigen Pflanze dieser Kombinante enthielt 8 Pflanzen, von denen 6 *Lamarckiana* waren und zwei den Typus der Mutterpflanze wiederholten. Diese Kombinante ist also in dem Grade inkonstant, dass sie *Lamarckiana* wieder zurückgeben kann.

#### **Dependens-Kombinante.**

Die Nachkommenschaften dreier Pflanzen dieser Kombinante sind untersucht worden. Alle haben Spaltung in *Lamarckiana* und *dependens* gezeigt. Die Nachkommenschaft 15—12 spaltete in 11 *Lamarckiana* und 4 *dependens*, 64—14 in 32 *Lamarckiana* und 28 *dependens*, 63—14 in 13 *Lamarckiana*, 7 *dependens* und 2 *luta*.

#### **Crispa-Kombinante.**

Eine untersuchte Pflanze dieser Kombinante ergab eine Nachkommenschaft von 79 Individuen, die mit Ausnahme zweier Pflanzen alle den Typus der Mutterpflanze zeigten. Die eine abweichende Pflanze war eine Doppelkombinante *crispa*-

*dependens*, die andere ähnelte sehr *pallida*; da sie sich so spät entwickelte, dass sie die Blüte nicht erreichte, war es indessen nicht zu entscheiden, ob sie auch in bezug auf die Blüten mit diesem Typus übereinstimmend war.

#### Flavescens-Kombinante.

In »*Oenothera* 1912« erwähnte ich eine Nachkommenschaft von 11 Individuen einer gelbscheckigen Pflanze, die alle Charaktere der Mutterpflanze wiederholten. Später habe ich die Nachkommenschaft nicht weiter verfolgt. Der Typus ist nur dieses einzige Mal in meinen Kulturen hervorgegangen.

#### Obscura-Kombinante.

Wie oben erwähnt ähnelt der *obscura*-Typus sehr dem *scintillans*-Typus von DE VRIES. Von *obscura* habe ich nur die Nachkommenschaft einer einzigen Pflanze aufgezogen, die 17 Individuen enthielt. Alle ohne Ausnahme waren *obscura*, während *scintillans* inkonstant ist, also *Lamarckiana* in grösserem oder kleinerem Prozentsatz abspaltet. Da die Individuenzahl der betreffenden Nachkommenschaft indessen klein ist und da DE VRIES anderseits *scintillans*-Pflanzen gefunden hat, die nur 10 % *Lamarckiana* abspalten, ist es möglich, dass die Konstanz des *obscura*-Typus nur scheinbar ist.

Die Untersuchung der Nachkommenschaften der Kombinanten meiner Kulturen hat gezeigt, dass sie alle (möglicherweise mit Ausnahme der *obscura*- und *flavescens*-Kombinante) in grösserem oder kleinerem Grade inkonstant sind. *Undulata*, *stricta*, *longepetiolata* und *dependens* spalten *Lamarckiana* in grossem Prozentsatz ab. *Excelsa*, *gigantea*, *curta*, *rubrisepala*, *pallida* und *crispa* können nicht mehr *Lamarckiana* realisieren, wiederholen aber den Kombinationsprozess der *O. Lamarckiana* und produzieren deshalb neue Kombinanten oder Doppelkombinant. Während DE VRIES für die Mehrzahl seiner Typen behauptet, dass sie konstant sind, ist im Gegenteil die Inkonstanz bei den meinigen die Regel. Ich kann also bezüglich meiner Phänotypen nicht dasselbe sagen, das DE VRIES von den seinigen hervorhebt, nämlich dass sie konstante neue Arten sind. Vielmehr zeigen sie, ebenso wie *O. Lamarckiana*, Spaltung und Neukombinierung ihrer Eigenschaften. Nur sind sie weniger variabel, was so erklärt werden muss, dass sie weniger komplizierte Heterozygoten bilden, weil einige Eigenschaften abgespaltet worden sind, d. h. in negatives Homozygotenstadium eingetreten sind.

### 7. Die Kombinanten-Kreuzungen.

Nachdem wir das Verhalten der Kombinanten bei Selbstbestäubung kennen gelernt haben, werde ich einige Kreuzungen zwischen Kombinante und *Lamarckiana* behandeln. Da ich mich aber bis jetzt hauptsächlich mit der Reinzüchtung der



*O. Lamarckiana* beschäftigt habe, habe ich nur wenige dergleiche Kreuzungen ausgeführt. Dass mein Material in bezug auf diese Untersuchungen also nicht sehr gross ist, beruht nicht darauf, dass ich die Kombinant-Kreuzungen als minder wichtig als die Reinzüchtung der *O. Lamarckiana* betrachte. Im Gegenteil sind sie vielleicht noch wichtiger, weil man, falls man *Lamarckiana* mit einer Kombinate kreuzt, die bezüglich gewisser Eigenschaften das negative Homozygotenstadium der *Lamarckiana*-Pflanze ist, eine Gamolyse der *Lamarckiana*-Pflanze ausführt. Die Ursache, dass ich bis jetzt diese Gamolyse nicht in grösserem Umfang ausgeführt habe, liegt nur darin, dass ich meine Kulturen innerhalb des Rahmens halten musste, in dem es mir möglich war, das Material noch genau durchzumustern und zu beherrschen.

Aus zwei Gründen bedauere ich indessen, dass meine Versuche nicht vollständiger sind. Erstens weil ich nicht die Kreuzungen reziprok ausgeführt habe. Dass es nicht geschehen ist, beruht indessen darauf, dass DE VRIES *O. Lamarckiana* als homogam betrachtet hat (148, S. 32). Nach seinen letzten Untersuchungen scheint es indessen, als ob jedenfalls gewisse Eigenschaften der *Lamarckiana*, nämlich die *scintillans*-konstituierenden, wirklich heterogam sind (148, S. 262). Ist schon einmal diese Unregelmässigkeit bei *O. Lamarckiana* gefunden, sind natürlich die reziproken Kreuzungen nicht mehr zu vernachlässigen.

Die andere Frage, zu deren Lösung ich noch wenig beigetragen habe, wenn ich sie auch schon gestreift habe, ist die, ob die aus einer Kreuzung Kombinate  $\times$  *Lamarckiana* in  $F_1$  erscheinenden Typen konstant sind (d. h. ebenso konstant wie die Elternformen). Die diesbezüglichen Versuche von DE VRIES sind nämlich gar zu unvollständig und sind so zusammengestellt worden, dass die Nachkommen-schaften nach Jahrgang zusammengeschlagen sind, wie ich näher unten besprechen werde.

Mit den gemachten Reservationen lege ich also meine Versuche über die »Mutationskreuzungen« vor, weil sie, wenn auch unvollständig, wenigstens in einigen Punkten einige Aufklärung geben.

Ich gehe erst auf die Kreuzungen der *Lamarckiana*-spaltenden Kombinant mit *O. Lamarckiana* ein.

#### ***Lamarckiana* $\times$ *undulata*.**

Die bei dieser Kreuzung angewandten Pflanzen gehörten beide der Kreuzung  $3 \times 1$ —1911, Stammbaum I, S. 72. Die *Lamarckiana*-Pflanze war zugleich die Mutterpflanze des weissnervigen Zweiges dieses Stammbaumes, spaltete also in ihren  $D_1$ - und  $D_2$ -Reihen hauptsächlich Riesenkombinant ab. Das Resultat der Kreuzung war das folgende:



$$3 \times 1\frac{1}{2} \text{ (Lamarckiana)} \times (\text{undulata}) 3 \times 1\frac{1}{3}$$

12-13

235 *Lamarckiana*1 *undulata*1 *lata*5 *rubrisepala*1 (*rubrisepala*)1 *crispa*

<i>rubrisepala</i>	<i>rubrisepala</i>	<i>rubrisepala</i>	<i>Lamarckiana</i>	<i>Lamarckiana</i>	<i>Lamarckiana</i>	<i>Lamarckiana</i>	<i>Lamarckiana</i>
88-14	89-14	90-14	91-14	92-14	93-14	94-14	95-14
72 <i>rubrisepala</i>	90 <i>rubrisepala</i>	84 <i>rubrisepala</i>	125 <i>rubrisepala</i>	118 <i>rubrisepala</i>	32 <i>rubrisepala</i>	110 <i>rubrisepala</i>	98 <i>rubrisepala</i>
1 <i>rubrisepala</i>	2 <i>rubrisepala</i>	2 <i>rubrisepala</i>	1 <i>curta</i>	2 <i>rubrisepala</i>	1 <i>stricta</i>	1 <i>undulata</i>	1 <i>lata</i>
<i>dependens</i>	<i>dependens</i>	<i>dependens</i>	2 <i>dependens</i>	<i>dependens</i>	<i>dependens</i>		
	3 <i>rubrisepala</i>		1 <i>stricta</i>	1 <i>curta</i>	1 <i>obscura</i>		
	<i>nanella</i>			1 <i>stricta</i>			

*rubrisepala* *rubrisepala* *rubrisepala* *Lamarckiana* *Lamarckiana* *Lamarckiana* *Lamarckiana* *Lamarckiana*

96-14 42 *Lamarck.*

*Undulata* tritt also in  $F_1$  nur in einem einzigen Individuum auf, also in 0,4 %, obgleich die Generation gross ist. Ausserdem erscheint die nahe verwandte *lata* in einem Individuum. Da indessen *undulata* bei Selbstbestäubung nur 7,5 % *undulata* Deszendenten ergibt (S. 80), ist ja dieses Resultat kaum unerwartet. Auffallend ist aber, dass eine Kombinante einer ganz anderen Typengruppe, nämlich *rubrisepala*, in einem grösseren Prozentsatz als *undulata* auftritt (2 %). Von den  $F_1$ -Individuen sind 6 *Lamarckiana*- und 3 *rubrisepala*-Pflanzen untersucht. Eine der *Lamarckiana*-Reihen spaltet *undulata* in dem Prozentsatz 0,9 ab, eine andere *lata* in ungefähr demselben Prozent (1 %). Die anderen *Lamarckiana*-Reihen ergeben keine Kombinanzen der *lata*-Gruppe. In einigen Reihen treten also *undulata*- und *lata*-Kombinanzen in ebenso grossem Prozentsatz wie in  $F_1$  auf, in anderen aber gar nicht. Die Reihen aus *rubrisepala*-Pflanzen geben nur *rubrisepala* und Doppelkombinanzen von diesem und anderen Typen.

Das Resultat dieser Kreuzung erinnert fast gar nicht an das Schema, das DE VRIES für die Mutationskreuzungen aufgestellt hat, nämlich Abspaltung der Kombinante nebst *Lamarckiana* in grossem Prozentsatz in  $F_1$  und Konstanz beider Typen in  $F_2$ . Statt dessen tritt *undulata* in  $F_1$  in einem so geringen Prozentsatz auf, dass er nicht grösser als ein »normales Mutationsprozent« ist. In grösserem Prozentsatz tritt aber *rubrisepala* in  $F_1$  hervor, obgleich sie weder in der Nachkommenschaft der *undulata* oder des *Lamarckiana*-Elters der Kreuzung erschienen ist. Die  $D_1$ - und  $D_2$ -Reihen der letztgenannten Pflanze sind im Gegenteil dadurch ausgezeichnet, dass sie Riesentypen, nicht aber *rubrinervis*-Typen abspalten. Wie dies Resultat zu deuten ist werde ich weiter unten in der zusammenfassenden Darstellung bei der Behandlung der Kreuzungen zwischen *Lamarckiana* und den *Lamarckiana*-spaltenden Kombinanzen auseinandersetzen.

Gerade so abweichend wie die  $F_1$ -Spaltung vom gewöhnlichen Schema der »Mutationskreuzungen« ist, ist auch die  $F_2$ -Spaltung. Denn *undulata* und *lata* treten hier in ebenso grossem Prozentsatz wie in  $F_1$  auf (ungefähr 1 %), jedoch nicht in allen Deszendenzen. Auch dies Resultat wird durch die unten gegebene Erklärung verständlich.

Zu bemerken ist noch die schon oben erwähnte *nanella*-Spaltung der einen *rubrisepala*-Reihe ( $F_2$ ). Bei der Behandlung der Nachkommenschaft von *undulata* wurde erwähnt, dass schwache Typen, von denen einigen als *nanella* identifiziert werden konnten, jedoch nicht lebensfähig waren, hier in grossem Prozentsatz erschienen. Die *nanella*-Spaltung der *undulata* wiederholt sich also auch in einer Nachkommenschaft der  $F_2$  der *undulata*-Kreuzung, obgleich sie eine *rubrisepala*-Reihe ist, während *nanella*-Pflanzen in  $F_1$  ganz fehlen.

#### *Lata* × *Lamarckiana*.

Im Jahre 1911 wurden zwei Kreuzungen dieser Verbindung ausgeführt. Sie ergaben indessen nur je eine und drei Pflanzen. Die einzige Pflanze der ersten Kreuzung war eine *Lamarckiana*, von den drei Pflanzen der anderen Kreuzung

waren zwei *Lamarckiana*, eine *stricta*. *Lata* trat nicht auf, was ja bei der sehr kleinen Individuenzahl kaum zu erwarten war. Die Nachkommenschaft je einer *Lamarckiana*-Pflanze der beiden Kreuzungen sowohl als ihre reziproken Kreuzungen wurden weiter verfolgt. Auch in diesen vier  $F_2$ -Reihen, die je 86, 176, 117 und 58 Individuen enthielten, trat keine einzige *lata* auf, wohl aber andere Kombinant. Sie waren also »konstant«, d. h. »nicht *lata*-spaltend».

1913 wurden einige Kreuzungen zwischen einer einzigen *lata* als Mutterpflanze und drei *Lamarckiana* derselben Deszendenz, in der diese *lata* abgespaltet worden war, ausgeführt. Ausserdem wurde diese *lata* auch mit einer *Lamarckiana* einer Schwesterdeszendenz gekreuzt. Das Resultat war das folgende:

	<i>Lamarckiana</i>	<i>lata</i>	Andere Kombinant
$34/15-13 \times$	13	3	
$\left\{ \begin{array}{l} 34/14-13 \\ 34/13-13 \\ 34/12-13 \\ 32/54-13 \end{array} \right.$	29	6	1 <i>rubrisepala</i> , 1 <i>nanella</i>
( <i>lata</i> )	4	9	
	15	7	1 <i>rubrisepala</i> , 1 <i>crispa</i> , schmalblättrig

Die Zahlen sind auch in diesen Kreuzungen infolge geringer Samenbildung der gekreuzten Blüten zu klein, um die Basis einer Diskussion über den faktoriellen Verlauf der Spaltung bilden zu können. Eins ist indessen zu bemerken, nämlich dass die beiden grössten Deszendenzen auch *rubrisepala* abspalten, gerade wie die obenerwähnte Kreuzung *Lamarckiana*  $\times$  *undulata*. Dieser Typus wird also aus der erwähnten Kreuzung leichter realisiert als gewöhnlich aus selbstbestäubter *Lamarckiana*, was für einen engen Zusammenhang zwischen Spaltungskombination und »Mutation« spricht.

#### **Dependens $\times$ Lamarckiana.**

Diese Verbindung habe ich zweimal ausgeführt. In beiden Fällen gehörten die gekreuzten Pflanzen derselben Deszendenz an. Die eine Kreuzung (4—12) ergab in  $F_1$  28 *Lamarckiana* und 1 *dependens*, die andere (65—14) 63 *Lamarckiana*, 1 *stricta*, 1 *rubrisepala*, 1 *nanella* und 1 *crispa*, während in dieser Deszendenz keine einzige *dependens* erhalten wurde. *Dependens* verhält sich also bei der Kreuzung mit *Lamarckiana* wie *undulata*, wird folglich in  $F_1$  in sehr geringen Prozentsatz abgespaltet. Beide Kombinant sind ja auch inkonstant, indem sie bei Selbstbefruchtung *Lamarckiana* in grossem Prozentsatz abspalten.

Von den *Lamarckiana*-Pflanzen der  $F_1$  der erst erwähnten Kreuzung (4—12) wurde die  $F_2$  einer Pflanze ( $4/1$ ) untersucht, und diese Pflanze wurde auch als Mutterpflanze für drei Kreuzungen mit anderen *Lamarckiana*-Pflanzen der  $F_1$  angewendet ( $4/1 \times 4/3$ ;  $4/1 \times 4/4$ ;  $4/1 \times 4/5$ ). Diese Kreuzungen wurden ausgeführt, weil ich feststellen wollte, ob *dependens* vielleicht in den Kreuzungen der *Lamarckiana*-Pflanzen in grösserem Prozentsatz auftreten würde als nach Selbstbestäubung der Pflanzen. Die geselbstete *Lamarckiana*-Pflanze ( $4/1$ ) ergab nur 7 Deszendenten, von denen 3

*Lamarckiana*, 3 *lata* und 1 *dependens* waren. Die Anzahl der Individuen ist ja gering, sie zeigt aber, dass von den Kombinantentypen ein ganz anderer Typus als der bei der ursprünglichen Kreuzung verwendete, nämlich *lata*, den grössten Prozentsatz bildet. Diese Erscheinung wiederholt sich in den Kreuzungsdeszendenz. Die eine ( $\frac{4}{1} \times \frac{4}{5}$ ) enthielt 35 Individuen, von denen 33 *Lamarckiana*, 2 *lata* waren; die andere ( $\frac{4}{1} \times \frac{4}{4}$ ) 98 Individuen, von denen 95 *Lamarckiana* waren, 1 *lata*, 1 *rubrisepala* und ausserdem eine, die eine nicht identifizierbare Aberrantenrosette war. Die dritte Kreuzungsdeszendenz ergab nur 4 Individuen, die alle *Lamarckiana* waren.

Auffallend für sowohl  $F_1$  als  $F_2$  der Kreuzung *dependens*  $\times$  *Lamarckiana* ist, dass *dependens* sehr selten auftritt, während in  $F_2$  von den Kombinantentypen *lata* den grössten Prozentsatz bildet. Die einzige *dependens*-Pflanze, die in den  $F_2$ -Reihen erscheint, tritt in der Nachkommenschaft der geselbsteten *Lamarckiana*-Pflanze auf, während die Deszendenzen der gekreuzten *Lamarckiana*-Individuen keine einzige *dependens* abspalten, obgleich die letzteren viel grössere Individuenzahlen als die erstere haben.

#### **Rubrisepala $\times$ Lamarckiana.**

Von meinen Kombinantentypen-Kreuzungen ist diese in der grössten Individuenzahl aufgezogen worden. Schon 1911 wurde sie zum ersten Mal ausgeführt und ist später mehrmals wiederholt worden. Bei den späteren Kreuzungen sind zwei *rubrisepala*-Pflanzen, die aus der ersten Kreuzung stammten, angewandt worden.

Die Resultate der ausgeführten Kreuzungen sind die folgenden:

Nr. der Deszendenz	Feldnummer der Eltern	Spaltung in $F_1$					
		<i>rubrisepala</i>	<i>Lamarckiana</i>	<i>pallida</i>	Verhältnis		
1	$\frac{55}{2}-11 \times \frac{5}{2}-11$	45	31	13	3,46	2,38	1
2	$\frac{48}{38}-12 \times \frac{19}{3}-11$	22	52	31	0,71	1,68	1
3	$\frac{23}{50}-13 \times \left\{ \begin{array}{l} \frac{12}{50}-13 \\ \frac{24}{32}-13 \\ \frac{11}{46}-13 \end{array} \right.$	66	19	10	6,6	1,90	1
4		46	12	13	3,54	0,92	1
5		57	11	6	9,50	1,83	1
6	$\frac{26}{22}-13 \times \left\{ \begin{array}{l} \frac{12}{50}-13 \\ \frac{11}{46}-13 \\ \frac{25}{46}-13 \end{array} \right.$	40	13	12	3,33	1,08	1
7		12	4	2	6,00	2,00	1
8		55	15	16	3,44	0,94	1
		343	157	103	3,33	1,5	1

Bei der Kreuzung von *rubrisepala*, die stark purpurrote Knospen hat, und *Lamarckiana*, die eine schwach braunrote Pigmentierung an ihren Knospen zeigt, tritt also, wie aus der obigen Zusammenstellung ersichtlich ist, neben den Elterntypen ein neuer Typus auf, der durch fast völlig pigmentfreie Knospen ausgezeichnet ist. Dieser Typus ist wohl ein sehr schlagender Beweis, dass ein neuer Phänotypus durch Zusammenwirken gewisser Erbeinheiten gebildet wird. Nur bei einer bestimmten Faktorengruppierung, die



nie innerhalb der Individuen des *Lamarckiana*-Typus realisiert werden kann, ist die Voraussetzung seines Auftretens gegeben. Zuerst muss die *rubrisepala*-Kombination gebildet werden. Diese kann, wie oben erwähnt, *pallida* realisieren, aber nur als Doppelkombinante *rubrisepala-pallida*. Erst bei der Kreuzung *rubrisepala*  $\times$  *Lamarckiana* muss der Typus aber hervorgehen, man könnte ja sagen mit der Sicherheit eines chemischen Experimentes. Es ist also bei seiner Bildung gar nicht die Frage von einer **Möglichkeit** (Mutation aus unbekannten Ursachen), sondern von einer **Notwendigkeit** (Faktorenkombination, die durch die Kreuzung entstehen muss). Er entsteht aber ebenso wie die »Mutanten« als eine plötzliche und diskontinuierliche Habitusänderung.

Es ist nun die Frage zu beantworten, ob man aus den gewonnenen Spaltungszahlen der Kreuzungen *rubrisepala*  $\times$  *Lamarckiana* eine regelmässige Beziehung zwischen der Kreuzungsweise und der Spaltungsart ermitteln kann. Die oben zusammengestellten Zahlen erscheinen auf den ersten Blick ziemlich regellos. In allen Kreuzungen, N:r 2 ausgenommen, bildet *rubrisepala* die grösste Gruppe, *pallida* die kleinste, oder die *pallida*- und *Lamarckiana*-Gruppen sind fast gleich gross. Zwischen den *rubrisepala*-Gruppen der verschiedenen Kreuzungen sind aber die Differenzen gross. In N:r 4 und 8 ist das Verhältnis ungefähr dasselbe, nämlich 3 *rubrisepala*: 1 *Lamarckiana*: 1 *pallida*. Diese Kreuzungen sind auch mit *Lamarckiana*-Pflanzen derselben Abstammung wie die *rubrisepala* Pflanzen ausgeführt. Denn sowohl die *rubrisepala*-Pflanzen als diese *Lamarckiana*-Pflanzen gehörten  $F_2$ -Reihen der Kreuzung N:r 1 an. Die anderen Kreuzungen sind aber alle mit *Lamarckiana*-Pflanzen nicht verwandter Reihen ausgeführt. Sie wurden auch unter dem Gesichtspunkte gemacht zu ermitteln, ob Reihen, die eine verschiedenartige Kombinantenspaltung zeigten, sich auch different in bezug auf die Spaltungszahlen bei Kreuzung mit ein und derselben *rubrisepala*-Pflanze zeigen würden. Andererseits wollte ich auch ermitteln, wie sich die zwei *rubrisepala*-Pflanzen bei Kreuzung mit derselben *Lamarckiana*-Pflanze verhalten würden.

Es ist nun aus der Zusammenstellung ersichtlich, dass die Kreuzungen mit *Lamarckiana*  $^{11}/_{46}$  (N:r 5 und 7) eine höhere Spaltungszahl an *rubrisepala* zeigen als die Kreuzungen mit *Lamarckiana*  $^{12}/_{50}$  (N:r 3 und 6). Die Reihe 11—13 spaltete keine *rubrinervis*-Kombinanten ab, sondern Riesenformen (vgl. Stammbaum I), während 12—13, die  $F_1$  einer Kreuzung *Lamarckiana*  $\times$  *undulata* war, eine reiche *rubrisepala*-Spaltung zeigte (vgl. S. 89). Die *Lamarckiana*-Pflanze dieser Reihe,  $^{12}/_{50}$ , ergibt auch bei Kreuzung mit den *rubrisepala*-Pflanzen ein Resultat, dass sich dem nähert, das bei Kreuzung der *rubrisepala*-Pflanzen mit verwandten *Lamarckiana*-Pflanzen erhalten worden ist, während das Resultat der Kreuzungen mit  $^{11}/_{46}$ , die einer Reihe von ganz anderer Spaltungsnatur angehörte, auch stark abweichend ist.

Diese Differenz der Kreuzungen mit  $^{11}/_{46}$  und mit  $^{12}/_{50}$  ist sowohl für die Kreuzungen, wo *rubrisepala*  $^{23}/_{50}$  die Mutter ist, als für die der *rubrisepala*-Pflanze  $^{26}/_{22}$  zu konstatieren. Der Prozentsatz an *rubrisepala* ist aber in den ersteren Kreuzungen (N:r 3 und 5) noch höher als in den letzteren (N:r 6 und 7), was folglich

ihre Ursache in einer Verschiedenheit der *rubrisepala*-Pflanzen haben muss. Es ist also sehr wahrscheinlich, dass sowohl die *rubrisepala*- als die *Lamarckiana*-Pflanzen dieser Kreuzungen genotypisch different sind. Es kann deshalb nicht als richtig betrachtet werden, die Zahlenverhältnisse der Kreuzungen zu summieren und das Gesamtverhältnis als den Ausdruck einer einzigen, gleichartigen MENDELSpaltung zu betrachten. Für diese Ansicht der genotypischen Verschiedenheit von Pflanzen derselben Kombinantentypus spricht ja auch die Kreuzung Nr 2, wo *Lamarckiana* in Gegensatz zu den anderen Kreuzungen in bedeutend grösserem Prozentsatz als *rubrisepala* hervorgeht.

Wenn also, wie schon DE VRIES durch umfangreiche Versuche gezeigt hat, die »Erbzahlen« bei den Kombinantenkreuzungen stark schwanken, so scheint es indessen, als ob diese Schwankungen von der genotypischen Konstitution der Pflanzen verursacht wäre. Denn eine Parallelität zwischen der Art der Kreuzung und der Art der Spaltung ist in den diskutierten Versuchen nicht zu verkennen.

Um aber eine faktorielle Analyse zu erzielen, ist es jedoch nötig, die Kreuzungsversuche zwischen *rubrisepala* und *Lamarckiana* auf eine Reihe zu beschränken, wo *rubrisepala* hervorgegangen ist, also die Analyse innerhalb eines so engen Faktorenkomplexes wie möglich auszuführen.

Die aus der Kreuzung *rubrisepala*  $\times$  *Lamarckiana* abgespaltete *pallida*-Kombinante habe ich sowohl mit *Lamarckiana* als mit *rubrisepala* gekreuzt. Das *rubrisepala*-Elter war die oben erwähnte  $^{26}/_{22}$ , die einer Schwesterdeszendenz der *pallida* angehörte; das *Lamarckiana*-Elter war die oben besprochene  $^{24}/_{32}$ , die auch einer Schwesterdeszendenz der *pallida* angehörte.

Die Kreuzung *pallida*  $\times$  *Lamarckiana* ergab die Spaltung:

15 *Lamarckiana*: 8 *rubrisepala*: 8 *pallida*: 1 *rubrisepala-pallida*.

Aus der Kreuzung von *Lamarckiana* und *pallida* erhält man also als Kreuzungsnovum *rubrisepala*.

Die Kreuzung *rubrisepala*  $\times$  *pallida* ergab die Spaltung:

19 *Lamarckiana*: 18 *rubrisepala*: 3 *pallida*.

Aus dieser Kreuzung wurde also als Kreuzungsnovum *Lamarckiana* gebildet.

Das Resultat der Kreuzungen zwischen den Typen *Lamarckiana*, *rubrisepala* und *pallida* ist also, dass man aus jeder der drei möglichen Verbindungen *rubrisepala*  $\times$  *Lamarckiana*, *rubrisepala*  $\times$  *pallida* und *pallida*  $\times$  *Lamarckiana* alle drei Typen in  $F_1$  erhält. Der in der Kreuzung nicht eingehende Typus tritt also in  $F_1$  als Kreuzungsnovum auf. Die drei Kreuzungen verhalten sich also bezüglich der in  $F_1$  auftretenden Phänotypen ganz gleich. Das kann ja auf den ersten Blick eigentümlich erscheinen, und man könnte ja in dergleichen Resultaten eine Bestätigung der Auffassung sehen wollen, dass alle diese Typen dieselben Faktoren enthielten, nur in verschiedenem Aktivitätszustand. Aber ganz ähnliche Beispiele von MENDELSpaltungen in bezug auf

Farbenfaktoren sind schon mehrfach analysiert. Die Spaltung ist offenbar keine andere als die, die bei dem Vorhandensein epistatischer Faktoren erhalten wird, und worauf die Pelzfarbe der Nagetiere und die Blütenfarbe bei *Antirrhinum majus* schöne Beispiele abgeben. Nehmen wir ein einfaches Beispiel! Die gelbe Farbe der Blüte bei *Antirrhinum* ist von einem Faktor, der BAUR B nennt, bedingt, der auch Grundfaktor für Blütenfarbe überhaupt ist. Der Faktor F, der an B epistatisch ist, ist der Grundfaktor für rote Färbung der Blüte. Sehen wir nun, wie das Zusammenwirken dieser Faktoren sich gestaltet! Wir gehen von den drei möglichen heterozygoten Verbindungen dieser Faktoren aus, um der Ähnlichkeit mit *O. Lamarckiana* noch näher zu kommen, bei der positive Homozygoten nicht gebildet werden. Diese müssen drei Phänotypen bilden, nämlich BbFf (rot), Bbff (gelb), bbFf (weiss).

Die Kreuzung dieser Phänotypen ergibt folgendes Resultat:

rot (BbFf)  $\times$  gelb (Bbff) spaltet in rot, gelb und weiss  
 rot (BbFf)  $\times$  weiss (bbFf) spaltet in rot, gelb und weiss  
 gelb (Bbff)  $\times$  weiss (bbFf) spaltet in rot, gelb und weiss

Die Übereinstimmung mit *Oenothera* ist schlagend. Dass also drei verschiedene Phänotypen bei ihren drei möglichen Verbindungen, phänotypisch gesehen, dieselbe Aufspaltung zeigen, ist nicht für *Oenothera* eigenartig. Der Spaltungsmodus der Kreuzungen zwischen *rubrisepala*, *pallida* und *Lamarckiana* ist also durch ein Zusammenwirken epistatischer mendelnder Faktoren prinzipiell verständlich.

Bezüglich der Kombinantenkreuzungen erübrigt es noch einige Kreuzungen zwischen *rubrisepala* und dem in den Versuchen von GATES aus der DE VRIESschen *rubrinervis* hervorgegangenen Typus *rubricalyx* zu erwähnen. Dieser Typus, der sich von *rubrinervis* scharf durch das stark purpurrot gefärbte Hypanthium, den stark rotgefärbten Stengel und die rote Unterseite der Blattnerven unterscheidet, betrachtet GATES als eine progressive Mutation im Sinne von DE VRIES, die sich von *rubrinervis* nur in einer einzigen Eigenschaft unterscheiden sollte. SHALL hat indessen schon gezeigt, dass diese Ansicht nicht richtig sein kann, weil bei der Kreuzung *rubricalyx*  $\times$  *Lamarckiana* und der reziproken Verbindung die Charaktere roter Stengel und intensiv rote Knospen unabhängig spalten.

Die Kreuzung *rubrisepala*  $\times$  *rubricalyx* habe ich so ausgeführt, dass ich zwei *rubrisepala*-Pflanzen, und zwar dieselben, die für die oben erwähnten Kreuzungen mit *Lamarckiana* benutzt wurden ( $^{23}/_{50}$  und  $^{26}/_{22}$ ) mit dem Pollen einer einzigen *rubricalyx*-Pflanze bestäubte. Samen von *rubricalyx* erhielt ich 1912 von GATES, der nach seiner Mitteilung aus unkontrollierter Bestäubung stammte. Ich zog 1912 23 Pflanzen auf, die alle *rubricalyx* waren. Sie zeigten also nicht die Spaltung in *rubricalyx* und *rubrinervis*, die GATES gewöhnlich in seinen *rubricalyx*-Reihen erhalten hat. 1912 hat er aber konstante *rubricalyx*-Reihen erhalten (67, Tabelle der Pedigree I, N:o V. 4 und nr 3 (?) links oben



in der Tabelle), und wahrscheinlich stammt mein Samen aus einer der Mutterpflanzen dieser Reihen oder aus ihren Schwesterpflanzen. Die *rubricalyx*-Pflanze, die 1913 den Pollen für die Kreuzungen *rubrisepala*  $\times$  *rubricalyx* lieferte, war eine Pflanze der *rubricalyx*-Aussaats 1912, die in diesem Jahr nur Rosette bildete und erst 1913 erblühte. Mein *rubricalyx*-Material ist also gewiss von direkter Abstammung der ursprünglichen *rubricalyx*-Pflanze, was ich hier hervorhebe, weil ein grosser Teil der aufgezogenen *rubricalyx*-Reihen von GATES aus Kreuzungen mit *Lamarckiana*, *nanella* und *grandiflora* ihren Ursprung nimmt, und weil auch das Material, das SHULL bei seinen Kreuzungen benutzt hat, ohne Zweifel aus den *grandiflora*  $\times$  *rubricalyx* Kreuzungen von GATES abstammt. Denn GATES' Kreuzung *grandiflora*  $\times$  *rubricalyx* IV. 2 (Gates 67, Pedigree I) ist mit einer *rubricalyx*-Pflanze ausgeführt, die in ihrer Aszendenz mit *nanella* gekreuzt worden ist, und SHULL hat in der Deszendenz seiner *rubricalyx* sowohl Pflanzen mit rotfleckigen Blättern (*grandiflora*-Eigenschaft) als Zwerge (*nanella*-Eigenschaft) erhalten.

Die beiden Kreuzungen *rubrisepala*  $\times$  *rubricalyx* verhielten sich bezüglich der in  $F_1$  auftretenden Typen gleich. Ausser den beiden Elterntypen traten zwei neue hervor. Die eine war eine Doppelkombinante *rubrisepala-pallida*, die andere eine Doppelkombinante *rubricalyx-pallida*. Der »reine» *pallida*-Typus ging aber ebenso wenig wie der *Lamarckiana*-Typus aus dieser Kreuzung hervor. Diese Versuche zeigen also, dass eine Kreuzung zweier Kombinanten nicht immer *Lamarckiana* synthetisiert. In diesem Falle gehören die beiden gekreuzten Typen derselben Formen-Gruppe an, nämlich der der *rubrinervis*-Gruppe. Beiden fehlten also ein oder mehrere Faktoren, die für die Realisierung eines *Lamarckiana*-Komplexes notwendig sind.

Der *pallida*-Typus wird auch nicht »rein» aus *rubrisepala*  $\times$  *rubricalyx* realisiert, sondern er tritt mit den Charakteren der Mutterpflanzen vereinigt auf. Sowohl *rubrisepala-pallida* als *rubricalyx-pallida* haben von dem *pallida*-Typus die späte Entwicklung und reiche Verzweigung, wodurch sie stark von den Elterntypen abweichen. Die Knospen der *rubrisepala-pallida* sind bedeutend blasser als die der *rubrisepala*, rotgefleckt oder rotgestreift, nicht aber ganz entfärbt, wie bei *pallida*. Sie haben dieselbe Form und Grösse wie bei *rubrisepala*. Die Knospen der *rubricalyx-pallida* zeigen die intensive Rotfärbung der *rubricalyx*, auch in bezug auf das Hypanthium, weshalb diese Doppelkombinante den Eindruck einer üppigen, spätblühenden *rubricalyx*-Form macht. Die *pallida*-Charaktere, die sich bei *rubrisepala-pallida* sowohl in den vegetativen als den floralen Teilen bemerkbar machen, sind bei *rubricalyx-pallida* nur in den vegetativen Teilen zu beobachten.

Ausser den erwähnten Typen wurde in einer der Kreuzungen noch ein sehr distinkter Typus abgespaltet. Er hatte die Färbung der Knospen der *rubrisepala*. Die Blätter hatten aber eine ganz andere Form als bei dieser, waren auffallend länger und auch etwas schmaler. Ausserdem hatte die Blattspreite diffuse, gelbe oder gelbweisse Felder, die speziell bei den unteren Blättern des Hauptstengels in die Augen fallend waren.



Oben wurde erwähnt, dass die Unterseite der Blattnerven bei *rubricalyx* rot ist. Derselbe Faktor, der die Rotfärbung des Hypanthiums bewirkt, beeinflusst also auch die Farbe der Unterseite der Blattnerven. Der oben behandelte Faktor R übt auch seine Wirkung in dem Blattnerv aus, färbt aber die Oberseite des Blattnerves rot. Bei einer weissnervigen *rubricalyx*-Pflanze ist also nur die Unterseite rot gefärbt, bei einer rotnervigen *Lamarckiana* nur die Oberseite, bei einer rotnervigen *rubricalyx* dagegen sowohl Ober-als Unterseite. Der ganze Blattnerv ist also in dem letzt erwähnten Falle rot, aber die Totalfärbung ist durch zwei ganz verschiedene Faktoren bedingt, ein Beispiel, das zeigt, wie ein scheinbar einfacher morphologischer Charakter von zwei in ihrer Wirkung einander komplettierenden Erbinheiten verursacht sein kann.

Bei dem *rubricalyx-pallida*-Typus sind die Knospen wie normale *rubricalyx*-Knospen gefärbt. Dies ist aber nicht bei der Unterseite der Blattnerven der Fall. Die Rotfärbung ist hier verändert, ist nämlich nicht mehr eine gleichmässige, rote Farbe, sondern tritt in Steifen oder Flecken auf. Ein Faktor, der in verschiedenen Organen eines Typus seine Wirkung ausübt, kann also, falls er in einen neuen Kombinationskomplex eintritt, seine Wirkung auf ein Organ wie früher ausüben, bezüglich eines anderen aber nur in modifizierter Form.

Sowohl der *rubricalyx-pallida*- als der *rubrisepala-pallida*-Typus wird je nach der An- oder Abwesenheit des Faktors R verändert. Die rotnervigen Typen sind stärker verzweigt, und die Zweige sind länger und schwächer als bei den weissnervigen Pflanzen. Die Brakteen der ersteren sind schmal und glatt, die der letzteren breit und buckelig, an dem Rande stark gezähnt. Man erhält also von den betreffenden Doppelkombinanten vier deutlich verschiedene Phänotypen, falls der Faktor R mit in dem Spiele ist.

Die Spaltung zeigte in den beiden Kreuzungen *rubrisepala*  $\times$  *rubricalyx* folgende Zahlenverhältnisse für die verschiedenen Typen:

21 *rubrisepala*, 17 *rubricalyx*, 6 *rubrisepala-pallida*, 6 *rubricalyx-pallida*, 1 neue *rubrisepala*-Kombinante; 20 *rubrisepala*, 13 *rubricalyx*, 3 *rubrisepala-pallida*, 10 *rubricalyx-pallida*. Die gewonnenen Zahlen sind aber zu klein und die Deszendenzen zu gering, um als die Basis einer Diskussion des faktoriellen Verlaufs der Spaltung dienen zu können. Eine wichtige Tatsache geht indessen, wie oben schon hervorgehoben, aus den Kreuzungen hervor, nämlich dass durch eine Kreuzung der Typen *rubrisepala* und *rubricalyx* *Lamarckiana* nicht realisiert werden kann, und auch nicht die depigmentierte *pallida*.

Die Kreuzung *pallida*  $\times$  *rubricalyx* ist auch ausgeführt worden. Sie enthielt 21 Pflanzen, nämlich 12 *rubricalyx*, 6 *Lamarckiana*, 2 *rubrisepala* und 1 *rubrisepala-pallida*. Diese Kreuzung ist in zwei Hinsichten interessant. Teils wird bei dieser Kreuzung *Lamarckiana* realisiert, teils entsteht als Kreuzungsnovum *rubrisepala*. *Pallida* scheint aber nicht zurückerhalten werden zu können, sondern wird durch die Doppelkombinante *rubrisepala-pallida* (wahrscheinlich auch *rubricalyx-pallida*) ersetzt.

Endlich sind noch zwei Kreuzungen der Verbindung *rubrisepala*  $\times$  *dependens* zu erwähnen. Da *dependens* in ihrer Deszendens fast nur *Lamarekiana* gibt, ist es zu erwarten, dass sie durch *Lamarekiana* auch in der Kreuzung vertreten wird. Dies war auch der Fall. In diesen Kreuzungen trat auch *pallida* auf, in einer Kreuzung auch *stricta*. Die Spaltungen waren folgende: 25 *Lamarekiana*, 25 *rubrisepala*, 16 *pallida*, 1 *stricta* und 51 *Lamarekiana*, 32 *rubrisepala*, 30 *pallida*. Auffallend ist, dass *Lamarekiana* in ebenso grossem oder sogar beträchtlich grösserem Prozentsatz als *rubrisepala* auftritt, während die letztere in den Kreuzungen *rubrisepala*  $\times$  *Lamarekiana* den grössten Prozentsatz bildet.

Ein Überblick der Kombinantenkreuzungen ergibt folgendes Resultat. Die untersuchten *Lamarekiana*-abspaltenden Kombinant (undulata, dependens) geben bei Kreuzung mit *Lamarekiana* in  $F_1$  entweder gar keine Pflanzen des Kombinantentypus oder jedenfalls einen nicht grösseren Prozentsatz als den, in welchem die betreffende Kombinate aus *Lamarekiana* abgespaltet wird (das »Mutationsprozent«). Dagegen scheinen diese Kreuzungen Faktorenkomplexe zu bilden, aus denen in  $F_1$  oder  $F_2$  gewisse andere Kombinant in grösserem Prozentsatz als die in den Kreuzungen eingehenden hervorgehen. So gehen in  $F_1$  der Kreuzung *Lamarekiana*  $\times$  *undulata* die Typen *lata* und *rubrisepala* hervor, und in  $F_2$  der Kreuzung *Lamarekiana*  $\times$  *dependens* der *lata*-Typus.

Von den nicht *Lamarekiana*-abspaltenden Kombinant ist nur *rubrisepala* mit *Lamarekiana* gekreuzt. In allen aufgezogenen Kreuzungen geht *rubrisepala* in grossem Prozentsatz hervor, mit einer Ausnahme sogar in einem beträchtlich grösseren als *Lamarekiana*. Diese Kreuzung spaltet einen neuen Phänotypus (den *pallida*-Typus) ab, die nie in meinen Versuchen aus geselbsteter *Lamarekiana* hervorgegangen ist, ein Beweis, dass die Differenz zwischen *rubrisepala* und *Lamarekiana* keine monohybride sein kann. Die »Erbzahlen« des *rubrisepala*-Typus schwanken sehr, die Schwankungen scheinen aber von der genotypischen Konstitution der gekreuzten Pflanzen abhängig zu sein, weil die hohen Zahlen an die Kreuzungen einer Pflanze, die niedrigen an die einer anderen gebunden sind.

Die Kreuzungen *rubrisepala*  $\times$  *Lamarekiana*, *pallida*  $\times$  *Lamarekiana* und *rubrisepala*  $\times$  *pallida* ergeben alle in  $F_1$  eine Spaltung in die drei Phänotypen *Lamarekiana*, *rubrisepala* und *pallida*, was aber durch die Annahme epistatischer Faktoren verständlich gemacht werden kann.

Bei der Kreuzung der zwei Kombinant *rubrisepala* und *rubricalyx*, die beide der *rubrinervis*-Gruppe angehören, wird in  $F_1$  *Lamarekiana* nicht realisierbar. Kreuzt man aber *rubrisepala* mit *pallida* oder *dependens* entsteht *Lamarekiana* unter den  $F_1$  Typen, wie in den von DE VRIES erwähnten »Mutationskreuzungen«. *Lamarekiana* wird also nicht immer als Neukombination bei der Kreuzung zweier ihren Kombinant gebildet. Ob dies geschehen kann oder nicht, hängt aber offenbar von der faktoriellen Zusammensetzung der Kombinant ab. Entbehren beide der gekreuzten Typen gewisse Eigenschaften, die für die Synthese der *Lamarekiana* notwendig sind,

wird ihr Entstehen auch verhindert. Dies trifft natürlich am leichtesten ein, wo Kombinanten derselben »Gruppe« gekreuzt werden, weil sie alle eine fundamentale Differenz gegen *Lamarckiana* zeigen. *Rubrisepala* und *rubricalyx* gehören auch derselben Gruppe, nämlich der *rubrinervis*-Gruppe an. *Rubrisepala* und *dependens* gehören dagegen ganz verschiedenen Phänotypen-Gruppen an, weshalb es auch nahe liegt anzunehmen, dass ihre Eigenschaften einander komplettieren können, also *Lamarckiana* synthetisieren.

Bei der Kreuzung *rubrisepala*  $\times$  *rubricalyx* wird *pallida* nicht mehr rein abgespaltet, sondern ausser den Eltern treten zwei Doppelkombinanten auf, die *pallida* Eigenschaften mit den Eigenschaften der Elterntypen kombinieren, *rubrisepala-pallida* und *rubricalyx-pallida*. Die Spaltung geht also hier so vor sich, wie bei der Kreuzung *rubrisepala*  $\times$  *Lamarckiana*, nur findet sie innerhalb eines anderen Komplexes (des *rubrinervis*-Komplexes) statt, weshalb die Typen nicht mehr von den fundamentalen Eigenschaften dieses Komplexes abweichen können. In bezug auf Blütezeit und Verzweigung sind die erwähnten Doppelkombinanten *pallida*-Typen, in bezug auf die Pigmentierung der Knospen, die fundamentale Differenz der *rubrinervis*-Gruppe, gehören sie aber fortwährend dieser Gruppe an.

Es geht aus den ermittelten Tatsachen hervor, dass die »Mutationskreuzungen« kein einheitliches Resultat ergeben, also schwerlich als ein besonderer Kreuzungstypus aufgestellt werden können, wie DE VRIES behauptet und wie auch GATES meint. Durch die Annahme eines Spaltungs- und Rekombinationsprozesses ist aber ein Verständnis ihrer eigenartigen Variabilitätsverhältnisse zu erzielen.

---



## VI. Untersuchungen zur Frage der Apogamie bei *O. Lamarckiana* und bei ihren Neukombinanten.

Da einige der *Oenothera*-Forscher (GATES, Miss LUTZ) bei der Erklärung gewisser Variabilitäterscheinungen bei zwei der Kombinanten der *O. Lamarckiana* (*lata*, *gigas*) angenommen haben, dass sie partiell apogam seien, entschloss ich mich, die Frage experimentell zu untersuchen. Es ist ja sehr einfach, theoretisch Apogamie da anzunehmen, wo man sie für seine Erklärung anwenden kann. Da es aber auch keine Schwierigkeiten bietet, der Frage experimentell näher zu treten und nur hierdurch eine sichere Lösung zu erzielen ist, habe ich während der Jahre 1913—1914 sehr viele Kastrierungen ausgeführt, um zu sehen, auf diese Weise eine Samenbildung ohne Befruchtung konstatieren zu können.

GATES hat schon 1909 über einige Versuche berichtet (45), wo er bei Kastrierung einer Anzahl der Blüten einer *lata*-Pflanze in einer Frucht drei entwickelte Samen erhalten hat, während in bezug auf die übrigen Blüten das Resultat negativ war. Auch einige Kastrierungen mit mehreren Pflanzen einer fertilen *lata*-Rasse ergaben ein negatives Resultat. GATES erwähnt leider weder die Anzahl der kastrierten Blüten noch den Zeitpunkt der Blütenentwicklung, wo die Kastrierung vorgenommen wurde. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die drei Samen der einen Frucht nur das Resultat eines Versuchsfehlers sind. Bei *lata* bersten nämlich bisweilen die Knospen an der Spitze schon 48 Stunden vor dem Öffnen der Blüten, so dass eine Narbe ganz oder teilweise unbedeckt sitzt. Die Narben der *lata* sind sehr dick und gross, weshalb sie auf die Kelchblätter einen grösseren Druck als bei den übrigen Typen der *Lamarckiana*-Serie ausüben. Dies ist auch äusserlich in der Form der Knospe erkennbar, weil sie an der Spitze stark angeschwollen ist. In extremen Fällen führt der starke Innendruck zu einer partiellen, vorzeitigen Sprengung der Knospen an der Spitze. Eine ungewollte Bestäubung kann also stattfinden, ehe die Blüte sich vollständig öffnet.

Dass nur eine kastrierte Blüte positives Resultat ergab, und sogar 3 Samen bildete, während alle anderen Kastrierungen negativ ausfielen, scheint auch für die Annahme zu sprechen, dass in dem erstgenannten Falle ein Versuchsfehler vorgelegen habe. GATES nimmt indessen als die Ursache, dass nur in einem Falle Samenansatz konstatiert wurde, an, dass in den Früchten der kastrierten Blüten sich nur



sehr wenige Samen apogam entwickeln, weshalb die Nahrungszufuhr gestört wird und die Früchte gewöhnlich abfallen.

Es ist deshalb zunächst zu untersuchen, ob die Befruchtung sehr weniger Samenanlagen in einer Frucht zur Folge hat, dass die Samen sich nicht normal entwickeln, oder dass die Früchte wie bei ausgebliebener Befruchtung frühzeitig abfallen. Durch einige Versuche, die ich im Jahre 1910 ausführte, um die Zuwachsgeschwindigkeit der Pollenschläuche zu studieren, wurde auch diese Frage gelöst.

Diese Versuche wurden auf folgende Weise ausgeführt. Am Abend, wo die Blüte sich normal öffnen sollte, wurden die Narben bei einem notierten Zeitpunkt bestäubt. Nach einer bestimmten Zeitintervalle, verschieden lang bei verschiedenen Blüten, wurde die Blüte an der Basis des Hypanthiums abgeschnitten, damit auch der Griffel an seinem Ansatzpunkt am Fruchtknoten. Hatten nun die Pollenschläuche bei dem Abschneiden des Griffels den Fruchtknoten nicht erreicht, musste natürlich die Befruchtung und Samenbildung ausbleiben, falls apogame Samenentwicklung nicht stattfand. Tatsächlich zeigte es sich, dass alle Blüten, die früher als 19 Stunden bei *O. Lamarckiana* und 21 Stunden bei *gigas* abgeschnitten wurden, keinen einzigen Samen ansetzten. Nach der erwähnten Zeitintervalle trat Befruchtung ein, während der darauf folgenden Stunden aber sehr spärlich, so dass bisweilen nur ein einziger Samen pro Frucht erhalten wurde. Auch diese Früchte blieben indessen fest an der Pflanze sitzen, fielen also nicht wie die unbefruchteten und samenlosen ab. Man ist natürlich hierdurch zu dem Schlusse berechtigt, dass auch Früchte, die einen apogamen Samen entwickelt haben, fest an der Pflanze sitzen bleiben müssen, und dass die Nahrungszufuhr durch die Reduktion der Samenanzahl nicht gestört wird. Auch zeigen die Versuche, dass der Wundchok nicht die Entwicklung der Samen stört. Man kann also die erwähnte, einfachere Kastrierungsmethode ohne Schaden bei Untersuchungen über vermutete apogame Samenentwicklung bei *Oenothera* anwenden. Die störenden Einwirkungen, die GATES vermutet hatte, sind in der Wirklichkeit nicht zu konstatieren.

Bei meinen Kastrierungsversuchen wurde die erwähnte, radikalere Abschneidungsmethode in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle verwendet. Kastrierung durch Entfernung der Staubblätter in sozeitigem Knospenstadium, dass sich die Antheren noch nicht geöffnet hatten, und durch Bedeckung der Blüte mit einem Pergamentbeutel, wurde in einigen Fällen ausgeführt, gab aber kein abweichendes Resultat. Die Schnittfläche des Griffelrestes wurde in einigen Fällen reichlich polliniert, da ich auch wissen wollte, ob die Pollenschläuche hier anskeimen könnten, was ja nicht sehr wahrscheinlich war. Auch wurde ein durchaus negatives Resultat erhalten. Die für meine Kastrierungsversuche angewendete Methode darf also als vollkommen einwandfrei betrachtet werden.

Die Versuche wurden mit folgenden Typen ausgeführt: *Lamarckiana*, *gigas*, *excelsa*, *lata*, *Lamarckiana* aus *lata*-Kreuzung, *rubrisepala*, *pallida* und *biennis*. Dass ich auch *biennis* in den Kreis meiner Beobachtungen zog, beruhte darauf, dass

Mrs HAIG-THOMAS hier apogame Samenentwicklung konstatiert haben soll. Bis jetzt liegt aber, soweit mir bekannt ist, nur eine kurze Erwähnung ohne jede experimentellen Beweise vor (77 b). Dass es aber bei *O. biennis* sehr leicht ist, Versuchsfehler zu erhalten, ist ja schon aus den blütenbiologischen Verhältnissen dieser Pflanze ersichtlich. Der Griffel liegt nämlich hier zwischen den Antheren, und da diese schon 24—48 Stunden vor dem Öffnen der Blüten den Pollen entleeren, kann natürlich eine zu späte Kastrierung — falls eine Anthere einige Pollenkörner entleert hat, die leicht übersehen werden können — das Resultat ganz ver-rücken. In meinen Versuchen wurden alle abgeschnittenen Knospen sorgfältig geöffnet und durchmustert, obgleich sie natürlich so jung gewählt worden waren, dass man annehmen konnte, dass ihre Antheren sich noch nicht geöffnet hatten. Wenn auch nur ein noch so geringes Bersten einer Anthere konstatiert wurde, so wurde auch der Fruchtknoten abgeschnitten, die Blüte also für den Versuch nicht weiter verwendet.

Die Anzahl der ausgeführten Kastrierungen der Typen war die folgende:

<i>O. Lamarckiana</i> .....	588	Blüten
<i>gigas</i> .....	395	»
<i>excelsa</i> .....	71	»
<i>lata</i> .....	102	»
<i>Lamarckiana</i> aus <i>lata</i> -Kreuzungen .....	129	»
<i>rubrisepala</i> .....	63	»
<i>pallida</i> .....	14	»
<i>biennis</i> .....	456	»
Summe 1818		»

In keinem einzigen Falle der mehr als 1800 kastrierten Blüten wurde apogamer Samenansatz erhalten. Die Früchte der kastrierten *Lamarckiana*-Blüten wurden gelblich, schrumpften ein und fielen bald ab. Die der *gigas*-Blüten blieben gewöhnlich festsitzen, schrumpften aber zu einem vertrockneten Strang zusammen. Die *rubrisepala*-Früchte zeigten anfangs eine schwache parthenokarpe Entwicklung, bald aber fingen auch sie einzuschrumpfen an und fielen später ab.

Dass apogame Samenentwicklung bei *Oenothera Lamarckiana* und ihren Ab-spaltungsformen vorkommen sollte, wie GATES und Miss LUTZ für *gigas* und *lata* theoretisch postuliert haben, ist also nicht wahrscheinlich. Mit Apogamie als Erklärungsground der Variabilität des *gigas*-Typus zu operieren, ist also eine Theorie, die auf Vermutungen aufgebaut ist, die experimentell nicht konstatierbar sind. Man mag noch so viele zytologische Bilder für durch Apogamie verursacht halten, kann man experimentell apogam entwickelte Samen nicht erhalten, sind derartige Vermutungen ohne jeden Wert.

Noch umfangreichere Versuche zu dieser Frage sind natürlich wünschenswert. Vor allem habe ich mich aber gegen die einseitige Methode der Zytologen wenden

wollen, die ihre Beweise nur in fraglichen Präparaten suchen, wo jedoch eine sichere Lösung experimentell erhalten werden kann. Die zytologische Forschung ist ja wichtig, da wo zu der Lösung einer Frage keine andere Methode ausreicht, aber sie darf den Konnex mit der experimentellen Forschung nicht verlieren, wenn durch diese eine Lösung auf einfachere und sicherere Weise zu erhalten ist.

---

## VII. Zusammenfassende Darstellung der Variabilitätserscheinungen bei *O. Lamarckiana* und deren Erklärung.

Aus den Prämissen, die sowohl aus den Untersuchungen über den Faktor für Rotnervigkeit als aus den Reinzüchtungsversuchen und den Kombinantenkreuzungen hervorgebracht sind, werde ich nun versuchen, ein Bild der scheinbar eigenartigen Variabilitätserscheinungen der *O. Lamarckiana* in seinen Hauptzügen zu konstruieren.

Eine besondere Eigentümlichkeit der *O. Lamarckiana* ist erstens, dass sich diese Art im Gegensatz zu allen anderen Pflanzen in einer »Mutationsperiode« befinden sollte. Wie oben ausführlicher diskutiert wurde (S. 27 u. f.) ist diese Erscheinung dadurch verständlich, dass die positiven Homozygoten nicht realisiert werden können, weshalb eine Eigenschaft auch nicht konstant, nicht »gebunden« werden kann, sondern immer die Spaltung wiederholen muss. Dass dies so in bezug auf den Faktor für Rotnervigkeit der Fall ist, ist sicher festgestellt, und da die immer sich wiederholende »Mutation«, d. h. die Abspaltung aberranter Kombinanten, zwanglos durch dieselbe Komplikation verständlich gemacht werden kann, ist nur noch zu erklären, welche weitere Komplikation die Ursache ist, dass die Kombinanten gewöhnlich in einem sehr geringen Prozentsatz abgespaltet werden.

Durch die für den weiteren Aufbau des Mendelismus so wichtigen Untersuchungen von NILSSON-EHLE über Farbenfaktoren bei Weizen und Hafer sind wir mit Erscheinungen bekannt gemacht worden, bei denen ein sehr geringes Abspaltungsprozent an Rezessiven durch die Annahme morphologisch gleichsinnig wirkender Faktoren erklärt wird. Durch diese »Theorie der Polymerie« suchte ich schon in »*Oenothera* 1912« einige der Variabilitätserscheinungen bei *Oenothera* verständlich zu machen. Ich werde sie hier, unter Berücksichtigung auch des Prohibitions-Prozesses, auf den Abspaltungsvorgang der Kombinanten anwenden zu suchen.

Wir nehmen deshalb an, dass die Eigenschaften A, B, C und D jede für sich das *Lamarckiana*-Aussehen verursachen. Werden sie aber alle abgespaltet, so dass das Rezessivstadium abcd erhalten wird, entsteht ein morphologisch aberranter Typus, eine »Mutante«. Eine dergleiche, tetramere Spaltung muss so ausfallen, wie Schema I demonstriert. Die nicht realisierbaren Homozygoten sind schraffiert, die negative Homozygote ist dunkler gehalten.



## SCHEMA I.

Spaltender *Lamarckiana*-Komplex AaBbCcDd.

	ABCD	ABCd	ABcD	AbCD	aBCD	ABcd	AbCd	AbcD	aBCd	aBcD	abCD	Abcd	aBcd	abCd	abcD	abcd
ABCD	ABCD ABCD	ABCD ABCd	ABCD ABcD	ABCD AbCD	ABCD aBCD	ABCD ABcd	ABCD AbCd	ABCD AbcD	ABCD aBCd	ABCD aBcD	ABCD abCD	ABCD Abcd	ABCD aBcd	ABCD abCd	ABCD abcD	ABCD abcd
ABCd	ABCD ABCD	ABCd ABCd	ABcD ABcD	AbCD AbCD	aBCD aBCD	ABcd ABcd	AbCd AbCd	AbcD AbcD	aBCd aBCd	aBcD aBcD	abCD abCD	Abcd Abcd	aBcd aBcd	abCd abCd	abcD abcD	abcd abcd
ABcD	ABcD ABCD	ABcD ABCd	ABcD ABcD	AbcD AbCD	aBcD aBCD	ABcd ABcd	AbcD AbCd	AbcD AbcD	aBcD aBCd	aBcD aBcD	abCD abCD	Abcd Abcd	aBcd aBcd	abCd abCd	abcD abcD	abcd abcd
AbCD	AbCD ABCD	AbCD ABCd	AbCD ABcD	AbCD AbCD	aBcd aBCD	ABcd ABcd	AbCd AbCd	AbCD AbcD	aBcd aBCd	aBcd aBcD	abCD abCD	Abcd Abcd	aBcd aBcd	abCd abCd	abcD abcD	abcd abcd
aBCD	aBCD ABCD	aBCD ABCd	aBCD ABcD	aBCD AbCD	aBCD aBCD	ABcd ABcd	AbCd AbCd	Abcd AbcD	aBCd aBCd	aBcd aBcD	abCD abCD	Abcd Abcd	aBcd aBcd	abCd abCd	abcD abcD	abcd abcd
ABcd	ABcd ABCD	ABcd ABCd	ABcd ABcD	ABcd AbCD	ABcd aBCD	ABcd ABcd	ABcd AbCd	ABcd AbcD	ABcd aBCd	ABcd aBcD	ABcd abCD	ABcd Abcd	ABcd aBcd	ABcd abCd	ABcd abcD	ABcd abcd
AbCd	AbCd ABCD	AbCd ABCd	AbCd ABcD	AbCd AbCD	AbCd aBCD	AbCd ABcd	AbCd AbCd	AbCd AbcD	AbCd aBCd	AbCd aBcD	AbCd abCD	AbCd Abcd	AbCd aBcd	AbCd abCd	AbCd abcD	AbCd abcd
AbcD	AbcD ABCD	AbcD ABCd	AbcD ABcD	AbcD AbCD	AbcD aBCD	AbcD ABcd	AbcD AbCd	AbcD AbcD	AbcD aBCd	AbcD aBcD	AbcD abCD	AbcD Abcd	AbcD aBcd	AbcD abCd	AbcD abcD	AbcD abcd
aBCd	aBCd ABCD	aBCd ABCd	aBCd ABcD	aBCd AbCD	aBCd aBCD	ABcd ABcd	AbCd AbCd	Abcd AbcD	aBCd aBCd	aBcd aBcD	abCD abCD	Abcd Abcd	aBcd aBcd	abCd abCd	abcD abcD	abcd abcd
aBcd	aBcd ABCD	aBcd ABCd	aBcd ABcD	aBcd AbCD	aBcd aBCD	ABcd ABcd	AbCd AbCd	Abcd AbcD	aBcd aBCd	aBcd aBcD	abCD abCD	Abcd Abcd	aBcd aBcd	abCd abCd	abcD abcD	abcd abcd
abCD	abCD ABCD	abCD ABCd	abCD ABcD	abCD AbCD	abCD aBCD	ABcd ABcd	AbCd AbCd	Abcd AbcD	abCD aBCd	abCD aBcD	abCD abCD	Abcd Abcd	abCD aBcd	abCd abCd	abcD abcD	abcd abcd
Abcd	Abcd ABCD	Abcd ABCd	Abcd ABcD	Abcd AbCD	Abcd aBCD	ABcd ABcd	Abcd AbCd	Abcd AbcD	Abcd aBCd	Abcd aBcD	Abcd abCD	Abcd Abcd	Abcd aBcd	Abcd abCd	Abcd abcD	Abcd abcd
aBcd	aBcd ABCD	aBcd ABCd	aBcd ABcD	aBcd AbCD	aBcd aBCD	ABcd ABcd	Abcd AbCd	Abcd AbcD	aBcd aBCd	aBcd aBcD	aBcd abCD	aBcd Abcd	aBcd aBcd	aBcd abCd	aBcd abcD	aBcd abcd
abCd	abCd ABCD	abCd ABCd	abCd ABcD	abCd AbCD	abCd aBCD	ABcd ABcd	AbCd AbCd	Abcd AbcD	abCd aBCd	abCd aBcD	abCd abCD	abCd Abcd	abCd aBcd	abCd abCd	abCd abcD	abCd abcd
abcD	abcD ABCD	abcD ABCd	abcD ABcD	abcD AbCD	abcD aBCD	ABcd ABcd	Abcd AbCd	Abcd AbcD	abcD aBCd	abcD aBcD	abcD abCD	abcD Abcd	abcD aBcd	abcD abCd	abcD abcD	abcD abcd
abcd	abcd ABCD	abcd ABCd	abcd ABcD	abcd AbCD	abcd aBCD	ABcd ABcd	Abcd AbCd	Abcd AbcD	abcd aBCd	abcd aBcD	abcd abCD	abcd Abcd	abcd aBcd	abcd abCd	abcd abcD	abcd abcd

*Anm. bei der Korrektur.* In dem Schema oben muss die Kombination Reihe 4, Nr. 8  $\begin{smallmatrix} AbCD \\ Abcd \end{smallmatrix}$  sein, die der Reihe 15, Nr. 8  $\begin{smallmatrix} abcd \\ Abcd \end{smallmatrix}$  sein.

Bei tetramerer Spaltung erhält man also 256 Kombinationen, von denen 175 nicht realisierbare Homozygoten sind, 81 entwicklungsfähig sind. Von den letzteren ist eine eine reine Rezessive, also eine aberrante Kombinate. Diese tritt also in 1,2 % auf. Dieser Prozentsatz einer Kombinate ist in den Kulturen der Stammbäume I, II und III (S. 72, 73) ziemlich häufig zu sehen.

Die Heterozygoten einer tetrameren Spaltung sind natürlich verschiedener genotypischer Natur. Sie bilden vier Klassen: tetramere, die die Spaltung der Mutterpflanze wiederholen und tri-, di- und monomere, die grössere Prozentsätze von der Kombinate abspalten müssen, also eine »erhöhte Mutation« zeigen werden. Die vier Klassen sind in folgender Proportion vertreten: 16 tetramere: 32 trimere: 24 dimere: 8 monomere. Das Verhältnis zwischen den Klassen wird also 2:4:3:1.

Wie nun die tri-, di- und monomeren Pflanzen »mutieren« müssen, zeigen Schemata II, III und IV.

SCHEMA II.

Spaltender *Lamarckiana*-Komplex AaBbCcdd.

	ABC	ABc	AbC	aBC	Abc	aBc	abC	abc
ABC	ABC ABC	ABC ABc	ABC AbC	ABC aBC	ABC Abc	ABC aBc	ABC abC	ABC abc
ABc	ABc ABC	ABc ABc	ABc AbC	ABc aBC	ABc Abc	ABc aBc	ABc abC	ABc abc
AbC	Abc ABC	AbC ABc	AbC AbC	AbC aBC	AbC Abc	AbC aBc	AbC abC	AbC abc
aBC	aBC ABC	aBC ABc	aBC AbC	aBC aBC	aBC Abc	aBC aBc	aBC abC	aBC abc
Abc	Abc ABC	Abc ABc	Abc AbC	Abc aBC	Abc Abc	Abc aBc	Abc abC	Abc abc
aBc	aBc ABC	aBc ABc	aBc AbC	aBc aBC	aBc Abc	aBc aBc	aBc abC	aBc abc
abC	abC ABC	abC ABc	abC AbC	abC aBC	abC Abc	abC aBc	abC abC	abC abc
abc	abc ABC	abc ABc	abc AbC	abc aBC	abc Abc	abc aBc	abc abC	abc abc

SCHEMA III.

Spaltender *Lamarckiana*-Komplex AaBbccdd.

	AB	Ab	aB	ab
AB	AB AB	AB Ab	AB aB	AB ab
Ab	Ab AB	Ab Ab	Ab aB	Ab ab
aB	aB AB	aB Ab	aB aB	aB ab
ab	ab AB	ab Ab	ab aB	ab ab

SCHEMA IV.

Spaltender *Lamarckiana*-Komplex Aabbccdd.

	A	a
A	A A	A a
a	a A	a a

Die trimere Spaltung ergibt auf 64 Kombinationen 37, die in einem Faktor mindestens homozygot sind, also nicht realisierbar sind. Von den anderen 27 ist eine rein rezessiv, also eine neue Phänotypen-Kombinate. Das »Mutationsprozent« ist also 3,7 %. Es wird folglich so stark gesteigert, dass eine trimere Reihe einen ebenso grossen Prozentsatz einer einzigen Kombinate ergeben muss wie das ganze Durchschnittsprozent aller »Mutanten« in den DE VRIESschen Kulturen.

Bei dimerer Spaltung erhält man 16 Kombinationen, von denen 7 nicht realisierbar sind. Von den restierenden 9 ist eine rezessiv. Das »Mutationsprozent« wird also 11,1.

Noch mehr »mutabel« werden die monomeren Reihen. Hier erhalten wir nur 4 Kombinationen; die eine ist homozygot, also nicht realisierbar, zwei heterozygot und eine rezessiv. Die aberrante Kombinate muss also in dem Prozentsatz 33,3 % hervorgehen.



Diese Annahme führt also zu der Konsequenz, dass »das Mutationsprozent« bei fortgesetzter Reinzüchtung einer Pflanze in einigen Reihen gesteigert werden muss. Sehen wir nun zu, inwieweit diese Forderung durch die experimentellen Versuche bestätigt wird.

Von meinen drei Hauptkulturen (Stammbäume I, II und III, S. 72, 73) stammen I und II aus Kreuzungen, III aber aus Selbstbefruchtung einer Pflanze her. Es ist daher zu erwarten, dass in der letzt erwähnten Kultur engere Komplexe von Eigenschaften, also stärker »mutable« Reihen, erhalten werden müssen als in den erst erwähnten, speziell weil die Reinzüchtung im Stammbaum III durch drei Generationen fortgesetzt ist. Es verhält sich tatsächlich so. Die Reihen der Stammbäume I und II zeigen durchschnittlich sowohl ein niedrigeres Durchschnittsprozent aller Kombinantanten als ein niedrigeres Prozent der einzelnen Kombinantanten als die des Stammbaumes III. Nur in den Reihen des letzteren Stammbaumes ist also die Auflösung der polymeren Komplexe so weit gediehen, dass man die erwarteten hohen Prozentsätze einer gewissen Kombinantante findet.

Die D<sub>2</sub>-Reihe 34—13 des betreffenden Stammbaumes spaltet auf 159 Individuen 3 *stricta*-Kombinantanten ab, also 1,9 %. Die Spaltung nähert sich also dem tetrameren Kombinantantenprozent 1,2. Aus dieser Deszendenz sind 6 Reihen aufgezogen. Zwei dieser D<sub>3</sub>-Reihen zeigen nun tatsächlich Prozentsätze der *stricta*-Kombinantante, die sich der erwarteten trimeren Spaltung nähern, nämlich die Reihe 45—14, die *stricta* in 2,3 % und 53—14, die *stricta* in 3,1 % abspaltet. Andere Zahlenverhältnisse, die sich einer trimeren Spaltung nähern, findet man in derselben Kultur bezüglich des *dependens*-Typus, nämlich in den D<sub>2</sub>-Reihen 35—13 und 4—14, wo dieser Typus in 2,1, respektiv 3,1 % abgespaltet wird. Das Abspaltungsprozent einer Kombinantante ist in den erwähnten Reihen ungefähr so gross wie das ganze Durchschnittsprozent aller »Mutanten« in den Kulturen von DE VRIES.

Es fragt sich nun, ob auch Zahlenverhältnisse erhalten worden sind, die sich einer dimeren Spaltung nähern. Tatsächlich finden wir in der D<sub>2</sub>-Reihe 1—14 (Stammbaum III) eine Abspaltung von *rubrisepala*, die 12,5 % beträgt. Bei dimerer Spaltung war 11,1 % zu erwarten. In dem Stammbaum II findet man in der D<sub>2</sub>-Reihe 16—14 eine Abspaltung von *lata* in 15,8 % und von *dependens* in 10,5 %. Alle diese Zahlenverhältnisse nähern sich dem für eine dimere Spaltung erwarteten.

Wenn man bedenkt, dass die Versuche bis jetzt nur durch zwei oder drei Generationen fortgesetzt sind und schon ein Kombinantantenprozent erhalten worden ist, das auf dimere Spaltung deutet, ist es auch zu vermuten, dass eine monohybride Abspaltung der Kombinantanten erzielt werden kann, wenn man die Versuche hauptsächlich auf »hochmutable« Reihen einrichtet. In Reihen von *gigas* und *La-marckiana* × *biennis* habe ich tatsächlich Prozentsätze der Kombinantanten gefunden, die auf monomere Spaltungsverhältnisse deuten. So wurde in

der *gigas*-Reihe 40—13 34,5 % und in 130—14 22,2 % *gigas-nanella* abgespaltet; in der *Lamarckiana*  $\times$  *biennis*-Reihe 110—14 wurde 35 % *rubrisepala* abgespaltet.

Die Reinzüchtungsversuche zeigen also, dass man das Abspaltungsprozent der Kombinantien beträchtlich steigern kann. Man erhält »hochmutable« Reihen, was mit der Annahme polymerer Komplexe, die in ihre einfacheren Komponenten aufgelöst werden, gut übereinstimmt. Man erhält sogar monomer spaltende Reihen, wo also »die Mutation« mit monohybrider Mendelspaltung zusammenfällt, wo also die identische Natur der beiden Prozesse klar demonstriert wird.

Da ich hier von Polymerie gesprochen habe, will ich auch etwas näher auseinandersetzen, was ich in das Wort hineinlege. Ich bin nicht der Meinung, dass die Faktoren eines Komplexes, z. B. A, B, C, D, in ihrer Wirkung ganz ähnlich sind. Was ich hervorheben will ist also nur, dass die Abwesenheit eines oder einiger der Faktoren den *Lamarckiana*-Typus höchstens quantitativ, also nicht wesentlich morphologisch verändert. Die sichtbare Veränderung tritt erst ein, wenn alle positiven Faktoren einer polymeren Serie abgespaltet worden sind, wenn also das Rezessivstadium erreicht ist. Die Faktoren sind also, um die Terminologie von SHULL zu verwenden, *plural*, nicht aber *duplicate* (120, S. 120) oder *polymer*, nicht aber *homomer*, in dem Sinne, den JOHANNSEN in diese Begriffe einlegt (90, S. 560).<sup>1</sup>

Da das durchschnittliche Abspaltungsprozent der »häufigeren« Kombinantien Tetramerie, das der selteneren also eine noch höhere Polymerie voraussetzt, und da weiter die Zahl der aberranten Kombinantien beträchtlich höher ist, als DE VRIES angenommen hat, wird die Anzahl der Faktoren, die bei den Spaltungen der *O. Lamarckiana* beteiligt sind, sehr hoch. Bedenkt man aber, dass die Spaltung und Rekombination, die zu den neuen Phänotypen führt, sich auf fast alle Organe und Teile der Pflanze bezieht, also in die ganze Konstitution der Pflanze eingreift, ist es ja nicht weiter wunderbar, dass auch viele Faktoren mit im Spiele sind.

Es scheint indessen nicht ausgeschlossen, dass die Verhältnisse faktoriell einfacher erklärt werden können. Ich möchte deshalb noch zwei Erklärungsmöglichkeiten des geringen Prozentsatzes, in dem die Kombinantien gewöhnlich hervorgehen, in aller Kürze streifen. Beide basieren auf einer Annahme von Reduplikation.

Es wäre erstens möglich, dass wir mit Repulsionsphänomenen zu tun hätten. Gesetzt den Fall, dass bei der Bildung einer Kombinate zwei Faktoren, A und B, die eine Repulsion 1 AB:3 Ab:3 aB:1 ab zeigten, beteiligt waren, so wurden von den 64 Kombinationen 31 homozygot, also nicht realisierbar, 33 entwicklungsfähig. Von den letzteren wurde eine negativ homozygot, ergab also einen neuen Phänotypus. Das Kombinantienprozent wurde also 3,03 %. Verliefe die Repulsion



nach dem Schema 1 : 7 : 7 : 1, erhielt man 256 Kombinationen : 127 nicht realisierbare Homozygoten, 128 Heterozygoten und eine negative Homozygote, also das Kombinantenprozent 0,77. Gegen diese Erklärung spricht aber, dass man bei der Repulsion 1 : 3 : 3 : 1 von den 32 *Lamarckiana*-Heterozygoten 12 erhalten würde, die nur in einem Faktor heterozygot waren, wonach also die Spaltung in der Nachkommenschaft monohybrid ausfallen musste. Ein Drittel der *Lamarckiana*-Individuen einer Nachkommenschaft, die eine Kombinate in nur 3,3 % abgespalten hat, muss diese Kombinate in 33,3 % abspalten. Ebenso muss bei der Repulsion 1 : 7 : 7 : 1 das Kombinantenprozent 0,77 bei einem Viertel der Nachkommen in 33,3 % übergehen. Das trifft aber in den Versuchen nicht zu, weshalb auch diese Erklärung unwahrscheinlich ist.

Eine andere Art von Reduplikation habe ich aber schon oben für den Faktor für Rotnervigkeit angenommen, nämlich eine Reduplikation des einen Gliedes eines allelomorphen Paares (monofaktorielle Reduplikation). Hierdurch erhielten wir in bezug auf die Spaltung der Rotnervigkeit für die negativen Homozygoten (die Weissnervigen) ein Abspaltungsprozent, das sehr an das Kombinantenprozent erinnert, indem die Weissnervigen in einigen Fällen einen sehr geringen Prozentsatz bildeten. Mit dieser Annahme wäre es also möglich, den Unterschied zwischen *Lamarckiana* und Kombinate auf eine einzige Differenz zu reduzieren. Da aber die Gesetze dieser Erscheinung noch nicht klargelegt sind, kann eine dergleiche Erklärungsmöglichkeit augenblicklich nur angedeutet, nicht aber näher diskutiert werden.

Die Annahme polymerer Faktoren als Ursache des geringen Prozentsatzes der abgespaltenen Kombinanten ist wohl die, die gegenwärtig die beste Erklärung gibt. Wir müssen dann mehrere polymere Komplexe annehmen, wo die Abspaltung innerhalb jedes Komplexes zu einer bestimmten Phänotypen-Kombinate führt. Der Komplex ABCD spaltet die Kombinate abcd ab. Ist dies Stadium erreicht, tritt auch ein neuer Phänotypus in Erscheinung, unabhängig davon, ob positive Faktoren anderer Komplexe anwesend sind. Ebenso spaltet der Komplex EFGH den neuen Phänotypus efgh ab, unabhängig davon, ob gleichzeitig positive Faktoren des Komplexes ABCD anwesend sind. Hieraus folgt, dass die Kombinant genotypisch sehr verschieden konstituiert sein können. Die Kombinate abcd kann also z. B. einen oder mehrere der Faktoren E, F, G oder H oder die anderer Komplexe, z. B. W, X, Y, Z enthalten. Hierin liegt auch die Erklärung, dass die Kombinant unter sich gekreuzt *Lamarckiana* synthetisieren können. Denn wird z. B. abcdE mit CDefgh gekreuzt, müssen natürlich die Kombinationen abCD, abCd, abcD und Efgh gebildet werden, die alle *Lamarckiana*-Aussehen geben, weil positive Faktoren in den rezessiven Komplexen eingeführt werden. Auch muss die Kombination abcdefgh gebildet werden, also eine Doppelkombinate. Das trifft auch in den »Mutationskreuzungen« von DE VRIES zu. *Lamarckiana* braucht aber nicht immer bei der Kreuzung zweier Kombinant gebildet zu werden, was ich auch für die Kreuzung *rubrisepala* × *rubricalyx* gezeigt habe (S. 96). Diese Kombinant unterscheiden sich beide in bezug auf gewisse Eigenschaften von *Lamarckiana*;

sie gehören derselben Gruppe, nämlich der *rubrinervis*-Gruppe an. Angenommen, dass allen Kombinanten der *rubrinervis*-Gruppe gemeinsam ist, dass sie sich von *Lamarckiana* durch die Abwesenheit der Faktoren M und N unterscheiden (also mn sind), so kann ja bei ihrer Kreuzung nie MN gebildet werden, also *Lamarckiana* auch nicht synthetisiert werden.

Es entsteht nun die Frage, ob auch die Resultate der Kreuzungen *Lamarckiana* × Kombinate sich mit der Annahme der Polymerie vereinbaren lassen. Schon in »*Oenothera* 1912» (S. 200—204) habe ich eine auf Polymerie basierte Erklärung der »Mutationskreuzungen» zu geben versucht. In den diesbezüglichen Versuchen von DE VRIES wurde wie in der Mehrzahl der meinigen immer Spaltung in  $F_1$  erhalten, und die »Erbzahlen«, d.h. die Prozentsätze der Kombinant, waren schwankend. Ich suchte dies so zu erklären, dass die Rezessivkombination mit *Lamarckiana*-Pflanzen verschiedener polymerer Konstitution gekreuzt wurde, was wechselnde Zahlenverhältnisse ergeben musste.

Aa × aa	musste im Verhältnis 1 : 1 aufspalten			
AaBb × aabb	»	»	»	3 : 1
AaBbCc × aabbcc	»	»	»	7 : 1
AaBbCcDd × aabbccdd	»	»	»	15 : 1

In den Kreuzungen von den obigen vier Verbindungen muss eine Schwankung der »Erbzahlen« zwischen 50—6,7 % eintreten, was DE VRIES tatsächlich auch für die Kreuzungen der *O. Lamarckiana* mit *lata* und *nanella* gefunden hat (die »Erbzahlen« schwankten zwischen 2—55 %). Ich fasste meine Erörterungen über die Möglichkeit einer derartigen Erklärung folgendermassen zusammen (S. 204): »Meine Annahmen erklären also wohl die Pleiotypie in  $F_1$  und auch wie die Schwankungen möglich sind, nicht aber die Regelmässigkeit der Pleiotypie». <sup>1</sup> »Denn sobald bei der Kreuzung ein Individuum angewandt wird, welches in bezug auf nur eine einzige der positiven Einheiten homozygotisch ist, so muss in  $F_1$  lauter *Lamarckiana* erhalten werden.« Nach dem Konstatieren, dass die positiven Homozygoten nicht realisierbar sind, liegt ja aber auch die regelmässige Spaltung in  $F_1$  ganz klar.

Dass die Kombinant in den Kreuzungen mit *Lamarckiana* durchschnittlich in grösserem Prozentsatz als bei Selbstbestäubung von *Lamarckiana* auftreten ist ja vollkommen verständlich, weil die Kombinantenkreuzungen Rückkreuzungen sind, weil also alle verschiedenen *Lamarckiana*-Gameten statt unter sich mit rezessiv-Gameten gepaart werden (vgl. »*Oenothera* 1912», S. 202). Durchschnittlich trifft dies zu, aber anderseits muss das Verhältnis in extremen Fällen auch umgekehrt werden können. Wenn das monohybride Stadium aus einem polymeren Komplex erhalten worden ist, bekommt man eine *Lamarckiana*, die bei Selbstbestäubung einen grösseren Prozentsatz einer Kombinate als den einer Kombinantenkreuzung, die mit einer tri- oder tetrameren *Lamarckiana* ausgeführt worden ist, ergibt.

<sup>1</sup> Von mir in »*Oenothera* 1912 gesperrt.

Eine wichtige Frage ist, wie sich die *Lamarckiana*-Pflanzen aus Kreuzung verhalten. Auch sie müssen die Spaltung wiederholen, aber natürlich verschieden für die verschieden konstituierten Pflanzen. Einige müssen ein Abspaltungsprozent der Kombinate zeigen, das nicht grösser als das »Mutationsprozent« ist, andere müssen »hochmutabel« sein. DE VRIES hat die Nachkommenschaft von 21 *Lamarckiana*-Pflanzen aus Kreuzungen untersucht; da er aber auch hier nicht die verschiedenen Deszendenzen gesondert gehalten hat, sondern das Gesamtprozent mehrerer Deszendenzen der Kreuzungen anführt, ist nicht zu entscheiden, wie sich die verschiedenen Pflanzen gespalten haben.

Von *Lamarckiana* aus Kombinantenkreuzungen habe ich bis jetzt nur 13 Pflanzen untersucht, nämlich 4 der Kreuzung *rubrisepala*  $\times$  *Lamarckiana*, 6 aus *Lamarckiana*  $\times$  *undulata*, 2 aus *lata*  $\times$  *Lamarckiana* und 1 aus *Lamarckiana*  $\times$  *dependens*. Die *Lamarckiana*-Pflanzen der *rubrisepala*- und *lata*-Kreuzungen ergaben keine Pflanzen der betreffenden Typen, waren also »konstant«. Von den *Lamarckiana*  $\times$  *undulata*-Reihen ergab eine ungefähr 1 % *undulata*. Die *Lamarckiana*  $\times$  *dependens*-Reihe ergab 14,3 % *dependens*, da aber die Reihe nur 7 Pflanzen enthielt, ist natürlich das Prozent unsicher. Die bis jetzt gemachten Versuche sind zu unvollständig, um die Frage klären zu können. Erst fortgesetzte Versuche können die Klärung bringen. Wichtig ist es, eine grössere Anzahl von *Lamarckiana*-Pflanzen derselben Kreuzung und speziell die der Kreuzungen mit hoher »Erbzahl« zu untersuchen.

Ich habe in der obigen Darstellung die Kombinanten als Rezessiv-Formen betrachtet. Dies kann natürlich nur für die Kombinanten gelten, die nicht *Lamarckiana* abspalten. Die inkonstanten Kombinantendagegen müssen natürlich als Heterozygoten aufgefasst werden. Auch ein bestimmtes Heterozygotenstadium kann also mit Phänotypenänderung verbunden sein.

Es scheint mir, als ob für die Erklärung der Erbliehkeitsverhältnisse der inkonstanten Kombinantendie besonders wichtigen Versuche von DE VRIES über Heterogamie herangezogen werden könnten. Er hat diese Erscheinung erst bei den »älteren« Arten (*biennis*, *muricata*, *cruciata*) gefunden. *O. Lamarckiana* betrachtet er aber als völlig homogam (148, S. 32). Eine der Kombinantend, nämlich *scintillans*, hat sich aber als heterogam gezeigt, indem die *scintillans*-Eigenschaften nur in den Eizellen, nicht aber in den Pollenzellen zu finden sind. Das zeigt sich darin, dass die reziproken Kreuzungen ein sehr verschiedenes Resultat ergeben. Die Kreuzung *Lamarckiana*  $\times$  *scintillans* gibt in der Nachkommenschaft nur *Lamarckiana*, während *scintillans*  $\times$  *Lamarckiana* die beiden Eltern abspaltet. Es ist nun interessant, dass gerade *scintillans* eine »inkonstante« Kombinante ist, die immer *Lamarckiana* abspaltet. Es ist aber klar, dass eine dergleiche heterogame Kombinante sich bei Selbstbefruchtung wie eine »Mutationskreuzung« verhalten muss. Wenn nur in den Eizellen das Rezessivstadium, in den Pollenzellen aber nur die Heterozygotenstadien eines polymeren Komplexes realisiert werden können, so muss der *scintillans*-Typus ebenso wie eine



Kombinanten-Kreuzung immer *Lamarckiana* abspalten — denn Selbstbestäubung wird ja bei dieser eigentümlichen Lokalisierung der Faktoren tatsächlich eine Kreuzung — aber in verschiedenem Prozentsatz je nach dem Grade der Polymerie der ♂-Gameten. Tatsächlich ist auch der Prozentsatz an *scintillans* in der Nachkommenschaft verschiedener Pflanzen sehr verschieden. Innerhalb desselben Typus findet also eine Kreuzung zwischen verschiedene Eigenschaften enthaltenden Ei- und Pollenzellen statt. Der *scintillans*-Typus kann also nur in den Eizellen das Rezessivstadium erreichen, wird deshalb auch nie konstant. Der Phänotypus wird trotzdem verändert.

Meine Kreuzungen zwischen *Lamarckiana* und anderen inkonstanten Kombinantenn, nämlich *Lamarckiana* × *undulata* und *Lamarckiana* × *dependens* verhalten sich tatsächlich wie die erwähnten *scintillans*-Kreuzungen von DE VRIES. Von der erst erwähnten Kreuzung wurden 244 Pflanzen aufgezogen, und unter ihnen war nur eine einzige mit *undulata*-Typus. Dass also *undulata* in dem Pollen heterozygote polymere Eigenschaften wie *Lamarckiana* enthält, ebenso wie *scintillans*, ist sehr wahrscheinlich. Dass eine *undulata* abgespaltet wurde, ist ja nicht merkwürdig, weil ja die Kombination der Eigenschaften so stattfinden muss, wie bei Kreuzung zweier *Lamarckiana*-Pflanzen. Es kann also eintreffen, dass das Rezessivstadium in einigen Gameten wirklich realisiert werden kann, wodurch das Hervortreten des *undulata*-Typus hervorgerufen wird. — Die Kreuzung *Lamarckiana* × *dependens* ist zweimal ausgeführt worden. Die eine  $F_1$  erhielt 67 Individuen, unter denen kein einziges *dependens* war, die andere 29 Individuen, unter ihnen eine *dependens*. Der Pollen der *dependens* verhält sich danach sicher so wie bei *scintillans* und *undulata*.

Dass die Inkonstanz einiger Kombinantenn der *O. Lamarckiana* darin liegt, dass sie heterogam sind, scheint mir also sehr wahrscheinlich. Die Verschiedenheit der Erbliehkeitsverhältnisse der konstanten und inkonstanten Kombinantenn ist also darin zu suchen, dass die ersteren homogam sind die letzteren heterogam. Wir haben also bei den inkonstanten Kombinantenn noch mit einer Komplikation zu rechnen. Auch diese ist indessen nicht nur für *Oenothera* eigentümlich, sondern sie ist auch von Miss SAUNDERS in bezug auf die Eigenschaft der gefüllten Blüten bei *Matthiola* konstatiert.

Die Heterogamie bei den inkonstanten Kombinantenn scheint mir darin zu bestehen, dass die Ei- und Pollenzellen eine oder mehrere Eigenschaften in Absence-, respektiv Presence-Stadium enthalten, nicht also darin, dass sie ganz verschiedene Eigenschaften enthalten, wie DE VRIES für die Heterogamie bei *O. biennis* und den anderen »älteren« Arten annimmt. Bei *Matthiola* ist auch die Heterogamie durch einen Presence-Absence-Unterschied verursacht, aber ganz entgegengesetzt dem Verhalten bei *Oenothera* enthalten die Pollenzellen die Eigenschaften in Absence-, die Eizellen dieselben in Presence-Stadium.

Da die Frage oben schon diskutiert worden ist, ob die Eigenschaften der verschiedenen Phänotypen einander in epistatischer Weise beeinflussen können, möchte ich hier die diesbezüglichen Fakta zusammenfassen. Schon aus den Reinkulturen scheint hervorzugehen, dass der *gigas*-Komplex auf andere Komplexe, speziell den *rubrinervis*-Komplex, hemmend wirkt (S. 75). Bei den Kreuzungen zwischen *Lamarckiana*, *rubrisepala* und *pallida* traten Spaltungen ein, die durch das Zusammenwirken epistatischer Faktoren verständlich gemacht werden konnten.

Weiter spalten gewisse Kombinanten andere Kombinant ab. Das frappanteste Beispiel erwähnt DE VRIES in bezug auf den *sublinearis*-Typus, der *lata*, *nanella*, *oblonga*, *albida*, *subovata* und *gigas* (*semigigas*) gibt. Einen nicht weniger reichen Typenkreis gibt der in meinen Kulturen erhaltene *stricta*-Typus, der *curta*, *rubrisepala*, *dependens*, *lata*, *nanella*, *albida* und noch einen Typus abgespaltet hat. Weiter ist der *scintillans*-Typus zu erwähnen, der *oblonga*, *lata* und *nanella* regelmässig abspaltet. Da diese Spaltungen immer nur nach einer bestimmten Richtung verlaufen, nie aber umgekehrt, deuten sie offenbar darauf hin, dass gewisse Faktoren oder Faktorenkomplexe epistatisch über andere sind, was ja zu einer Komplikation der Spaltungsverhältnisse nicht unwesentlich beitragen kann.

In »*Oenothera* 1912« habe ich die Vermutung ausgesprochen, dass man durch fortgesetzte Reinkultur innerhalb von *O. Lamarckiana* nicht nur Reihen, die »hochmutabel« waren, sondern auch solche, die ihre Mutabilität ganz und gar einstellen mussten, erzielen konnte, wenn die positiv homozygoten Stadien in bezug auf alle Eigenschaften, die in ihren Rezessivstadien die Neukombinant konstituieren, erreicht wurden. Es ist ja aber deutlich, dass diese Voraussetzung wenigstens für die Mehrzahl der Eigenschaften der *O. Lamarckiana* nicht zutrifft, denn sie verhalten sich offenbar in derselben Weise wie der Faktor für Rotnervigkeit: sie sind als positive Homozygoten nicht realisierbar.

Gewisse Eigenschaften verhalten sich aber offenbar normal, sind folglich auch im positiven Homozygotenstadium zu erhalten, weshalb es auch möglich ist, die »Mutabilität« der *O. Lamarckiana* in bezug auf die rezessiven Abspaltungsformen dieser Eigenschaften ganz und gar zu verhindern. Den Beweis hierfür hat tatsächlich schon DE VRIES selbst geliefert, indem er gezeigt hat, dass die Kombinant *brevistylis* und *laevifolia* nie in seinen umfassenden Kulturen aufgetreten sind. Es ist deshalb sicher, dass die neun Pflanzen, die den Ausgangspunkt seiner Kulturen bildeten, in bezug auf die positiven Eigenschaften, die erst in ihren negativen Stadien den *brevistylis*- und *laevifolia*-Typus hervortreten lassen, homozygot und also konstant gewesen sind. Auch in den Kulturen von MAC DOUGAL und SCHOUTEN wie in den meinigen sind diese Formen nie hervorgegangen.

Auf dem Felde bei Hilversum traten sie indessen auf, und SCHOUTEN fand unter 100 Rosetten, die er von Hilversum in seine Versuche aufnahm, eine *brevistylis*-Pflanze (118, S. 40). Unter Rosetten, die er aus Santpoort genommen hatte, erhielt er auch eine *laevifolia*-Kombinante. Dass aber die betreffenden Typen in wild-

wachsenden Beständen zu finden sind, ist ja nicht weiter eigentümlich. Denn *O. Lamarckiana* ist eine typisch allogame Pflanze, und *brevistylis* kann sich also hier durch immer wiederholte Kreuzung mit *Lamarckiana* halten. Wäre freie Kreuzung ausgeschlossen, verschwände gewiss *brevistylis* bald, weil sie fast ganz selbststeril ist. Auch bei Kreuzung mit *Lamarckiana* setzt sie nur spärlich Samen an, weshalb *brevistylis* auch in freiwachsenden Beständen relativ selten und in nicht mehr als ungefähr 1 % zu finden ist. Es ist dann auch keine grosse Aussicht vorhanden, auf 9 Pflanzen eine *brevistylis*-Heterozygote anzutreffen.

Von grösstem Interesse ist nun, dass *brevistylis* bei Kreuzung mit *O. Lamarckiana* einfache Mendelspaltung zeigt. Dies hat DE VRIES sowohl durch Kreuzung der beiden Typen wie durch Rückkreuzung des Bastards mit *brevistylis* gezeigt (130, S. 151, 157, 178—179). Hier, wo also keine zygotische Komplikation vorliegt, verläuft auch die Spaltung ganz normal.

Die beiden Tatsachen, dass der *brevistylis*-Typus nicht aus *O. Lamarckiana* »mutieren« kann, und dass er bei Kreuzung mit ihr einfache Mendelspaltung zeigt, stehen also in voller Übereinstimmung mit einander und zeigen, dass auch das positive Homozygotenstadium in bezug auf die *brevistylis*-Eigenschaft realisiert werden kann.

Der Unterschied zwischen den »retrogressiven« und den »degressiven« oder »progressiven Mutanten« von DE VRIES liegt also darin, dass die Eigenschaften, die die ersteren konstituieren, auch in positivem Homozygotenstadium realisierbar sind, während dies bei den beiden letzteren Gruppen nicht der Fall ist. In seinen ersten Arbeiten (129, 137) bezeichnete DE VRIES nur *brevistylis* und *laevifolia* als »retrogressiv«, später rechnet er auch *rubrinervis* und *nanella* zu dieser Gruppe. *Laevifolia* wird in der »Mutationstheorie« als retrogressiv betrachtet, später (147) als degressiv. *Gigas*, *rubrinervis*, *oblonga* und *albida* werden alle in »Arten und Varietäten« (S. 346) als progressiv bezeichnet, während später (147, 148) nur *gigas* als eine progressive Art bezeichnet wird. Die Gruppierung hat also DE VRIES Schwierigkeiten geboten, und dies offenbar dadurch, dass ihm ein leitendes Prinzip gefehlt hat. Es scheint mir nun, als ob folgende Gruppierung nach den verschiedenen Komplikationen der Spaltung gemacht werden könnte.

1. Rezessiv-Kombinanten, deren Eigenschaften auch in positivem Homozygotenstadium realisierbar sind, die »normal« mendeln und deren Hervorgehen aus *Lamarckiana* bei Reinzüchtung verhindert werden kann (*brevistylis*, *laevifolia*).
2. Rezessiv-Kombinanten, die stetig aus einer *Lamarckiana*-Reihe, in der sie einmal aufgetreten sind, abgespaltet werden, weil die positiven Homozygoten nicht gebildet werden können. Sie sind in der Hinsicht konstant, dass sie nicht mehr *Lamarckiana* realisieren können, und werden in meist geringen Prozentsätzen abgespaltet, die an polymere Spaltung er-



innern (*rubrinervis*, *rubricalyx*, *rubrisepala*, *curta*, *crispa*, *flavescens*, *nanella*, *leptocarpa*, *obscura*, *oblonga*, *albida*).

3. Heterogame Kombinanten, die nur in den ♀-Gameten rezessiv sind, in den ♂-Gameten aber stetig heterozygot sind. Sie sind deshalb bei Selbstbestäubung inkonstant, d. h. sie spalten immer *Lamarckiana* ab. Wie die Kombinanten der Gruppe 2 gehen sie auch stetig aus *Lamarckiana* hervor. (*scintillans*, *dependens*, *undulata*, *lata*, *semilata*, *stricta*, *longepetiolata*, *elliptica*, *sublinearis*.)
  4. Positive Kumulations-Kombinanten, die im Homozygotenstadium wenigstens teilweise realisierbar sind, so dass sie nicht *Lamarckiana* abspalten können (*gigas*, *excelsa*, *gigantea*).
-

## VIII. Kritik anderer Ansichten über die Variabilität der *Oenothera Lamarckiana*.

Die von DE VRIES in der »Mutationstheorie« vertretene Ansicht, dass *O. Lamarckiana* eine Art sei, die mehrere neue, progressive Arten bilde, ist absolut nicht mehr aufrecht zu halten. Später hat er auch selbst seine Ansichten bedeutend modifiziert, indem er nunmehr (147, 148) nur *gigas*<sup>1</sup> als eine progressive Art betrachtet, während die Entstehung aller anderen »Mutanten« nur auf Aktivität oder Latenz bei *Lamarckiana* in labilem Zustand vorhandener Pangene beruhen sollte.

Aber auch in dieser modifizierten Form ist seine Theorie nicht befriedigend. Denn man erhält ja keine Erklärung der Hauptfrage: Was bewirkt den Übergang aus dem labilen in den inaktiven oder aktiven Zustand? Und seine Theorie der Labilität ist weiter vollkommen widerlegt, da es sich experimentell gezeigt hat, dass die Labilität nur als der Ausdruck eines stetigen Heterozygotenstadiums mendelnder Eigenschaften betrachtet werden muss. Hierdurch erhalten wir also eine Erklärung sowohl für die »Labilität« der Pangene wie für ihren sonst unbegreiflichen »Zustandswechsel.«

PLATE gibt in seinem »Selektionsprinzip« (S. 348—446) eine sehr ausführliche Kritik der »Mutationstheorie« von DE VRIES, wo er mehrere Inkonssequenzen seiner Auffassung aufweist. Als er aber das Problem der Variation erklären soll, scheint es mir, als ob er eine Erklärung machte, die von der oben referierten Ansicht von DE VRIES nicht wesentlich verschieden ist. Er meint nämlich, dass bei dem Auftreten der »Mutationen« ein Valenswechsel der Gene oder Genenkomplexe von *O. Lamarckiana* »aus irgend einem Grunde« (S. 433) stattfindet. Sowohl DE VRIES' als PLATES Auffassungen setzen also voraus, dass der Aktivitätszustand der Gene verändert wird, aber warum dies geschieht, darauf gibt weder die eine noch die andere Ansicht eine Antwort.

Ein Erklärungsversuch, der wenigstens als prinzipiell bedeutungsvoll betrachtet werden muss, hat schon vor einigen Jahren (1910) LECLERC DU SABLON gemacht. Seine Erklärung basiert auf zwei Voraussetzungen, die in meinen Experimenten

<sup>1</sup> Die Erblichkeitverhältnisse der Reisen-Typen werden unten (S. 118 u. f.) bei der Kritik der Auffassung von GATES besprochen.

tatsächlich konstatiert worden sind, nämlich Reduplikation und Ausbleiben der Bildung der homozygoten Kombinationen. Das Schema der Variabilitätsvorgänge, das er mit der Annahme nur dreier Faktoren unter den oben erwähnten Voraussetzungen konstruiert, gibt aber von dem Verlauf der Variabilität ein gar zu einfaches Bild. Sowohl mehrere Faktoren als mehrere Komplikationen sind bei *O. Lamarckiana*, wie oben angeführt, mit in dem Spiele, und andererseits ist es unwahrscheinlich, dass die Reduplikation von der Art der Koppelung mehrerer Faktoren, wie LECLERC DU SABLON annimmt, ist. Als ein theoretischer Versuch, einige der Unregelmässigkeiten der Variabilität der *O. Lamarckiana* auf MENDELScher Basis zu erklären, ist seine Diskussion von grösstem Interesse.

Die Auffassung, dass die »Mutation« der *O. Lamarckiana* eine Variabilitätserscheinung *sui generis* ist, wird von SHULL, GATES, STOMPS und BARTLETT vertreten.

SHULL vertritt eine reine *ignorabimus*-Auffassung, wozu er dadurch geführt worden ist, dass »in the enormous mass of genetic data already recorded for the *Oenotheras*, there is but here and there a situation which bears more than a remote resemblance to a Mendelian behavior, and in these cases the observed phenomena usually present only a more or less misshapen caricature of the beautiful regularity of procedure which has such far-reaching applicability among many other groups of organisms« (119, S. 98); und in einer anderen Abhandlung sagt er: »Attempts to interpret the genetic behavior of the *Oenotheras* on a Mendelian basis or to apply experiences with *Oenotheras* to other groups in which Mendelian inheritance has been demonstrated, is still premature« (120, S. 142).

Da also SHULL keine positive Ansicht vertritt, kann ich natürlich die Diskussion nicht weiter fortsetzen, nur darauf hinweisen, dass noch nicht völlig analysierte und tatsächlich auf vielen Komplikationen beruhende Zahlenverhältnisse noch gar nicht beweisen, dass sie nicht mendelistisch sind, was ja wohl SHULL selbst in bezug auf *Lychnis*, *Capsella* und *Phaseolus*, wo er viele »Regellosigkeiten« aufgeklärt hat, willig zugibt. Betreffend SHULLS Ansicht, dass es nicht möglich ist, die Erbliehkeitsverhältnisse der *O. Lamarckiana* mit denen anderer Pflanzenarten in Einklang zu bringen, hoffe ich, dass meine Resultate der Untersuchungen der Rotnervigkeit diese Auffassung als kaum mehr berechtigt darstehen lassen.

GATES hat eine Theorie der »Mutabilität« der *O. Lamarckiana* auf zytologischen Grundaufgebaut, die ich schon in »*Oenothera* 1912« näher diskutiert habe (S. 211—213). Seitdem hat GATES viele Versuche vorgenommen, sowohl experimentelle als zytologische, um zu zeigen, dass Unregelmässigkeiten bei der Distribution der Chromosomen die Ursache der »Mutabilität« seien. Da seine experimentellen Versuche, die den Beweis einer nicht mendelschen Variabilität bei *Oenothera* zeigen sollten, sehr planlos mit Artkreuzungen zwischen *O. grandiflora* und *rubricalyx*, in denen ausserdem *nanella* eingekreuzt worden ist (vgl. auch. S. 49) vorgenommen sind, kann man gar nicht sagen, dass er seine Schlussfolgerungen auf reine Prämissen zu basieren versucht hat, weshalb ich sie auch nicht diskutieren brauche.



Ich möchte statt dessen seine zytologische Erklärung der Variabilität der *O. Lamarckiana* erörtern. Ich nehme diese Diskussion desto lieber auf, als GATES mir den Vorwurf gemacht hat, dass ich die zytologische Seite der Frage nicht berücksichtigt habe. Das ist nicht ganz richtig, denn ich habe die damals gefundene Differenz, nämlich die tetraploide Chromosomenzahl des *gigas*-Typus, diskutiert, obgleich ich nicht den Ansichten von GATES beistimmen konnte, wie ich es auch jetzt nicht kann.

Da unter den vielen Aberrantentypen der *O. Lamarckiana* nur zwei, nämlich *gigas* und *lata* in bezug auf die Chromosomenzahl abweichen, kann die Zahl der Chromosomen bei den übrigen nicht die Ursache der Typenveränderung sein. GATES meint deshalb, dass bei den meiotischen Teilungen die qualitativ differenten Chromosomen abnorm distribuiert werden, so dass eine Tochterzelle, statt von jedem Paar ein Chromosom zu erhalten, zwei Chromosomen eines Paares und von einem anderen Paar nichts erhält, weshalb die aus dieser Keimzelle entstandene Pflanze auch nicht die Eigenschaften, die in dem fehlenden Chromosom lokalisiert waren, entwickeln kann. Ganz abgesehen davon, dass es nicht als sichergestellt betrachtet werden kann, dass die Chromosomen überhaupt qualitativ different sind, ist die GATESsche Annahme auch in anderen Hinsichten fraglich.

Die Methode von GATES, die Unregelmässigkeiten durch zytologische Bilder zu demonstrieren, muss als höchst unsicher betrachtet werden. Denn wie leicht ist es, in einem zytologischen Präparat Unregelmässigkeiten zu konstatieren! Solche kann man gewiss auch bei Pflanzen, die normale MENDELSpaltung zeigen, ohne weiteres, da wo man will, herauslesen. Eine Schwierigkeit der zytologischen Forschung ist ja, dass man nicht, wie bei der experimentellen, eine unregelmässige Chromosomenzahl in der »Nachkommenschaft« einer Zelle verfolgen kann, also nicht den Wert der Abweichung konstatieren kann. Könnte man die nächste Teilung, »die Nachkommenschaft«, verfolgen, würde es sich vielleicht zeigen, dass diese ganz normal ausfiel, dass also das abweichende Bild der Mutterzelle nur eine »Modifikation« infolge der Fixierung, des Schneidens oder anderer Umstände wäre.

Angenommen indessen, dass die von GATES postulierten Unregelmässigkeiten wirklich stattfinden, scheint mir seine Erklärung jedoch auf Schwierigkeiten zu stossen. Wie sind nämlich die inkonstanten Mutanten zu erklären? Sie geben *Lamarckiana* zurück, obgleich sie ja einmal ein Chromosom ausgetauscht haben und also nicht mehr die normale Chromosomenzahl, die erst *Lamarckiana* bedingt, wiederherstellen können! Weshalb wird weiter in gewissen Kreuzungen, z. B. bei der Kreuzung *rubrisepala*  $\times$  *Lamarckiana*, mit der Sicherheit eines chemischen Experimentes ein neuer Phänotypus (der *pallida*-Typus) gebildet? Weshalb erhalten wir mehr neue Phänotypen als die Zahl der Chromosomen? Und weshalb haben gewisse Reihen der *O. Lamarckiana* die Tendenz, Chromosomen auszutauschen oder zu verlieren, während andere die Tendenz haben, die Chromosomenzahl zu verdoppeln (Riesentypen zu bilden). Das alles sind Tatsachen, die mit der Annahme der Spaltung und Rekombination genotypischer Differenzen innerhalb von *O. La-*

*marckiana* verständlich sind, nicht aber unter den zytologischen Gesichtspunkten von GATES.

Ich erwähnte, dass für ein paar der Phänotypen, nämlich *gigas* und später auch *lata*, andere Chromosomenzahlen als bei *O. Lamarckiana* gefunden worden sind. Aber auch in diesem Falle scheint die Veränderung der Chromosomenzahl gar nicht ausreichend zu sein, um die Variabilitätserscheinungen dieser Typen zu erklären. Sowohl *lata* und *semilata* als eine neue, *lata*-ähnliche Form, und intermediäre Formen zwischen *lata* und *semilata*, sind von GATES und Miss NESTA THOMAS untersucht worden, aber alle haben dieselbe abweichende Chromosomenzahl (15); die Differenz zwischen den Typen innerhalb der *lata*-Gruppe ist also nicht aus der Chromosomenzahl zu erklären. Und dasselbe gilt für den *gigas*-Typus. DE VRIES hat 2 *gigas*-Typen gefunden, GATES einen neuen. Miss LUTZ hat in ihren Kulturen drei neue Riesentypen erhalten, von denen aber vielleicht die Form 5589 mit *excelsa* und DE VRIES' *semi-gigas* identisch ist, und in den Nachkommenschaften dieser Typen, die von SHULL aufgezogen worden sind, ist ungefähr ein Dutzend neuer Formen mit Rieseneigenschaften gefunden. In meinen Kulturen von *O. Lamarckiana* sind sowohl graduelle als partielle Riesentypen aufgetreten, zusammen 9 Typen (S. 60), und in den Nachkommenschaften eines dieser Typen sind noch 6 Riesentypen aufgetreten (vgl. S. 80 u. f.). Der *gigas*-Typus von DE VRIES ist sehr variabel und gibt eine Menge neuer Formen (wie ich in »*Oenothera* 1912« näher beschrieben habe), die kaum als reine Phänovarianten betrachtet werden können. Um diese Variation zu erklären, haben Miss LUTZ und GATES angenommen, dass die erwähnten Riesenformen verschiedene zwischen der diploiden und tetraploiden Zahl intermediäre Chromosomenzahlen haben. Bis jetzt sind aber nur die Zahl 21 (also die genau intermediäre, die bei einer Vereinigung einer diploiden mit einer haploiden Gamete zu Stande kommen muss), die in mehreren Fällen von STOMPS und Miss LUTZ festgestellt worden ist, und 22, die Miss LUTZ in einer ihrer Riesenformen gefunden hat, mit Sicherheit konstatiert. Diese Erklärung scheitert übrigens an der Tatsache, dass wir, wie aus der obigen Übersicht der Riesentypen hervorgeht, mehr Typen als mögliche Chromosomenzahlen haben. Miss LUTZ sucht durch die Annahme von Apogamie noch Chromosomenzahlen, die höher als 28 sind, hervor zu konstruieren. Solange aber Apogamie experimentell bei *gigas* nicht nachgewiesen ist, ist ja eine dergleiche Annahme sehr fraglich.

Alle Versuche, die Variabilität der *O. Lamarckiana* auf zytologischer Basis zu erklären, kränkeln an dem Fehler, dass sie die Mehrzahl der Differenzen zwischen den Typen oder innerhalb der Typen gar nicht erklären können. Denn wo wir dieselbe Chromosomenzahl, aber jedoch Typendifferenz haben, wie es in der Regel ist, versagt ja die zytologische Erklärung völlig. Die Vermutung liegt deshalb auf der Hand, dass die abweichenden Chromosomenzahlen, wo sie tatsächlich konstatiert worden sind (*gigas*, *lata*), gar nicht die primäre Ursache der Veränderung des betreffenden Typus sind, sondern rein sekundär, wie eine Folgeerscheinung der genotypischen Beschaffenheit der Pflanze entstehen.

Die Chromosomenzahl wäre also ebensogut als genotypisch bedingt zu betrachten wie die eigentümliche Buckeligkeit der Blätter des *lata*-Typus oder wie die grossen Knospen und Blätter des *gigas*-Typus. Sobald ein gewisser Komplex von Eigenschaften realisiert worden ist, muss auch eine Veränderung der Chromosomenzahl darauf folgen. Die Chromosomenzahl dirigiert also nicht den Typus, wohl aber der Genotypus die Chromosomenzahl.

Es fragt sich nun, ob Beweise für eine derartige Ansicht gegeben werden können! Erstens ist ausdrücklich zu betonen, dass die *lata*- und *gigas*-Typen in ihrem Entstehen von den anderen Typen, deren Chromosomenzahl nicht verändert ist, durchaus nicht abweichen. Die Veränderung der Chromosomenzahl ist also ein ebenso regelmässiger Prozess wie der, der zu der Bildung der anderen, in bezug auf die Chromosomenzahl nicht abweichenden Typen führt. Es liegt also nahe, in beiden Fällen auch dieselbe Ursache anzunehmen, nämlich genotypische Rekombination.

In den experimentellen Versuchen hat sich gezeigt, dass gewisse Nachkommenschaften Riesentypen produzieren können, andere aber nicht. Man kann also die Riesen-»Mutation« dirigieren, was ja schlecht mit einer Theorie der »Störungen« zusammenpasst, wohl aber mit der Annahme genotypischer Rekombination.

Weiter liegen Versuche von GEERTS vor, die später durch STOMPS bestätigt sind (122), die zeigen, dass der Bastard *gigas*  $\times$  *Lamarckiana*, der in  $F_1$  21 Chromosomen hat, in  $F_2$  (GEERTS) und  $F_4$  und  $F_5$  (STOMPS) 14 Chromosomen wie *Lamarckiana* hat, weil, wie GEERTS auch gefunden hat, bei der Reduktionsteilung des  $F_1$ -Bastards die 7 ungepaarten Chromosomen zu Grunde gehen und nur die übrigen Paarung und Separierung unterzogen werden. Diese Bastarde der  $F_2$  und der folgenden Generationen haben jedoch *gigas*-Typus, obgleich sie nicht mehr die tetraploide Chromosomenzahl der *gigas* haben, sondern die diploide der *Lamarckiana*. Die verdoppelte Chromosomenzahl kann also nach diesen Untersuchungen, wie GEERTS hervorgehoben hat, nicht als die Ursache des Entstehens des *gigas*-Typus betrachtet werden.

Miss LUTZ hat indessen die Resultate von GEERTS und STOMPS nicht bestätigen können. Sie untersuchte 12 Pflanzen der  $F_2$  von *lata*  $\times$  *gigas* und *Lamarckiana*  $\times$  *gigas* und fand bei einigen hohe, bei anderen niedrige Chromosomenzahlen, aber in keinem Falle war eine niedrige Chromosomenzahl mit *gigas*-Aussehen der Pflanze verbunden. Dieses Resultat braucht aber gar nicht als mit dem von GEERTS und STOMPS unvereinbar betrachtet zu werden. Es zeigt nur, dass eine Spaltung auch in bezug auf die *gigas*-Charaktere stattfindet, so dass auch Pflanzen erhalten werden, die nicht mehr *gigas*-Aussehen haben. Dass aber diese Pflanzen auch nicht *gigas*-Chromosomenzahl haben ist ja zu erwarten. Das Resultat ist übrigens in der Hinsicht sehr interessant, dass es zeigt, dass der Bastard *Lamarckiana*  $\times$  *gigas* nicht konstant ist, wie DE VRIES behauptet hat, sondern Pflanzen abspaltet, die nicht mehr *gigas*-Aussehen haben. Nur in einem Punkte stimmen die Versuche von Miss LUTZ nicht mit denen der anderen Forscher überein, nämlich darin, dass sie



in  $F_2$  auch noch Pflanzen gefunden hat, die eine »hohe« Chromosomenzahl haben. Man erhält also in  $F_2$  wenigstens drei Klassen von Pflanzen: 1) Pflanzen mit *gigas*-Aussehen und hoher Chromosomenzahl; 2) Pflanzen mit *gigas*-Aussehen, aber Chromosomenzahl von *Lamarckiana*; 3) Pflanzen, die nicht mehr *gigas*-Aussehen und eine niedrige Chromosomenzahl haben.

GATES hat auch einen Beitrag zu der Frage des Verhaltens des Bastards *Lamarckiana*  $\times$  *gigas* geliefert. In  $F_1$  erhielt er 40 Pflanzen, die alle mit *Lamarckiana* identisch waren (65, S. 137—138). Auch zwei  $F_2$ -Reihen waren typische *Lamarckiana*. Die  $F_1$ -Pflanzen enthielten auch 14 Chromosomen wie *Lamarckiana*. Im Gegensatz zu allen anderen Kreuzungen, die mit diesen Typen ausgeführt sind, war also von *gigas* nichts zu sehen, weder in dem Aussehen der Pflanzen noch in der Chromosomenzahl. GATES sucht das Resultat so zu erklären, dass alle Pollenkörner der *gigas*-Pflanze infolge Unregelmässigkeiten bei den meiotischen Teilungen nur 7 Chromosomen wie *Lamarckiana* hatten. Also ein völliges Übergehen aller Pollenkörner der *gigas* in *Lamarckiana*! Die gewiss richtige und einfache Erklärung dieses merkwürdigen Resultats deutet aber GATES an als er sagt (S. 138): »Of course there is the bare possibility that the wrong capsule was collected from the *Lamarckiana* plant in the original cross.»

Die zytologischen Tatsachen, die in bezug auf *gigas* konstatiert worden sind, stimmen also nicht mit der Annahme überein, dass die Verdoppelung der Chromosomenzahl des *gigas*-Typus die primäre und die einzige Ursache der Habitusänderung sein sollte. Ausser GATES sind auch alle Forscher, die sich mit dem Typus befasst haben (DE VRIES, STOMPS, MISS LUTZ) darin einig, dass die verdoppelte Chromosomenzahl nicht alle Eigenschaften des Typus erklären können.

Schon in »*Oenothera* 1912« habe ich die Ansicht vertreten, dass »der *gigas*-Typus durch eine Plus-Addition von quantitativen und kumulativen Einheiten entstanden ist, welche erst in den verschiedenen Organen *gigas*-Eigenschaften, aber nicht den *gigas*-Habitus aufbauen.<sup>1</sup> Wenn dann diese Plus-Komplexe zufällig zusammentreffen, so entsteht die Habitusveränderung, die Mutante. Der *gigas*-Typus wäre also als eine extreme und zusammenge-

<sup>1</sup> An einer anderen Stelle in »*Oenothera* 1912« habe ich dies so ausgedrückt, dass ich, wie GATES auch zitiert, gesagt habe, dass »innerhalb der verschiedenen Teile der Pflanze Reihen von selbständig spaltenden Einheiten vorliegen.« GATES meint, dass diese Annahme mit DARWIN'S Pangenesis-Hypothese verwandt ist. Dies ist aber nicht der Fall. Denn vollständig zitiert heisst es an der betreffenden Stelle: »Endlich zeigt das Studium dieser quantitativen Differenzen in den verschiedenen Teilen der Pflanze, dass die Kumulation keine einfache Häufung von in allen Teilen der Pflanze korrelativ wirkenden\* Grösseneinheiten ist, sondern dass innerhalb der verschiedenen Teile der Pflanze Reihen von selbständig spaltenden quantitativen Einheiten vorliegen (= wirken). Ich meine also, wie aus dem ersten Teil des Satzes hervorgeht, dass die Einheiten nur in einem gewissen Organ wirken, aber durchaus nicht, dass sie auch hier lokalisiert sind.

\* Die gesperrten Wörter sind jetzt gesperrt worden.

setzte Plus-Kombination von Faktoren für Grösse und Form zu betrachten» (S. 180).

GATES macht gegen diese Ansicht den Einwand, dass sie mit den faktisch konstatierten Variabilitätsverhältnissen des *gigas*-Typus nicht übereinstimmt, denn »all the intermediate and aberrant types which appear in the *offspring* of *gigas* should appear rather in the same family with *gigas* itself, which is not the case» (65, S. 141). Da meine Kulturen 1911 nicht sehr umfassend waren, hatte ich damals auch nur zwei Zwischenstufen zwischen *Lamarckiana* und *gigas* erhalten. Augenblicklich habe ich aber aus *O. Lamarckiana* 9 verschiedene Riesen-Typen erhalten (S. 60), von denen einige in **allen** Organen Rieseneigenschaften aufzeigen, aber in verschiedener Stärke (graduelle Riesentypen), andere aber **nur in gewissen** Organen riesenartig sind (partielle Riesentypen). Beide Arten von Riesenformen waren ja auch nach meiner Auffassung des *gigas*-Typus zu erwarten. Meine fortgesetzten Versuche haben also meine Ansicht über die Natur des *gigas*-Typus weiter bestätigt.

Dass der *gigas*-Typus von DE VRIES sehr variabel ist, ist nicht eigentümlich, weil er den bis jetzt gefundenen höchsten Kumulationsgrad bezeichnet. Die grosse quantitative Variation dieses Typus hängt aber gewiss nicht nur davon ab, dass er möglicherweise bei der grossen Anzahl der konstituierenden Faktoren kaum als ganz homozygot realisiert worden ist (»*Oenothera* 1912», S. 179), sondern sie ist auch, und vielleicht in noch höherem Grade, so zu erklären, dass der *gigas*-Typus gleichsam eine neue Grundlage ist, auf der sich derselbe Variabilitätsprozess wie der innerhalb von *O. Lamarckiana* wiederholt (ebenda, S. 178), aber mit dem Unterschied, dass innerhalb von *gigas* auch die kryptomeren<sup>1</sup> Kombinationsstadien der übrigen »Mutanten«, die bei *O. Lamarckiana* nicht sichtbar werden, morphologisch markiert sind. Das Zusammenwirken auch anderer als der Riesen-Faktoren wird also in *gigas* sichtbar, was die Variabilität bedeutend erhöhen muss. Tatsächlich werden auch die extremen Doppelkombinanten (*gigas* + eine andere Kombinante der *O. Lamarckiana*) in der Nachkommenschaft von *gigas* gefunden (»*Oenothera* 1912», S. 172—177). Auch das Faktum, dass der *gigas*-Typus sehr variabel ist, ist also unter den angeführten Gesichtspunkten, für die ich in »*Oenothera* 1912» experimentelle Belege hervorgebracht habe, erklärlich.

Der Verdoppelung der Chromosomenzahl kann also durchaus nicht die Variabilitätserscheinungen der Riesen-Formen erklären, wie GATES angenommen hat, während ein Verständnis der verwickelten Verhältnisse durch die Annahme der Rekombination mendelnder, kumulativer Faktoren erreicht wird.

Der Wahrscheinlichkeitswert einer dergleichen Erklärung wird noch dadurch erhöht, dass wir innerhalb einer ganz anderen Pflanzengattung, nämlich *Primula*,

<sup>1</sup> Der Begriff Kryptomerie scheint mir in der Fassung, die ihr TSCHERMAK neulich (127) näher präzisiert hat (»Besitz solcher reaktionsfähigen Faktoren, die sich äusserlich nicht verraten«), sehr anwendbar. Sie ersetzt sehr gut das vieldeutige und leicht zu Missverständnissen führende Wort »Latenz«, das wohl nur durch einen neuen Terminus zu verdrängen ist.

nach den in den letzten Jahren gemachten Untersuchungen von KEEBLE, GREGORY und Miss DIGBY mit ganz ähnlichen Variabilitätserscheinungen wie die der *gigas* bekannt gemacht worden sind.

Die von GREGORY und KEEBLE untersuchten Riesen-Formen gehörten *Primula sinensis* an. Sie unterschieden sich von normalen Formen durch die auffallende Grösse aller Organe sowie die der Zellen. KEEBLE hat die Erbliehkeitsverhältnisse gewisser Riesenformen untersucht und dabei gefunden, dass sie bei Kreuzung mit normalen Pflanzen trihybride Spaltung zeigten. Die Chromosomenzahl ist von GREGORY bei mehreren Formen untersucht. Er fand, dass einige der Riesen-Primeln dieselbe Chromosomenzahl wie die der nicht riesenartigen Pflanzen hatten ( $x$ -Zahl 12,  $2x$ -Zahl 24), während andere eine verdoppelte Chromosomenzahl zeigten ( $x$ -Zahl 24,  $2x$ -Zahl 48). Es zeigte sich also, dass die Verdoppelung der Chromosomenzahl für die Bildung eines Riesen-Typus keine notwendige Bedingung ist. Die diploiden und tetraploiden Riesen-Typen waren nur dadurch zu unterscheiden, dass die tetraploiden mit normalen Pflanzen gekreuzt steril waren, die diploiden aber fertil.

Das Entstehen der Riesen-Primeln ist auch von grösstem Interesse. In einigen Fällen entstanden sie in Pedigree-Kulturen und gingen hier »plötzlich« hervor, gerade wie der *gigas*-Typus (KEEBLE 94, S. 166—167), in anderen Fällen wurden sie aus Kreuzungen in mendelschen Zahlenverhältnissen abgespaltet. (KEEBLE 94, S. 180). Auch *semi-gigas*-Formen wurden von KEEBLE erhalten, die heterozygotisch waren und Spaltung zeigten. — In den Versuchen von GREGORY wurden zwei nicht riesenartige Pflanzen reziprok gekreuzt. Die eine Kreuzungsverbindung spaltete in  $F_2$  normal, Riesenformen wurden nicht erhalten; die reziproke Kreuzung aber ergab in  $F_2$  vier Pflanzen, die alle Reisentypen waren (wie die  $F_1$  aussah, erwähnt GREGORY nicht). Der Riesentypus wurde also hier durch Kreuzung synthetisiert.

Miss DIGBY hat bei Experimenten mit anderen *Primula*-Arten eine Synthese des *gigas*-Typus in  $F_1$  erzielt. Bei der Kreuzung von *P. verticillata*  $\times$  *floribunda isabellina* erhielt sie eine Form, die früher unter dem Namen *P. kewensis farinosa* bekannt ist. Die  $F_1$  hatte ebenso wie die erwähnte Form die  $x$ -Chromosomenzahl 18 und die  $2x$ -Zahl 36, während die Eltern die  $x$ -Zahl 9, und die  $2x$ -Zahl 18 haben. Die reziproke Kreuzung, also *P. floribunda*  $\times$  *verticillata* ergibt in  $F_1$  eine *kewensis*-Form, die im Gegensatz zu *kewensis farinosa* steril ist und keine Verdoppelung der Chromosomenzahl zeigt<sup>1</sup>.

Auch zu dem von mir bei *Oenothera* gefundenen Verhalten, dass die Riesen-eigenschaften durch die Kumulation der »Faktoren für Grösse« wie eine neue Grundlage für die Variabilitätserscheinungen der Pflanzenart werden (also einen neuen Reaktionskomplex mit anderen Faktoren bilden), hat GREGORY bei seinen tetraploiden *Primula*-Typen konstatieren können. Charaktere, die sonst distinkt dis-

<sup>1</sup> Da die reziproken Kreuzungen sowohl in den Versuchen von GREGORY als Miss DIGBY verschieden ausfallen, scheint es, als ob bei *Primula* ebenso wie bei *Oenothera* gewisse Eigenschaften heterogam wären.



kontinuierlich sind, wie Palmen- und Farnenform der Blätter, wurden bei den Riesen-Primeln in intermediären Gradationen erhalten (vergleiche bei dem *gigantea*-Typus der *Oenothera* die Weiss- und Rotnervigkeit [S. 13] und bei *gigas* die intermediären Formen zwischen *gigas* und den anderen »Mutanten« der *O. Lamarckiana* [»*Oenothera* 1912«, S. 172—177]). Weiter wurde die Spaltung von Faktoren, die sonst monohybrid spalten, dihybrid oder trihybrid, was eine vollkommen parallele Erscheinung zu dem Verhalten des Faktors für Rotnervigkeit bei dem *gigantea*-Typus im Gegensatz zu dem bei *O. Lamarckiana* bildet (S. 30 u. f.).

Die bei *Primula* gefundene Riesen-Variabilität zeigt also so viele Übereinstimmung mit der Riesen-Variabilität der *O. Lamarckiana*, dass nicht bezweifelt werden kann, dass wir innerhalb der beiden Gattungen mit ganz ähnlichen Erscheinungen zu tun haben. Der einzige Unterschied ist, dass die faktorielle Zusammensetzung der Riesen-typen von *Primula*, wenigstens in einigen Fällen, weniger kompliziert als bei *Oenothera* zu sein scheint, weshalb die Konstitution der Riesen-Primeln leichter auf MENDELSche Rekombinationsverhältnisse zurückgeführt werden konnte.

Nach den vorgeführten Tatsachen kann kaum bezweifelt werden, dass ein zytologisches Erklärungsversuch der Variabilität der *O. Lamarckiana* gar nicht so einfach ist, wie es GATES gedacht hat und wie es theoretisch denkbar ist. Sogar für die Typen, die jedoch beweislich eine veränderte Chromosomenzahl haben, führt es zu vielen Schwierigkeiten und Widersprüchen, die Ursache des Entstehens dieser Typen nur in der veränderten Chromosomenzahl zu suchen. Zwanglos fügt sich aber die Veränderung der Chromosomenzahl einer Erklärung, die eine genotypische Veränderung durch Neukombination als die primäre Ursache sowohl der Habitusänderung als gleichzeitig auch der Chromosomenzahl annimmt. Auch ist das Auftreten gradueller und partieller Riesentypen nur unter der Annahme eines Rekombinationsprozesses verständlich.

Für die Ansicht, dass die Variabilität der *O. Lamarckiana* nicht auf Spaltungen beruhen kann, hat sich auch STOMPS ausgesprochen und Beweise hervorzubringen versucht. Er hat bei *O. biennis* sowohl *semi-gigas*- als *nanella*-Typen erhalten, die parallele Formen zu den betreffenden »Mutanten« der *O. Lamarckiana* bilden. Da nun *O. biennis* eine Art ist, der bis jetzt keine Bastardnatur zugeschrieben worden ist, meint STOMPS, dass es nicht möglich sei, die aus ihr entstandenen »Mutanten«, also auch nicht die parallelen Formen der *O. Lamarckiana*, als Bastardkombinationen zu betrachten. Er schliesst daraus, dass die Mutabilität der *O. Lamarckiana* älter als die Art ist. Dem letzten Punkt kann ich beistimmen, nicht aber dem ersten. Denn um beweisen zu können, dass die neuen Phänotypen der *O. Lamarckiana* nicht Neukombinanten sein können, muss STOMPS zuerst feststellen, dass wir innerhalb von *O. Lamarckiana* keine Differenzen haben. Der Gegensatz ist aber schon bewiesen, und also ist das Argument von STOMPS entkräftigt.

BARTLETT hat auch den Wahrscheinlichkeitswert der Mutationstheorie dadurch zu erhöhen versucht, dass er ähnliche Variabilitätserscheinungen wie die der *O.*

*Lamarckiana* bei anderen *Oenothera*-Arten aufzufinden gesucht hat. Tatsächlich hat er bei zwei Arten, die er *pratincta* und *Reynoldsii* nennt, eine Abspaltung neuer Phänotypen konstatieren können (4, 5). Diese Resultate bestätigen also die von DE VRIES in der Hinsicht, dass sie, wie die von STOMPS, zeigen, dass aberrante Phänotypen bei *Oenothera*-Arten auftreten können. Daran zweifelt wohl auch niemand. Aber ebenso klar ist ja auch, dass sie nur zu der Kenntnis der Verbreitung der »Mutationserscheinung« beitragen, aber durchaus nicht zu ihrer Erklärung. In der Hinsicht, dass sie ähnliche Variabilitäterscheinungen wie die der *O. Lamarckiana* bei anderen Arten feststellen, sind sie aber sehr interessant. Es ist ja dann sehr wahrscheinlich, dass die genotypischen Komplikationen, die bei *O. Lamarckiana* konstatiert sind, bei der ganzen Gattung *Oenothera* zu finden sind.

Bei *O. Reynoldsii* hat BARTLETT »mutation en masse«, wie er es ausdrückt, gefunden. Einige Individuen dieser Art haben einen aberranten Zwergtypus, *debilis*, in 60–80 % abgespaltet, während andere keine Spaltung gezeigt haben. Ein so hohes »Mutationsprozent« treibt ja die Mutationsverstellung *in absurdum*. BARTLETT konstatiert selbst auch, dass »the mutation en masse bears a certain degree of resemblance to Mendelian segregation«. Tatsächlich wird natürlich die Übereinstimmung der »Mutation« mit der MENDELSpaltung sogleich auffallender, wenn man »hoch-mutable« Deszendenzen erhalten hat. Denn nichts hat so viel zu der Vorstellung der Eigenart der »Mutation« bei *O. Lamarckiana* als das niedrige »Mutationsprozent« beigetragen.

Um eine Basis für die Auffassung der »Mutanten« der *O. Lamarckiana* als Neukombinanten zu schaffen, ist es, wie ich in »*Oenothera* 1912« scharf betonte, (S. 94 u. 214) nicht notwendig, die Art als Bastard zwischen zwei anderen jetzt bekannten Arten aufzufassen. Es genügt, falls man zeigen kann, dass *O. Lamarckiana* keine isogene Elementarart ist, sondern dass wir innerhalb der Art Differenzpunkte haben. Ich hob indessen auch hervor (S. 215), dass es bedeutungsvoll war, die Art von einer Kreuzung ableiten zu können, weil man dadurch die einfachste Erklärung ihrer Differenzpunkte erhielt.

Ich wies in »*Oenothera* 1912« auch darauf hin, dass durch die Versuche von DAVIS, eine *Lamarckiana*-ähnliche Form bei Kreuzung von *O. biennis* und *O. grandiflora* hervorzustellen, das Resultat gezeitigt worden war, dass Eigenschaften, die weder das eine noch das andere der Eltern hatten, die aber bei *O. Lamarckiana* zu finden sind, bei den  $F_1$ -Pflanzen synthetisiert wurden. Die verschiedenen *Lamarckiana*-Eigenschaften waren indessen auf verschiedenen Pflanzen distribuiert; eine »habituelle« *Lamarckiana* wurde also nicht erhalten. Die Versuche sind augenblicklich bis zu  $F_3$  fortgesetzt, aber keine Form, die als *Lamarckiana* diagnostiziert werden könnte, ist erhalten worden, obgleich einzelne Individuen in mehreren Hinsichten *Lamarckiana*-ähnlich gewesen sind. Die betreffenden Kreuzungsversuche haben indessen in anderer Hinsicht ein interessantes Resultat ergeben. Es wurden nämlich in den  $F_2$ - und  $F_3$ -Reihen aberrante Formen abgespaltet, die an die »Mutanten« von *Lamarckiana* erinnerten. So wurden in einigen Nachkommenschaften

*nanella*-ähnliche Typen abgespaltet, die aber in den verschiedenen Nachkommenschaften ein etwas verschiedenes Aussehen hatten. Bei Selbstbestäubung waren sie konstant. Auch wurde ein durch stark buckelige Blätter abweichender Typus erhalten, der nach der Abbildung zu beurteilen *lata*-ähnlich war. Weiter trat ein sehr schmalblättriges Individuum auf, das also an den *elliptica*-Typus erinnerte. In den Nachkommenschaften der Kreuzung *O. biennis*  $\times$  *grandiflora* werden also durch Neukombination aberrante Typen erhalten, die an die »Mutanten« der *O. Lamarckiana* erinnern. Durch diese Kreuzung erhält man also nicht nur Phänotypen, die an *O. Lamarckiana* erinnern, sondern man löst auch die »Mutationsercheinung« der *O. Lamarckiana* aus. Diese Versuche erhärten also offenbar noch mehr die Auffassung, dass die »Mutation« der *O. Lamarckiana* das Resultat des Zusammenwirkens mendelnder Faktoren innerhalb des *Lamarckiana*-Typus sind.

Das Ziel meiner Versuche und Diskussionen in dieser Abhandlung ist das gewesen, erstens zu zeigen, dass bei *O. Lamarckiana* eine Spaltung und Rekombination der Eigenschaften stattfindet, und zweitens auch verständlich zu machen, welche Komplikationen die scheinbare Regellosigkeit der Variabilität, und weiter hin die Abweichung der Spaltungszahlen von den einfachen MENDELSchen Verhältnissen, verursachen. Das Problem der *Oenothera* ladet ja noch zu einer Diskussion der Fragen über Artbildung und Evolution ungesucht ein. Auf diese werde ich aber hier nicht näher eingehen. Für die Theorie von LOTSRY, dass durch Rekombination neue Arten gebildet werden, wird indessen *Oenothera* sogar für die, die einen grossen habituellen Effekt wünschen, ein um so schlagender Beweis, als die Neukombinanten, zufolge der nur quantitativen Variabilität der Stammart und der diffusen Wirkung ihrer Gene, als habituell verschiedene Phänotypen hervortreten, die also sogar die Forderungen an eine »systematisch« neue Art befriedigen. Gerade diese Tatsachen sind es wohl auch, die veranlasst haben, dass sich DE VRIES niemals von dem systematischen Artbegriff vollkommen losgelöst hat, sondern immer einen fundamentalen Unterschied zwischen Art und Varietät gesehen hat.





## Literatur.

(Nebst den in dieser Abhandlung zitierten Arbeiten habe ich hier auch eine Zusammenstellung der experimentellen *Oenothera*-Literatur gemacht. Ein ausführlicheres Literaturverzeichnis über die Mutationstheorie habe ich in »*Oenothera* 1912« geliefert).

1. ANDREWS, F. M. Twin hybrids (*læta* and *velutina*) and their anatomical distinctions. — Bot. Gazette **50** (1910), S. 193—201.
2. BAILEY, CH. De Lamarck's evening primrose [*Oenothera Lamarckiana*] on the sandhills of St. Anne's-on-the-See, North Lancashire. — Adress ann. meet. Manchester Field Club. 1907. 28 S., 6 Taf.
3. BARTLETT, H. H. Mutation en masse. — Amer. Naturalist **49** (1915), S. 129—139.
4. —, Additional evidence of mutation in *Oenothera*. — Bot. Gazette **59** (1915), S. 81—123.
5. BATESON, W. Mendel's principles of heredity. Cambridge 1911.
6. —, Problems of genetics. New Haven 1913.
7. —, and PUNNETT, R. C. Reports to the Evolution Committee of the Roy. Soc. Rep. IV. 1908. (Partial gametic coupling). S. 10—16.
8. — — —, On gametic series involving reduplication of certain terms. — Journ. of Genetics **1** (1911), S. 293—302. 1 Taf.
9. BAUR, E. Untersuchungen über die Erblichkeitsverhältnisse einer nur in Bastardform lebensfähigen Sippe von *Antirrhinum majus*. — Berichte d. Deutsch. Bot. Gesellsch. **25** (1907), S. 442.
10. —, Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. 2 Aufl. Berlin 1914.
11. BLARINGHEM, L. L'état présent de la théorie de la mutation. — Bull. Soc. Bot. France **58** (1911), S. 644—652.
12. —, *L'Oenothera Lamarckiana* Seringe et les *Oenothères* de Fontainebleau. — Rev. Gén. Bot. **25** (1913).
13. BOULENGER, G. A. On the variations of the evening primrose (*Oenothera biennis* L.). — Journ. of Botany **45** (1907), S. 353—363.
- 13 a. CASTLE, W. E. Yellow mice and gametic purity. — Science N. S. **24** (1906), S. 275.
14. CASTLE, W. E., and LITTLE C. On a modified mendelian ratio among yellow mice. — Science **32** (1910), S. 868—870.
15. CORRENS, C. Scheinbare Ausnahmen von der Mendelschen Spaltungsregel für Bastarde. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **20** (1902), S. 159.
16. —, Einige Bastardierungsergebnisse mit anormalen Sippen. — Jahrb. f. Wissensch. Bot. **41** (1905), S. 458—484.
17. CUÉNOT, L. Les races pures et leurs combinaisons chez les souris (4:me note). — Arch. de zool. experim. et génér. 4:e Ser. **3** (1905), S. CXXII—CXXXII.
- 17 a. —, Sur quelques anomalies apparentes des proportions mendéliennes (6:e note). — Ibid. **9** (1908), S. VII—XV.
- 17 b. DAVENPORT, C. B. Colour inheritance in mice. — Science N. S. **19** (1904), S. 110.  
DAVIS, B. M. Cytological studies on *Oenothera*.
18. I. Pollen development of *Oenothera grandiflora*. Annals of Botany **23** (1909), S. 551—571, 2 Taf.

19. DAVIS, B. M. II. The reduction divisions of *Oenothera biennis*. — Ibid. **24** (1910), S. 631—651. 2 Taf.
20. III. A comparison of the reduction divisions of *Oenothera Lamarckiana* and *O. gigas*. — Ibid. **25** (1911), S. 941—974. 2 Taf.  
Genetical studies on *Oenothera*.
21. I. Notes on the behavior of certain hybrids of *Oenothera* in the first generation. — Americ. Naturalist **44** (1910), S. 108—115.
22. II. Some hybrids of *Oenothera biennis* and *O. grandiflora* that resemble *O. Lamarckiana*. — Ibid. **45** (1911), S. 193—233.
23. III. Further hybrids of *Oenothera biennis* and *O. grandiflora* that resemble *O. Lamarckiana*. — Ibid. **46** (1912), S. 377—427.
24. IV. The behavior of hybrids between *Oenothera biennis* and *O. grandiflora* in the second and third generations. — Ibid. **47** (1913), S. 449—571.
25. V. Some reciprocal crosses of *Oenothera*. — Zeitsch. f. ind. Abst.- u. Vererb.-lehre **12** (1914) S. 169—205.
26. —, Was Lamarck's evening primrose (*Oenothera Lamarckiana* Seringe) a form of *Oenothera grandiflora* Solander? — Bull. of the Torrey Bot. Club **39** (1912), S. 519—533. 3 Taf.
27. —, Mutations in *Oenothera biennis* L? — Americ. Naturalist **47** (1913), S. 116—121.
28. —, A much desired *Oenothera*. — Plant World **16** (1913), S. 145—153.
29. —, The problem of the origin of *Oenothera Lamarckiana* de Vries. — New Phytologist **12** (1913), S. 233—241.
30. —, Parallel mutations in *Oenothera biennis* L. — Amer. Nat. **48** (1914), S. 498—501.
31. —, Professor de Vries on the probable origin of *Oenothera Lamarckiana*. — Americ. Nat. **49** (1915), S. 59—64.
32. DIGBY, L. The cytology of *Primula kewensis* and of other related *Primula* hybrids. — Annals of Botany **26** (1912), S. 357—388. 4 Taf.
33. DURHAM, F. M. Further experiments on the inheritance of coat colour in mice. — Journ. of Genet. **1** (1911), S. 159—178.
34. EAST, E. M. The mendelian notation as a description of physiological facts. — Americ. Nat. **46** (1912), S. 633—655.
35. FREUWIRTH, C. Die Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen III. Berlin 1910.
36. —, Zur Züchtung der Kartoffel. — Deutsch. Landwirtsch. Presse **39** (1912), S. 551—552, 565—567.
37. GATES, R. R. Pollen development in hybrids of *Oenothera lata*  $\times$  *Oenothera Lamarckiana*, and its relation to mutation. — Bot. Gazette **43** (1907), S. 81—115. 3 Taf.
38. —, Hybridization and germ cells of *Oenothera* mutants. — Ibid. **44** (1907), S. 1—21.
39. —, A study of reduction in *Oenothera rubrinervis*. — Ibid. **46** (1908), S. 1—34. 3 Taf.
40. —, A preliminary account of studies on the variability of a unit character in *Oenothera*. — Science N. S. **27** (1908), S. 209.
41. —, The chromosomes of *Oenothera*. — Ibid., S. 193—195.
42. —, Further studies on the chromosomes of *Oenothera*. — Ibid. S. 335.
43. —, Further studies of oenotheran cytology. — Ibid. **29** (1909), S. 269.
44. —, Some variations and hybrids of *Oenothera*. — Ibid., S. 906—907.
45. —, Apogamy in *Oenothera*. — Ibid. **30** (1909), S. 691—694.
46. —, Studies of inheritance in the evening primrose. — Chicago Medical Recorder 1909, 6 S.
47. —, An analytical key to some of the segregates of *Oenothera*. — Missouri Bot. Garden Rep. **20** (1909), S. 123—137.
48. —, The stature and chromosomes of *Oenothera gigas*, de Vries. — Arch. f. Zellforsch. **3** (1909), S. 525—552. 2 Taf.
49. —, The behavior of the chromosomes in *Oenothera lata*  $\times$  *gigas*. — Bot. Gazette **48** (1909), S. 179—199. 3 Taf.
50. —, Some effects of tropical conditions on the development of certain english *Oenotheras*. — Rep. Brit. Ass. Adv. Sc. 1909, Winnipeg 1910, S. 677—678.
51. —, Abnormalities in *Oenothera*. — Missouri Bot. Gard. Rep. **21** (1910), S. 175—184. 3 Taf.

52. GATES, R. R. The chromosomes of *Oenothera* mutants and hybrids. — Adv. print from the Proceed. Seventh Int. Zool. Congr. 1907. Cambridge (Mass.) 1910. 4 S.
53. —, The material basis of mendelian phenomena. — Amer. Nat. **44** (1910), S. 203—213.
54. —, The earliest description of *Oenothera Lamarckiana*. — Science N. S. **31** (1910), S. 425—426.
55. —, Early historico-botanical records of the *Oenotheras*. — Proc. Iowa Akad. Science 1910, S. 85—124. 6 Taf.
56. —, Chromosome reduction in *Oenothera*. — Bot. Gazette **49** (1910), S. 65—66.
57. —, The mode of chromosome reduction. — Ibid. **51** (1911), S. 321—344.
58. —, Studies of the variability and heritability of pigmentation in *Oenothera*. — Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererb.-lehre **4** (1911), S. 337—372. 1 Taf.
59. —, Pollen formation in *Oenothera gigas*. — Annales of Botany **25** (1911), S. 909—940. 4 Taf.
60. —, Mutation in *Oenothera*. — Americ. Nat. **45** (1911), S. 577—606.
61. —, An onagraceous stem without internodes. — New Phytologist **11** (1912), S. 50—53. 3 Taf.
62. —, Mutations in plants. — Bot. Journal 1912. 4 S.
63. —, Somatic mitoses in *Oenothera*. — Annales of Botany **26** (1912), S. 993—1010. 1 Taf.
64. —, A contribution to a knowledge of the mutating *Oenotheras*. — Transactions of Linnean Soc. London, Ser. 2, **8** (1913), S. 1—67. 6 Taf.
65. —, Tetraploid mutants and chromosome mechanisms. — Biol. Centralbl. **33** (1913), S. 92—99, 113—150.
66. —, Recent papers on *Oenothera* mutations. — New Phytologist **12** (1913), S. 290—302.
67. —, Breeding experiments which show that hybridisation and mutation are independent phenomena. — Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererb.-lehre **11** (1914), S. 209—279.
68. GATES, R. R. AND THOMAS, NESTA. A cytological study of *Oenothera mut. lata* and *O. mut. semilata* in relation to mutation. — Quaternary Journ. of micr. science N. S. **59** (1914), S. 523—571. 3 Taf.
69. GEERTS, J. M. Über die Zahl der Chromosomen von *Oenothera Lamarckiana*. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **25** (1908), S. 191—195.
70. —, Beiträge zur Kenntnis der zytologischen Entwicklung von *Oenothera Lamarckiana*. — Ibid. **26 a** (1908), S. 608—614.
71. —, Beiträge zur Kenntnis der Cytologie und der partiellen Sterilität von *Oenothera Lamarckiana*. — Recueil Trav. Bot. Néerland. **5** (1909), S. 93—208. 18 Taf.
72. —, Cytologische Untersuchungen einiger Bastarde von *Oenothera gigas*. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **29** (1911), S. 160—166. 1 Taf.
73. GEROULD, J. H. Inheritance of polymorphism and sex in *Colias philodice*. — Americ. Naturalist **45** (1911), S. 257—283.
74. GOLDSCHMIDT, R. Einführung in die Vererbungswissenschaft. 2 Aufl. Leipzig u. Berlin 1913.
75. —, Die Merogonie der *Oenothera*-bastarde und die doppeltreziproken Bastarde von de Vries. — Arch. f. Zellforsch. **9** (1912), S. 331—344.
76. —, GREGORY, R. P. Note on the histology of the giant and ordinary forms of *Primula sinensis*. — Proceed. Cambridge Phil. Soc. **15** (1909), S. 239—246.
77. —, On the genetics of tetraploid plants in *Primula sinensis*. — Proceed. Roy. Soc. London **87** (1914), S. 484—492.
- 77 a. HAGEDOORN, A. L. The genetic factors in the development of the housemouse, which influence the coat colour. — Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererb.-lehre **7** (1912), S. 97—136.
- 77 b. HAIG-THOMAS, ROSE. Note sur la parthénogenèse chez les plantes. — IV:e Conf. Int. de Genetique Paris, 1911. S. 209.
78. HERIBERT-NILSSON, N. *Oenothera gigas* framgångar som mutation i Sverige. — Botaniska Notiser 1909, S. 97—99.
79. —, Pollenslangarnas tillväxthastighet hos *Oenothera Lamarckiana* och *gigas*. — Ibid. 1911 S. 19—28.
80. —, Die Variabilität der *Oenothera Lamarckiana* und das Problem der Mutation. — Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererb.-lehre **8** (1912), S. 89—231. 3 Taf.
81. —, *Oenothera*-problemet. — Svensk Bot. Tidskr. **7** (1913), S. 1—16.



82. HERIBERT-NILSSON, N. Eliminierung der positiven Homozygoten bezüglich der Rotnervigkeit bei *Oenothera Lamarckiana*. — Botaniska Notiser 1915, S. 23—25.
83. HILL, E. J. *Oenothera Lamarckiana*; its early cultivation and description. — Bot. Gazette **51** (1911), S. 136—140.
84. HONING, J. A. Die Doppelnatur der *Oenothera Lamarckiana*. — Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererb.-lehre **4** (1911) S. 227—278.
85. —, Untersuchungen an *Oenothera*-Früchten und -Samen. — Récueil Trav. Bot. Néerland. **8** (1911), S. 65—96.
86. HUNGER, F. W. T. Recherches expérimentelles sur la mutation chez *Oenothera Lamarckiana*, exécutées sous les tropiques. — Annales du Jard. Bot. de Buitenzorg, Ser. 2, **12**, S. 92—113. 16 Taf.
87. JEFFREY, E. C. The mutation myth. — Science N. S. **39** (1914), S. 488—491.
88. —, Spore conditions in hybrids and the mutation hypothesis of de Vries. — Bot. Gazette **58** (1914), S. 322—336. 4 Taf.
89. —, Some fundamental morphological objections to the mutation theory of de Vries. — Amer. Natural. **49** (1915), S. 5—21.
90. JOHANNSEN, W. Elemente der exakten Erblchkeitslehre. 2 Aufl. Jena 1913.
91. KAJANUS, B. Genetische Studien an *Brassica*. — Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererb.-lehre **6** (1912), S. 217—237. 4 Taf.
92. —, Die Samenrassen von *Lupinus augustifolius* L. und *Lupinus luteus* L. — Ibid **7** (1912), S. 235—239. 1 Taf.
93. —, Über die Farben der Blüten und Samen von *Trifolium pratense*. — Fühlings landwirtsch. Zeitung **61** (1912), S. 763—776.
94. KEEBLE, F. Gigantism in *Primula sinensis*. — Journ. of Genetics **2** (1912), S. 163—188. 1 Taf.
95. LECLERC DU SABLON, M. Sur la théorie des mutations periodiques. — Comptes Rend. Acad. des Scienc. de Paris **151** (1910), S. 330—332.
96. —, De la nature hybride de l'*Oenothère* de Lamark. — Rev. gen. de Bot. **22** (1910), S. 266—276.
97. LEHMANN, E. Über den gegenwärtigen Stand der Mutationstheorie. — Die Naturwissenschaften **2** (1914), S. 597—601.
98. LOTSY, J. P. Versuche über Artbastarde und Betrachtungen über die Möglichkeit einer Evolution trotz Artbeständigkeit. — Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererb.-lehre **8** (1912), S. 325—333.
99. —, Fortschritte unserer Anschauungen über Deszendenz seit Darwin und der jetzige Standpunkt der Frage. — Progressus rei botanicæ **4** (1912), S. 361—388.
100. —, La théorie du croisement. — Archiv Néerland. des Sciences Exactes et Nat., Ser. III B, **2** (1914), S. 178—239. 1 Taf.
101. LUTZ, ANNE M. A preliminary note on the chromosomes of *Oenothera Lamarckiana* and one of its mutants, *O. gigas*. — Science N. S. **26** (1907), S. 151—152.
102. —, The chromosomes of *Oenothera Lamarckiana*, its mutants and hybrids. — Internat. Zool. Congr. Boston 1907.
103. —, Chromosomes of the somatic cells of the *Oenotheras*. — Ibid. **27** (1908), S. 335.
104. —, Notes of the first generation hybrid of *Oenothera lata* ♀ × *O. gigas* ♂. — Ibid **29** (1909), S. 263—267.
105. —, Triploid mutants in *Oenothera*. — Biol. Centralb. **32** (1912), S. 385—435.
106. MAC DOUGAL, D. T., VAIL, A. M., SHULL, G. H., AND SMALL, J. K. Mutants and hybrids of the *Oenotheras*. — Carneg. Inst. of Washington. Publ. N:o 24 (1905). 57 S. 22 Taf.
107. MAC DOUGAL, D. T., VAIL, A. M., SHULL, G. H. Mutations, variations, and relationships of the *Oenotheras*. — Ibid. Publ. N:o 81 (1907). 92 S. 22 Taf.
- 107 a. MORGAN, Th. H. Some experiments in heredity in mice. — Science N. S. **28** (1908), S. 493.
108. NILSSON-EHLE, H. Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. — Lunds Univ. Årsskrift, N. F. Afd. 2, **5** (1909). 122 S.
109. —, Über Fälle spontanen Wegfallens eines Hemmungsfaktors beim Hafer. — Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererb.-lehre **5** (1911), S. 1—37. 1 Taf.

110. NILSSON-EHLE, H. Über einen als Hemmungsfaktor der Begrannung auftretenden Farbfaktor beim Hafer. — Zeitschr. f. ind. Abst.-u. Vererb.-lehre **12** (1914), S. 36—55.
111. PLATE, L. Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung. Vierte Aufl. Leipzig und Berlin 1913.
112. —, Vererbungslehre. Leipzig 1913.
113. RENNER, O. Über die angebliche Merogonie der *Oenothera*-bastarde. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. **31** (1913), S. 384—335.
114. —, Befruchtung und Embryobildung bei *Oenothera Lamarckiana* und einigen verwandten Arten. — Flora N. F. **7** (1914), S. 115—150, 2 Taf.
115. SALAMAN, R. N. The inheritance of colour and other characters in the potato. — Journ. of Genetics **1** (1910), S. 7—46. 29 Taf.
116. SAUNDERS, EDITH R. Further experiments on the inheritance of 'doubleness' and other characters in stocks. — Journ. of Genetics **1** (1911), S. 303—376.
117. —, The breeding of double flowers. — IV Conf. int. de genetique, Paris 1911.
118. SCHOUTEN, A. R. Mutabiliteit en variabiliteit. Groningen 1908 (Diss. Amsterdam).
119. SHULL, G. H. A peculiar negative correlation in *Oenothera* hybrids. — Journ. of Genetics **4** (1914), S. 83—102.
120. —, Duplicate genes for capsule-form in *Bursa bursa-pastoris*. — Zeitschr. f. ind. Abst.-u. Vererb.-lehre **12** (1914) S. 97—149.
121. STOMPS, THEO J. Mutation bei *Oenothera biennis* L. — Biol. Centralbl. **32** (1912), S. 521—535.
122. —, Die Entstehung von *Oenothera gigas* de Vries. — Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. **30** (1912), S. 406.
123. —, Das *Cruciata*-Merkmal. — Ibid. **31** (1913), S. 166.
124. —, Parallel mutations in *Oenothera biennis* L. — Americ. Natural. **48** (1914), S. 494—497.
125. TAMMES, TINE. Die Erklärung einer scheinbaren Ausnahme der Mendelschen Spaltungsregel. — Recueil des Trav. bot. Néerland. **11** (1914), S. 54—69.
126. THOMPSON, H. STUART. Coast *Oenotheras*. — Journ. of Botany **43** (1905), S. 62.
127. TSCHERMAK, E. v. Notiz über den Begriff der Kryptomerie. — Zeitschr. f. ind. Abst.-u. Vererb.-lehre **11** (1914), S. 183—191.
128. VILMORIN, PHILIPPE DE. Sur une race de blé nain infixable. — Journ. of Genetics **3** (1913), S. 67—76.
- VRIES, HUGO DE. Die Mutationstheorie.
129. —, I. Leipzig 1901.
130. —, II. Leipzig 1903.
131. —, My primrose experiment. — The Independent 1902, S. 2285—2287.
132. —, Anwendung der Mutationslehre auf die Bastardierungsgesetze. — Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. **21** (1903), S. 75—82.
133. —, On atavistic variation in *Oenothera cruciata*. — Bull. Torrey Bot. Club. 1903, S. 75.
134. —, The evidence of evolution. — Smithsonian Rep. for 1904, S. 389—396.
135. —, Über die Dauer der Mutationsperiode bei *Oenothera Lamarckiana*. — Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. **23** (1905), S. 382—387.
136. —, Teunisbloemen in Amerika. — Album der Natuur 1905, S. 193—209.
137. —, Arten und Varietäten und ihre Entstehung durch Mutation. Berlin 1906.
138. —, On twin hybrids. — Bot. Gazette **44** (1907), S. 401—407.
139. —, Plant breeding. Chicago 1907.
140. —, Evolution and mutation. — The Monist **17** (1907), S. 6—22.
141. —, Über die Zwillingsbastarde von *Oenothera nanella*. — Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. **26 a** (1908), S. 667—676.
142. —, Bastarde von *O. gigas*. — Ibid. I. 754—762.
143. —, Soorten en Bastaarden. — Album der Natuur 1908, S. 81—87.
144. —, On triple hybrids. — Bot. Gazette **47** (1909), S. 1—8.
145. —, Über doppeltreziproke Bastarde von *Oenothera biennis* L. and *O. muricata* L. — Biol. Centralbl. **31** (1911), S. 97—104.

146. —, *Oenothera nanella* healthy and diseased. — Science N. S. **35** (1912), S. 753—754.  
147. —, Die Mutationen in der Erblchkeitslehre. Berlin 1912.  
148. —, Gruppenweise Artbildung. Berlin 1913.  
149. —, L'*Oenothera grandiflora* de l'herbier de Lamarck. — Rev. gen. Bot. **25**, (1913), S. 151—166.  
150. —, The probable origin of *Oenothera Lamarckiana* Ser. — Bot. Gazette **57** (1914), S. 345—360. 3 Taf.  
151. VRIES, HUGO DE AND BARTLETT, H. H. The evening primroses of Dixie Landing, Alabama. — Science N. S. **36** (1912), S. 599—601.  
152. WILSON, E. B. Studies on chromosomes. III. — Journ. of exper. Zool. **3** (1906).  
153. —, Mendelian inheritance and the purity of the gametes. — Science N. S. **23** (1906), S. 112.  
154. ZEIJLSTRA, H. *Oenothera nanella* de Vries, eine krankhafte Pflanzenart. — Biol. Centralbl. **31** (1911), S. 129—138.
- 

### Korrigendum.

S. 90 steht als Rubrik einer Kreuzung: **Dependens** × **Lamarckiana**. Dies ist ein Schreibfehler für **Lamarckiana** × **dependens**. Vgl. S. 110 und 111.



## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort .....	3
I. Methodisches .....	5
II. Das Ausgangsmaterial .....	9
III. Die Herkunft der <i>O. Lamarckiana</i> .....	11
IV. Der Faktor für Rotnervigkeit .....	13
1. Die morphologische Wirkung des Farbfaktors in den Blattnerven.....	13
2. Das Experimentalmaterial in bezug auf die Nervenfarbe .....	13
3. Von einer monohybriden Spaltung abweichende Zahlenverhältnisse und ihre Er- klärung .....	19
4. Analyse der Gametenbildung durch Rückkreuzungen .....	24
5. Das Verhalten des Faktors für Rotnervigkeit bei der Spaltung und bei der Zygo- tenbildung .....	27
6. Das Verhalten der Eigenschaft der Rotnervigkeit bei der Riesenkombinante des <i>gigantea</i> -Typus .....	30
7. Die Wirkung des Faktors für Rotnervigkeit in anderen Organen der Pflanze .....	37
8. Zusammenfassung der Resultate der Experimente mit dem Faktor für Rotnervig- keit .....	40
9. Ähnliche Komplikationen wie die der Rotnervigkeit der <i>O. Lamarckiana</i> bei ande- ren Arten.....	42
10. Anwendung der beim Studium des Faktors für Rotnervigkeit gewonnenen Resul- tate auf die Mutabilitätserscheinungen der <i>O. Lamarckiana</i> .....	46
V. Das Hervorbringen aberranter Phänotypen (Kombinanten) bei <i>O. Lamarckiana</i> .....	51
1. Die Methode der Analyse .....	51
2. Die Kombinanten meiner Kulturen .....	52
3. Vergleich der Phänotypen-Kombinanten der DE VRIESSchen und der meinigen Kulturen .....	70
4. Die Abspaltung der Kombinanten (»die Mutation«) innerhalb der verschiedenen Deszendenzreihen der <i>O. Lamarckiana</i> .....	71
5. Das Abspaltungsprozent der Kombinanten.....	76
6. Die Erblichkeitsverhältnisse der Kombinanten meiner Kulturen .....	80
7. Die Kombinantenkreuzungen .....	86
VI. Untersuchungen zur Frage der Apogamie bei <i>O. Lamarckiana</i> und bei ihren Neukombi- nanten .....	99
VII. Zusammenfassende Darstellung der Variabilitätserscheinungen bei <i>O. Lamarckiana</i> und deren Erklärung .....	103
VIII. Kritik anderer Ansichten über die Variabilität der <i>Oenothera Lamarckiana</i> .....	115
Literatur .....	126

# LJUSRETNING OCH FOTELEKTRISKT SVAR

I DERAS KVANTITATIVA SAMBAND

AV

A. WESTERLUND

---

MED 30 TEXTFIGURER

---

(Från Lunds Universitets Fysiologiska Institution)



LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet den 13 oktober 1915.

LUND 1915  
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI



EN av den levande materiens mest karakteristiska egenskaper är dess förmåga att besvara förändringar i den omgivande *milieu*'n med s. k. reaktioner. Hela livet kan anses vara sammanfattningen av alla dessa mer eller mindre komplicerade reaktioner, och ett sedan gammalt med största intresse omfattat kapitel i fysiologien är just studiet av organens och organismernas retbarhet.

Ett av målen för fysiologiens fysikaliska del är att finna sambandet mellan denna *milieuförändring-retning* och effekten-reaktionen. I den mån det är möjligt att för denna verkan och återverkan mellan *milieu* och levande materie finna enheter, varigenom de kunna mätas och sålunda uttryckas i siffror, framställer sig frågan om det kvantitativa sambandet mellan dem. En sådan möjlighet erbjuder sig bl. a. för sambandet mellan ljusretning och fotelektriskt svar på enukleerade ögon. Det retande ljuset kan angivas såväl i s. k. fotometriska enheter som i absoluta energetiska och för det fotelektriska svaret ligga enheterna volt och watt nära till hands. Dessutom erbjuda enukleerade ögon från kallblodiga djur t. ex. grodor genom sin stora hårdighet att kunna leva isolerade från kroppen ett lämpligt organ för mätningar av ovan antydda slag.

I det följande skall redogöras för en granskning av, i vad mån några matematiska formler representera sambandet mellan ljusretning och fotelektriskt svar på isolerade grodögon. De härför använda observationsserierna äro hämtade ur litteraturen. Granskningen har tillgått så, att man under förutsättning av en viss formels giltighet genom *minsta kvadratmetoden* bestämt formelns konstanter ur observationerna och därefter med tillhjälp av dessa konstanter uträknat de värden på observationerna, vilka givas av den ifrågavarande formeln. Den omständigheten, att våra beräkningar utförts med minsta kvadratmetoden, bygger på den förutsättningen, att det vid varje observation eller mätning lödande felet är beroende av slumpen. Inom t. ex. fysiken äro i allmänhet dessa fel observationsfel, eller tydligare uttryckt, bland de fel, som bero av slumpen, äro de störst, som äro grundade i vår egen oförmåga till exakt avläsning. Just den omständigheten, att dessa fel bero av slumpen, gör, att de vid ett stort antal observationer och med kännedom om de lagar, som behärska en slumpfördelning, kunna beräknas. — Inom fysiologien torde förhållandena vara annorlunda. Beträffande mätningar av fysiologiska företeelser äro nämligen av allt att döma icke observa-

tionsfelen de största av de fel, som behärskas av slumpen. I ett överlevande organ inträffa, föreställer jag mig, ständigt inre förändringar, som kunna göra avvikelser från beräknade värden avsevärda. En sådan inre förändring hos ett överlevande organ är dess avdöende, m. a. o. den successivt skeende försämringen av dess *status*. Denna försämring torde kunna försiggå i oregelbundna faser med plötsligt uppfammande eller slocknade livskraft; orsaken till oregelbundenheten är obekant och bör därför tolkas såsom beroende på slumpen i här använd bemärkelse.

Ändamålet med våra granskningar har varit att undersöka storleken av de avvikelser, som finnas mellan de ur formlerna beräknade och de observerade värdena, samt att angiva dessa avvikelsernas gruppering. Bliva dessa avvikelser mycket stora, eller, vilket är viktigare, om de äro grupperade på något lagbundet sätt, utvisa de alltså, som man säger, en »systematisk gång», då följer härav, att de icke äro korrigerbara enligt minsta kvadratmetoden och att således de ur formeln beräknade värdena icke äro de sannolikaste, varav i sin ordning framgår, att den presumerade formeln för sambandet mellan retning och svar icke äger giltighet. Härav följer, att värdesättandet av den ena eller andra formelns lämplighet är baserat på huru små avvikelserna äro och vilken grad av oregelbundenhet i sin gruppering de äga. Den formel har ansetts bäst, som givit de minsta och mest oregelbundna grupperade avvikelser.

De använda observationerna äro hämtade ur följande avhandlingar:

1) A. D. WALLER: On the excitability of nervous matter etc. Tal i brittiska nevrologsällskapet; BRAIN 1900.

2) H. K. DE HAAS: Lichtprickels en retinastroomen in hun quantitatief verband; gradualavhandling. Leiden 1903.

3) W. EINTHOVEN och W. A. JOLLY: The form and magnitude of the electrical response of the eye to stimulation by light at various intensities; Quarterly Journal of experimental Physiology. Vol. I.

4) W. A. JOLLY: On the electrical response of the frog's eyeball to light; Ibidem. Vol. II.

En kritisk granskning av de använda försöksanordningarna har redan lämnats<sup>1</sup>. Här tillfogas följande kompletterande upplysningar. Hos WALLER, som använt sig av vitt ljus, ha olikheterna i det retande ljusets intensitet åstadkommits genom ljuskällans större eller mindre avstånd från ögat. Retningsenheter äro fördensskull godtyckliga och det använda retningsområdet litet: den svagaste och starkaste retningen förhålla sig som 1 till 9. Mätinstrumentet har varit en THOMSON-galvanometer och det fotelektriska svaret har mätts i skaldelar, som varit tämligen proportionella mot potentialdifferensen mellan två punkter på ögonbulben. Minutlänga exponeringar hava använts.

Hos DE HAAS, som också använt vitt ljus, ha variationerna i retningen framkallats genom en irisbländare, vilkens centralöppning vid olika lägen av inställnings-

<sup>1</sup> A. WESTERLUND: Die Potentialverteilung an der Oberfläche eines Augenmodells; Skandinavisches Archiv für Physiologie; Bd 26; Leipzig 1912.

armen blivit omsorgsfullt uppmätt. Härigenom har det använda retningsområdet blivit betydligt vidare än hos WALLER, nämligen inom gränserna 1 till  $3 \cdot 10^6$  godtyckliga enheter. Hela detta område har emellertid icke kunnat användas för våra beräkningar, emedan DE HAAS' observationer icke samtliga äro jämförliga med varandra. Mätning-instrumentet har nämligen varit en långsamt reagerande *Deprez-d'Arsonval*-galvanometer, som icke kunnat skilda från varandra angiva de tvenne karakteristiska spetsarne på en fotografisk registrerad kurva över det fotelektriska förloppet, («oftalmogram-met»). Enligt EINTHOVEN'S och JOLLY'S undersökningar äro dessa båda spetsars inbördes storlek beroende på det retande ljuset, på sådant sätt att vid svag retningsintensitet endast den ena spetsen framträder. För medelstarka och starka retningar består reaktionen av tvenne på varandra följande faser: en snabbt förlöpande förreaktion, som de på oftalmogrammet kalla »spets B», samt en långsamt förlöpande huvudreaktion, »spets C». Göras retningarna svagare, förminskas de båda spetsarna, men avtagandet håller icke jämna steg för dem båda. Spetsen C avtager nämligen snabbare än spetsen B, så att på oftalmogram för mycket svaga retningar spetsen C är osynlig och hela det fotelektriska svaret består enbart av B, som då har ett mycket förlångsamma förlopp. DE HAAS' galvanometer har icke kunnat följa den snabba spetsen B vid starka och medelstarka retningar. Fördenskull är det antagligt, att DE HAAS i sina fotelektriska svar på svaga retningar endast uppmätt spetsen B och i svaren på de starka retningarna endast spetsen C<sup>1</sup>. Vi hava skatt-ningsvis antagit, att de sex sista av DE HAAS' observationer hänföra sig till en ren C-spets. Härigenom minskas det använda retningsområdet till att sträcka sig mellan gränserna  $1-6 \cdot 10^3$  godtyckliga enheter. — Exponeringstiden har här varit kort, nämligen ljusblixtar på 0,002—0,360 sekunder. Retningsenergien är av DE HAAS bestämd såsom produkten av retningsintensitet och exponeringstid. — Det fotelektriska svaret är angivet i millivolt.

EINTHOVEN och JOLLY hava använt stränggalvanometern. Det använda retningsljuset har varit monokromatiskt. En viss del av ett båggljusspektrum har nämligen genom optiska arrangements avgränsats och sänts in i ögat. Dessutom har energien i den sålunda avgränsade spektraldelen beräknats. Ifall energien hos de strålar, vilkas våglängder ligga mellan  $\lambda$  och  $\lambda \pm \frac{1}{2} d \lambda$  uttryckes genom

$$\int H d\lambda,$$

så kan faktorn  $H$  beräknas enligt WIEN<sup>2</sup> sålunda

$$H = C \lambda^{-5} e^{-\frac{c}{\lambda T}}$$

där  $\lambda$  är = våglängd i cm,

<sup>1</sup> WALLER'S observationsserie hava vi ansett hänföra sig enbart till C-spetsar, eftersom relativt stor retningsenergi använts.

<sup>2</sup> Se KOHLRAUSCH: Lehrbuch d. prakt. Physik; 10 upplagan; 1905.



$T$  den absoluta temperaturen och

$c$  och  $C$  äro konstanter.

$c$  är = 1,46;  $C = 0,896 \cdot 10^{-12}$  gramkalorier per sekund från en yta av 1 cm<sup>2</sup>. Temperaturen i den varmaste delen av det positiva kraterkolet anses vara 4000° absolute. Genom reduktionsfaktorer, som bero på, att endast en del av kraterarean använts, att den i spektroskopanordningen ingående kollimatorlinsens vinkelapertur varit liten, samt att en del av ljusenergien absorberas i linssystemet, förminskas de ursprungligen ur WIEN's formel beräknade värdena till

$$H_{\lambda=0,490} = 229 \text{ (lithium-linje)}$$

$$H_{\lambda=0,497} = 277 \text{ (lithium-linje)}$$

$$H_{\lambda=0,500} = 379 \text{ (natrium-linje)}$$

Ur dessa värden beräknas energien i de tvenne spektraldelarna till

$$\int_{\lambda=0,490}^{\lambda=0,497} H d\lambda = (\text{blått ljus}) 9,36 \cdot 10^{-4} \text{ gramkalorier per sekund och}$$

$$\int_{\lambda=0,497}^{\lambda=0,500} H d\lambda = (\text{grönt ljus}) 30,50 \cdot 10^{-4} \text{ gr.-kal. per sekund.}$$

Dessa båda ljusenergier kunde efter behag försvagas genom diafragmata med olika stora, omsorgsfullt uppmätta centralöppningar, 10 gånger i regelbunden gradering från 1 till  $10^{-9}$ . — De fotelektriska svaren hava angivits eller kunna lätt omräknas i milli- eller mikrovolt.

I sammanhang med frågan om variationsbredden för retningen torde en skattning av de gränser vara av intresse, inom vilka den ljusenergimängd i naturen varierar, som utlöser synförmimmelser hos en människa. De ljusstyrkor, som i naturen träffa oss ligga ungefär mellan en stjärnas av sjette storleken och solens i zenith på klar himmel. Den energi, som en stjärna av sjette storleken sänder in i vårt öga skattas<sup>1</sup> till ungefär  $10^{-10}$  erg pr sekund. Belysningen av en yta, på vilken direkt solljus faller, angives<sup>2</sup> vid en viss latitud ega en intensitet av 288000 meterljus, motsvarande enligt ÅNGSTRÖM bortemot  $3 \cdot 10^6$  erg pr cm<sup>2</sup> och sekund. Antager man pupillararean vid den härav åstadkomma ljusadaptationen uppgå till ungefär 0,07 cm<sup>2</sup>, så blir den energi, som vid fullt solljus träffar vår näthinna,  $2 \cdot 10^5$  erg per sekund. De ljusretningar, som nå vårt medvetande, ligga sålunda mellan extremerna  $10^{-10}$  och  $10^5$  erg d. v. s. den svagaste uppfattbara och den starkaste i na-

<sup>1</sup> ZWAARDEMAKER: Die physiologisch wahrnehmbaren Energiewanderungen; Ergebnisse der Physiologie; Fjärde årgången; Wiesbaden 1905.

<sup>2</sup> ARRHENIUS: Lehrbuch der kosmischen Physik; Leipzig 1903.

turen möjliga retningen stå till varandra i förhållandet  $1:15^{15}$ <sup>1</sup>. Att med små intervall mäta de fotelektriska svaren på retningar från hela detta område låter sig icke göra. En sådan mätningsserie skulle taga så lång tid, att ögats livskraft skulle äventyras, i synnerhet som de starka retningarna icke kunna doseras utan långa vilopausar mellan varje. I annat fall ändras ögats adaptationstillstånd, vilket påverkar de fotelektriska svarens storlek. Fördenskull är det också endast delar av det möjliga retningsområdet, som kommit till användning. Observationernas fåtalighet får härav sin förklaring.

---

<sup>1</sup> Jmfr LANGLEY: Energy and Vision; American Journal of science; vol. 36; 1888.

## KAPITEL 1.

Den första av de formler, som blivit prövad för sambandet mellan ljusretning och fotelektriskt svar, är den s. k. WEBER-FECHNER'ska formeln. Den hänför sig ursprungligen till sambandet mellan retning och förnimmelse i allmänhet. På en serie retningar, vilkas intensitet stiger från noll till oändligheten, särskiljas trenne områden: ett första område, som ligger nedanför *retningströskeln*, där ingen förnimmelse utlöses, vidare ett andra område, där förnimmelsernas intensitet tilltager med retningarnas, och slutligen ett tredje område, där förnimmelsen stannar på ett intensitetsmaximum (*retningshöjden*), trots ytterligare stegring av retningen. Endast för det mellersta av dessa områden är formeln avsedd.

Enligt WEBER's <sup>1</sup> undersökningar råder ett konstant förhållande mellan den minsta iakttagbara retningssändningen (*»minimum distinguibile»*) och retningen. Om *minimum distinguibile* betecknas med  $\Delta S$  och retningen med  $S$  (= stimulus), så blir

$$\frac{\Delta S}{S} = \text{konst.}$$

FECHNER <sup>2</sup> antog, att den genom  $\Delta S$  åstadkomna förändringen i förnimmelstens styrka är konstant. Om denna förnimmelseändring betecknas med  $\Delta R$  ( $R$  = responsum), så blir

$$\Delta R = \text{konst., och fördenskull}$$

$$dR = k \frac{dS}{S}.$$

Om denna formel integreras fås

$$R = k \cdot \ln S + C,$$

där  $\ln S$  betyder den naturliga logaritmen för  $S$ .

Om  $S_t$  betyder tröskelvärdet, så blir

$$0 = k \cdot \ln S_t + C,$$

<sup>1</sup> E. H. WEBER: »De pulsu, resorptione, auditu et tactu»; Lipsiæ 1834.

<sup>2</sup> G. TH. FECHNER: Elemente der Psychophysik; Leipzig 1860.



varigenom  $C$  antager värdet

$$C = -k \ln S_t.$$

Då är

$$R = k \ln S - k \ln S_t = k \ln \frac{S}{S_t}.$$

Om tröskelvärdet  $S_t$  tages till enhet, blir

$$R = k \ln S,$$

d. v. s. förnimmelsen är proportionell mot den naturliga logaritmen för retningen. Förnimmelsetensiteterna måste alla tänkas hava positivt förtecken. I fall  $R$  tages till  $x$ - och  $S$  till  $y$ -koordinat, begränsar sig formeln's giltighetsområde från  $y = 0$ ; till  $y = +\infty$ , som motsvaras av  $x$ -värdena 1 och  $+\infty$ . Låter man formeln representeras av en kurva, så ligger tröskeln i den punkt, där kurvan skär  $x$ -axeln. — Den WEBER-FECHNER'SKA formeln's första derivata är

$$\frac{dy}{dx} = \frac{k}{x}.$$

Det numeriska värdet härpå är störst i tröskeln och minskas kontinuerligt med växande  $x$ . Vårt förnimmande skulle således vara ytterligt känsligt i och i närheten av tröskeln, en slutsats, som motsäges av erfarenheten. — En logaritmisk kurva av formeln  $y = \ln x$  har ett utseende, som vidstående figur (fig. I) utvisar. Mot denna grafisk framställning av formeln kan riktas den

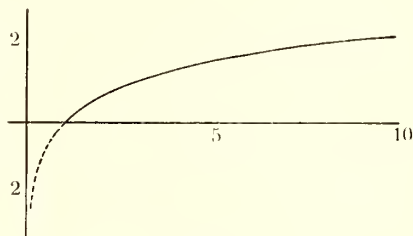


Fig. I.

anmärkningen, att det område, den vill illustrera, är alltför snävt.  $X$ -koordinaterna böra fördenskull göras kortare, något som kan ske genom att till abskissa taga logaritmen för retningsenergien i stället för retningsenergien själv. Formeln representeras då av en rät linje, vilkens ekvation är

$$y = k \cdot x_1,$$

där  $x_1$  är  $= \ln x$ ; den illustreras av vidstående figur (fig. II). Emedan  $x$  icke är angivet i tröskelvärdet som enhet, införes också detta i ekvationen, som då antager utseendet

$$y = k(x_1 - x_0),$$

där  $x_0$  är  $= \ln S_t$ . Endast i det fall att  $\ln S_t$  är  $= 0$ ,

d. v. s. att retningsenergien från början är angiven

i multiplar av retningströskeln's energi, eger formeln giltighet i sin ursprungliga form. Den räta linje, som då representerar densamma, går från *origo* till det mot retningshöjdens energi svarande logaritm-värdet. Formeln's första derivata är då

$$\frac{dy}{dx_1} = k.$$

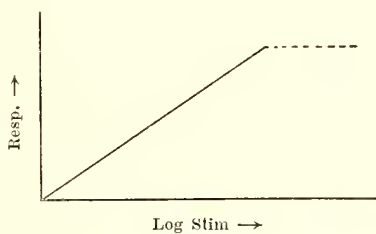


Fig. II.

Resultaten av beräkningarna hava sammanförts i tabeller i slutet av skriften. I tabellerna äro de beräknade värdena ( $y_{\text{ber.}}$ ) vunna ur formeln

$$y = k(x - x_0),$$

där  $y$  är = det fotelektriska svaret, i millivolt eller mot millivolt proportionella enheter,

$x$  den BRIGGS'ska logaritmen för retningen

$x_0$  den BRIGGS'ska logaritmen för retningströskeln och

$k$  en proportionsalitätsfaktor.

Av dessa äro  $x_0$  och  $k$  obekanta och beräknas med minsta kvadratmetoden. Efter bestämningen av dem uträknas med deras hjälp de sannolikaste värdena på  $x (= x_{\text{ber.}})$  och  $y (= y_{\text{ber.}})$ , varvid

$$x_{\text{ber.}} = x_{\text{obs.}} - x_0.$$

$\Delta$  betyder avvikelserna ( $= y_{\text{ber.}} - y_{\text{obs.}}$ ),

$E$  är varje observations medelfel, beräknat enligt formeln

$$E = \mp \sqrt{\frac{\Sigma \Delta^2}{n - q}}$$

där  $\Sigma \Delta^2$  är = summan av avvikelsernas kvadrater,  $n$  observationernas antal och  $q$  de obekantas antal.

Tabellerna äro illustrerade av figurer, indelade i två grupper. Den ena gruppen hänför sig till  $x$  och  $y$ : den heldragna figuren i dessa figurer sammanbinda de samhörande värdena på  $x_{\text{ber.}}$  och  $y_{\text{ber.}}$ . De små cirkelarna betyda de observerade  $y$ -värdena. Den andra figurgruppen angiver sambandet mellan avvikelserna såsom ordinata och observationens ordningstal som abscissa; de figurerna benämnas avvikelsepolygoner.

För en bättre förståelse av tabellerna och figurerna meddelas följande. Tabell 1 är hämtad från WALLER. Under  $x_{\text{obs.}}$  återfinnas de logaritmiska värdena på WALLER's ursprungliga  $S$  (= stimuli); i kolumnen under  $y_{\text{obs.}}$  stå de ursprungliga  $R$ -värdena (= responsa), tusen gånger förminskade. En blick på de figurer, som illustrera tabellen, giver vid handen, att avvikelserna icke äro stora, men att de utvisa en »systematisk gruppering», på sådant sätt, att alla positiva avvikelser ligga för sig och alla negativa för sig, således icke blandade om varandra.

För tabell 2 ligger tabell XXII (sid. 83 i avhandlingen) uti DE HAAS' skrift till grund. I kolumnen under  $x_{\text{obs.}}$  befinna sig de logaritmiska värdena på DE HAAS' godtyckliga retningsenheter  $10^4$  gånger förstorade. På figur 4 faller avvikelsernas karakteristiska gruppering i ögonen.

Tabell 3 behandlar observationer, som gjorts av EINTHOVEN och JOLLY. Dessa författare meddela i sin skrift fyra stycken oftalmogram (fig. 11, 12, 13 och 14 i deras avhandling), vilka utgöra fotelektriska svar på retningen med grönt ljus av en viss tämligen låg intensitet (enligt deras beteckning =  $10^{-7} I_g$ , där  $I_g = 30,5 \cdot 10^{-4}$  gramkalorier per sekund) under olika långa exponeringstider, nämligen respektive 0,48; 1,12; 1,9 och 3 sekunder. Det retande ljusets energi blir då i de fyra fallen

14,64, 34,16, 57,95 och 91,50 i enheter lika med  $10^{-11}$  gramkalorier. (För enheten  $10^{-12}$  gramkalorier hava vi i det följande infört beteckningen  $\mu\mu GK$ ). På det av EINTHOVEN och JOLLY använda lilla retningsområdet kan WEBER-FECHNER's formel sägas gälla utan stora avvikelser (fig. 5). — Det ur formeln beräknade tröskelvärdet uppgår till ungefärligen 800  $\mu\mu GK$ , vilket är för högt.<sup>1</sup> Jämförelsevis kan nämnas, att för människoögon enligt GRYNs och NOYONS<sup>1</sup> *minimum perceptibile* uppgår till ungefär en milliondel av en  $\mu\mu GK$  ( $= 10^{-18}$  gramkalorier).

Den nästa tabellen (tab. 4) har tagits ur JOLLY's skrift. Det retande ljuset har varit blått, utgörande den del av spektrum, som ligger mellan de båda blå litiumlinjerna, vilket område eger ett energiförråd av 9,36.  $10^{-4}$  gramkalorier ( $= I_b$  enl. JOLLY's beteckning). Det för våra beräkningar använda retningsområdet har sträckt sig mellan  $10^{-7}$  och  $10^{-1} I_b$ , således, emedan varje belysning varat fem sekunder, räckande från 468 till 468 millioner  $\mu\mu GK$ . Den sista observationen angiver ett lägre värde på den ifrågavarande spetsen (spets B) än det närmast föregående. Den kan fördenskill icke hava samma vikt som de övriga. Vi skatta dess vikt till  $1/2$ , om de andra observationerna förutsättas ha en vikt lika med enheten<sup>2</sup>. — I första kolumnen återfinnas de logaritmiska värdena på ljusretningarna, angivna i  $\mu\mu GK$ . Av de båda tabellen illustrerande figurerna (fig. 6 och 7) framgår avvikelsernas storlek samt deras gruppering.

Om retningsområdet hade tagits med snävarare gränser från 46'800 till 4'680'000  $\mu\mu GK$ , bliva, såsom man kan vänta, avvikelserna mindre. På detta lilla område finnas i den använda JOLLY's tabell endast tre observationer, av vilka varderas medelfel uppgår till  $E = 0,038$ . Det beräknade tröskelvärdet är i detta fall 8'000  $\mu\mu GK$ , medan det, om alla sju observationerna medtagas, blir omkring 300  $\mu\mu GK$ .

För överskådlighetens skull sammanföras resultaten av vår granskning till en översiktstabell (tab. I) här nedan.

TABELL I.

	Spets	Gränser	Ljus	Tröskel i $\mu\mu GK$	$E$
Waller .....	C	1 : 9	Vitt		0,038
de Haas .....	C	1 : 6. $10^6$	„		0,117
Einthoven-Jolly .....	B	1 : 6,25	Grönt	800	0,007
Jolly A) .....	B	1 : $10^6$	Blått	8'000	0,075
Jolly B) .....	B	1 : $10^2$	„	300	0,038

Sammanfattas resultaten av vår granskning, huruledes den WEBER-FECHNER'ska formeln representerar sambandet mellan ljusretning och den fotelektriska fluktuationens  $EMK$ , bliva de följande. Inom mycket snäva gränser kan detta samband representeras av WEBER-FECHNER's uttryck. Det beräknade tröskelvärdet avviker betydligt från det verkliga. Inom vidare retningsgränser åter bliva avvikelserna för

<sup>1</sup> Citerat efter EINTHOVEN-JOLLY.<sup>2</sup> Siffran inom parentes i  $\Delta$ -kolumnen angiver avvikelstens storlek, om den observationen havt samma vikt som de övriga.



stora och, något som är mera anmärkningsvärt, utvisa alldeles ingen oregelbunden gruppering, utan ega i stället en utpräglad »systematisk gång», något som tyder på, att de genom minsta kvadratmetoden beräknade värdena icke äro de sannolikaste. Härav kan den slutsatsen dragas, att WEBER-FECHNER's formel icke är det analytiska uttryck, som bäst angiver sambandet mellan ljusretning och den fotelektriska fluktuationens *EMK*. Inom tillräckligt snäva gränser och i synnerhet på ett speciellt område, nämligen omkring den uti det tredje kapitlet av denna skrift omtalade inflexionspunkten (se sid. 17) kan det emellertid användas som en approximativ interpolationsregel, genom vilken de beräknade värdenas avvikelser från de observerades bliva nära nog försvinnande små.

## KAPITEL II.

Den nästa av de formler, som prövats för sambandet mellan ljusretning och fotelektriskt svar, har uppställts av WERTHEIM SALOMONSON<sup>1</sup>. Den grundar sig på följande överläggning. — Ett fysiologiskt svar på en retning är att betrakta som en energiproduktion. Den därvid producerade energien tages ur den levande materiens energiförråd, som således minskas. Parallellt med denna energiförminskning går en förbrukning av det reagerande ämnets mängd. Om retningen ökas från  $x$  till  $x + dx$ , antages det reagerande ämnets mängd hava ändrats med  $-dy_x$ . Förhållandet mellan retningsökningen  $dx$  och förlusten av reagerande ämne ( $-dy_x$ ) sättes proportionellt med det reagerande ämnets mängd ( $y_x$ ). Härur erhålles följande ekvation

$$-\frac{dy_x}{dx} = \sigma \cdot y_x,$$

som genom integration ger

$$\ln y_x + C = -\sigma x.$$

För  $C = -\ln k$  och i exponentiell form antager ekvationen utseendet

$$y_x = k \cdot e^{-\sigma x}$$

Detta uttrycker angiver mängden av reagerande substans, som återstår efter retningen. Om före retningen den reagerande substansens mängd varit  $y_0$ , så uppgår mängden av det använda materialet till

$$y = y_0 - y_x.$$

Om för  $x = 0$   $y$  antages vara noll, blir

$$y_0 = k$$

och fördenskull

$$y = k(1 - e^{-\sigma x}),$$

<sup>1</sup> WERTHEIM SALOMONSON: Die Effektgrösse als Funktion der Reizgrösse; Pflüger's Archiv, Bd 100, Bonn 1903.

som är uttrycket för den transformerade energimängden och således även för det fysiologiska svaret. — Införes också tröskelvärdet i formeln antager den utseendet

$$y = k(1 - e^{-\sigma(x - x_0)}),$$

uti vilken således

$y$  betyder den fysiologiska effekten,  
 $x$  retningen,  $x_0$  tröskelvärdet och  
 $k$  och  $\sigma$  konstanter.

Av formeln framgår, att för  $x = 0$  antager  $y$  värdet 0; för  $x = +\infty$  blir  $y = k$ , vilken konstant således har karakteren av ett *asymptoticum*, mot vilket storleken av det fysiologiska svaret strävar. Formeln representeras av en kroklinje, som har sin konkavitet riktad nedåt mot abskissan (se vidstående figur, fig. III).

Formelns första derivata är

$$\frac{dy}{dx} = \sigma \cdot k \cdot e^{-\sigma x}.$$

I *origo*, för  $x = 0$ , antager derivatan sitt största värde  $= \sigma k$ ; den minskas kontinuerligt med växande  $x$  för att i oändligheten antaga värdet noll. Härav framgår, att den kurva, som representerar den WERTHEIM-SALOMONSON'ska formeln saknar inflexionspunkt.

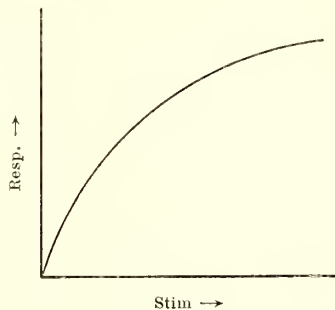


Fig. III.

WERTHEIM SALOMONSON har själv prövat formelns giltighet för sambandet mellan ljusretning och den fotelektriska fluktuationens *EMK*. Det är några av WALLER's observationer, han därvid använt, belägna inom ett särdeles litet retningsområde ( $S_{\min} : S_{\max} = 1 : 5$ ). På detta lilla område förefinnes naturligtvis god överensstämmelse mellan de beräknade och de observerade värdena; medelfelet i observationsserien uppgår till mindre än 2 WALLER'ska enheter. För ett vidare retningsområde säges formeln icke gälla, och WERTHEIM SALOMONSON antyder, att anledningen härtill kan vara, att WALLER icke begagnat momentana retningar, som varit praktiskt taget avlupna, innan effekten inträtt, något som i härledningen angives som en av förutsättningarna för formelns giltighet. Det bör emellertid framhållas, att formeln gäller inom ett betydligt vidare område än det av WERTHEIM SALOMONSON själv granskade. Det är nämligen endast i närheten av tröskelvärdet, som avvikelserna bliva stora och utvisa systematisk gruppering. Detta framgår av de granskningar, som av oss utförts på ett betydligt vidare område med observationer, hämtade från JOLLY, vilka icke förelågo, då WERTHEIM SALOMONSON utförde sina undersökningar. De resultat, som den granskningen givit, äro, att från en undre gräns ett stycke ovan det verkliga tröskelvärdet gäller formeln uppåt för starka retningar så långt som retningsstyrkan kan förverkligas, d. v. s. praktiskt taget till oändligheten. Det är således ett betydligt vidare område, för vilket denna formel är giltig, än det för vilket WEBER-FECUNER's formel gäller.

Det var vid granskningen av formelns giltighet på detta vidare område, som vi funno, att formeln i sin ursprungliga gestalt förorsakade numeriska svårigheter. Detta jämte den iakttagelsen, att de av WERTHEIM SALOMONSON publicerade kurvorna egde likheter med de kurvor, som fås, om man såsom  $y$ -värden intecknar t. ex. JOLLY's observationer i ett koordinatsystem, uti vilket abscissan icke betyder retningarnes energier utan dessas logaritmer, hava föranlett oss att pröva, huruvida icke en WERTHEIM SALOMONSON's liknande formel skulle kunna representera sambandet mellan icke längre svaren och retningsenergierna, utan svaren och dessas logaritmiska värden. Denna förändring av formeln, som gjordes på grund av en grafisk likhet, visade sig vara ägnad att förenkla dess numeriska behandling. Den förändrade formelns utseende är:

$$y = k(1 - e^{-\sigma \log S}),$$

där  $S$  = retningen (stimulus). Om  $\log S$  liksom uti WEBER-FECHNER's uttryck betecknas med  $x$ , blir formeln till utseendet lik den ursprungliga. Till sitt väsen är den naturligtvis en helt annan. Dess giltighet är begränsad till retningsområdet från 1 till  $+\infty$ ; retningarna måste således angivas i multiplar af retningströskelns värde; de i andra kvadranten liggande, ur formeln framgående beräknade  $y$ -värdena komma fördenskill icke i betraktande.

Även i sin förändrade gestalt eger emellertid formeln en viss obehändighet för numerisk behandling med minsta kvadratmetoden, något som sammanhänger med, att konstanten  $k$  är fastlåst vid det uttryck, i vilket  $x$  ingår. Konstanterna äro fördenskill svåra att bestämma. Vi hava därför transformerat formeln till

$$\ln \frac{k - y}{k} = -\sigma(x - x_0)$$

och successive ntprövat det värde på  $k$ , för vilket summan av kvadraterna på avvikelserna mellan beräknade och observerade  $y$ -värden blir ett minimum. Denna metod är tidsödande, varför endast tvenne observationsserier kunnat behandlas, och icke ens i dem är  $k$  noggrant bestämt i mer än andra decimalen. De båda granskade serierna äro emellertid typiska, varföre de ansetts från illustrationssynpunkt tillräckliga. — En behändig matematisk metod med ett preliminärt skattande av  $k$  till  $k_0$  och därefter en beräkning med minsta kvadratmetoden av den korektions-term  $dk$ , varmed  $k_0$  skulle ökas, resp. minskas för att giva det bästa värdet på  $k$ , visade sig tyvärr oanvändbar, enär de använda serientvecklingarna icke voro tillräckligt konvergenta.

Såsom illustrationsmaterial till vår granskning av den modifierade formelns giltighet meddelas tre stycken tabeller med tillhörande figurer (tab. 5, 6 och 7). De äro samtliga hämtade från JOLLY. Den första tabellen (tab. 5) hänför sig till mätningar av spetsen  $B$ 's *EMK*. Det retande gröna ljuset ägde ett energiförråd, som sträckte sig mellan 1.525 och 152,5 millioner  $\mu\mu GK$ . ( $S_{\min} : S_{\max} = 1 : 10^5$ ). Avvikelserna äro, som synes, särdeles små och utvisa en nära nog idealisk gruppering (fig. 8 och 9). Från en undre gräns av ungefär 260  $\mu\mu GK$  till oändligheten

representerar således formeln väl sambandet mellan retningsenergi och det fotelektriska svarets *EMK*; tröskelvärdet har beräknats till 257  $\mu\mu GK$ . — Även för de i samma JOLLY's tabell meddelade mätningarna av spetsen *C* stämmer den.

I nästa tabell (tab. 6) åter, som äger några observationer närmare tröskelvärdet, framträda formeln's brister. För ett antagligt värde på  $k$  ( $= k_0$ ), här approximativt skattat till 0,6 millivolt, bliva nämligen avvikelserna avsevärt förstörade och utvisa den karakteristiska systematiska grupperingen (fig. 10 och 11). Först från en gräns av över tiotusen  $\mu\mu GK$  (med en beräknad tröskel av 13 490  $\mu\mu GK$ ) eger formeln tillfredsställande giltighet (se tab. 7 och fig. 12 och 13).

Till detta kapitel har sparats några överläggningar angående en omständighet, som i det föregående endast flyktigt berörts. För våra granskningar hava ofta icke samtliga de i en serie ingående observationerna medtagits, utan ett urval har gjorts på sådant sätt, att somliga av dem försummats. Anledningen härtill har varit den, att de icke ansetts ega samma vikt som de övriga. De fotelektriska svaren kunna nämligen icke stegras över en viss gräns, vilken gräns de praktiskt taget icke heller kunna uppnå, innan destruktiva krafter taga överhanden. EINTHOVEN och JOLLY hava visat, att dessa destruktiva krafter i hög grad ökas genom itererade belysningar med korta vilopausar, emedan ögat då så småningom blir allt mer ljusadapterat. De här ifrågavarande oftalmogramspetsarnas storlek är nämligen beroende på adaptationen; endast uti ett fullständigt mörkadapterat öga nå de sin fulla höjd; vid inträdande ljusadaptation börja de båda avtaga — spetsen *C* mest. Då det emellertid varit omöjligt att angiva adaptionens grad i varje särskilt fall och således någon skattning av observationernas vikt icke kunnat företagas<sup>1</sup>, hava i regel de fotelektriska svar försummats, vilka egt en mindre *EMK* än det närmast föregående på en svagare retning. Har likväl, som uti tabell 6 och 7, en observation måst medtagas, vilken vägt mindre än de övriga, har den tilldelats hälften av de övriges vikter.

Sammanfattas resultaten av vår granskning av den förändrade WERTHEIM-SALOMONSON'ska formeln's giltighet, så bliva de, att från en viss nedre gräns upp mot oändligheten återgiver formeln särdeles väl sambandet mellan ljusretningens energi och de fotelektriska svarens *EMK*. Under denna gräns däremot följer den formeln representerande kurvan icke observationerna, utan når med stor tangentvinkel snabbt abskissan, medan observationerna åter långsamt, alltså med liten tangentvinkel närma sig noll. Denna kurvans obenägenhet att följa observationerna på området för de svaga retningarna, får sin förklaring av, att kurvan saknar inflexionspunkt, medan observationerna tydligen ligga på en kurva, som eger en dylik d. v. s. på en S-formig kurva.

<sup>1</sup> Genom det här granskade uttryckets logaritmering ha observationernas vikter successive minskats.



## KAPITEL III.

I detta kapitel skall prövas giltigheten av en tredje formel, vilken uppställts av oss. Den är en av de många, som härvid äro möjliga och avser icke att vara något annat än approximativ interpolationsregel av interimistisk karaktär. Eftersom den på ett bättre sätt smyger sig efter de förhandenvarande observationerna än de båda i föregående kapitel granskade formlerna, har den ansetts förtjänt av offentliggörande. Även om den icke är slutgiltig, utan torde komma att efterträdas av en ännu bättre, kan den dock som ett led i utvecklingen till det bästa analytiska uttryck för sambandet mellan retning och svar påräkna intresse bland fysiologer.

Formelns härledning är empirisk och grundar sig på den iakttagelsen, att sambandet mellan logaritmen för retningsenergien och logaritmen för svaret kan angivas av en särdeles enkel ekvation. Från denna synpunkt liknar den således WEBER-FECHNER'S formel, som säger, att *kvoten av svaret och retningslogaritmen är konstant* eller

$$\frac{R}{\ln S} = \sigma_1,$$

om  $R$  är = responsum och  $S$  = stimulus.

Vi undersöka i stället, huruvida icke *produkten av retnings och svarets logaritmer är konstant*. Med samma beteckningssätt som förut blir då

$$\ln S \cdot \ln R = -\sigma_2.$$

Minustecknet framför konstanten betyder blott, att kurvan på grund av de enheter, som valts för svaret ligger i fjärde kvadranten. Emedan *origo* ännu icke är definerat, införs termerna  $\ln S_t$  och  $\ln k$  i formeln, som då antager utseendet

$$(\ln S - \ln S_t) (\ln R - \ln k) = -\sigma_3,$$

eller i en för numerisk tillämpning bekvämare form

$$(\log S - \log S_t) (\ln R - \ln k) = -\sigma_4.$$

Om  $\log S$  sättes =  $x$  och  $\log S_t = x_0$  samt om den exponentiella formen användes, blir då

$$y = k \cdot e^{-\frac{\sigma}{x-x_0}},$$

där  $y = R$ .

Vid de numeriska tillämpningarna finner man emellertid, att man får mindre och bättre grupperade avvikelser, om man låter grundformeln vara en ekvation med kvadraten på  $x$  i stället för  $x$  sålunda

$$x^2 \cdot \ln R = -\sigma_5,$$

då den slutliga exponentialformeln för  $x_0 = 0$  får utseendet

$$y = k \cdot e^{-\frac{\sigma}{x^2}}.$$

Här betyder således

$y$  det fotelektriska svarets *EMK* i volt,

$x$  den BRIGG'ska logaritmen för retningen, mätt i multiplar av tröskelvärdet; och  $k$  och  $\sigma$  äro konstanter.

Formeln gäller endast för ett retrningsområde mellan 1 och  $+\infty$ , som motsvaras av  $x$ -värden från 0 till  $+\infty$ . För retrningsvärden under 1 giver formeln visserligen teoretiska värden på  $y$ , men dessa äro givetvis orimliga, emedan enheten är = tröskelvärdet, under vilket intet svar fås. För  $x = 0$  antager  $y$ -värdet noll och för  $x = +\infty$  antager  $y$  värdet  $k$ .  $k$  är alltså ett asymptotiskt värde, mot vilket värdet på det fotelektriska svarets *EMK* strävar.  $\sigma$  är en stigningsfaktor; ju större den är, dess långsammare stiga värdena på  $y$ . Slutligen betyder  $x_0$  i den fullständiga formeln logaritmen af tröskelvärdet. Av konstanterna äro således  $x_0$  och  $k$  mätningsskonstanter;  $x_0$  hänför sig till nollvärdena i mätningsskalan och den för formelns grafiska representerande använda skalan icke sammanfalla. För att  $x_0$  skall bliva lika med noll fordras att retningen är mätt i tröskelvärdet som enhet, alltså att  $S_t = 1$ . För att  $k$  skall bliva = 1 fordras, att  $y$  är mätt i en sådan naturlig enhet, som först i  $x = +\infty$  når sitt fulla värde. Konstanten  $\sigma$  är av annan art. Dess storlek står i samband med ögats fysiologiska *status*. Ur det följande föregripa vi den upplysningen, att den växer i den mån ögats mörkadaptation avtager.

En grundlig kännedom om den kurva, som formeln representerar, fås av en undersökning av densammas derivator. Första derivatan är

$$\frac{dy}{dx} = \frac{2 \sigma k}{x^3} \cdot e^{-\frac{\sigma}{x^2}}.$$

Detta uttryck har ett maximum för ett ändligt värde på  $x$ , vilket värde beräknas genom att sätta andra derivatan lika med noll. Andra derivatan är

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{2 \sigma k}{x^4} \cdot e^{-\frac{\sigma}{x^2}} \cdot \left( \frac{2 \sigma}{x^2} - 3 \right),$$

där sålunda  $x$  för  $\left[ \frac{dy}{dx} \right]_{\max.}$  blir  $\sqrt[2/3]{\sigma}$ . Den omständigheten, att första derivatan har ett maximum, visar, att den formeln representerande kurvan äger en inflexionspunkt och således har formen af ett S. Den stiger i närheten av *origo* särdeles långsamt, ökar så småningom sin stigning, varigenom den får konvexitet mot

$x$ -axeln, förlöper omkring inflexionspunkten nästan lineärt (jämför WEBER-FECHNER's formel) för att bortom inflexionspunkten återigen minska sin stigning, varvid den blir konkav mot  $x$  axeln. Dess utseende framgår av vidfogade figur (fig. IV). — Beträffande formelns numeriska bruk är att anmärka att uttrycket

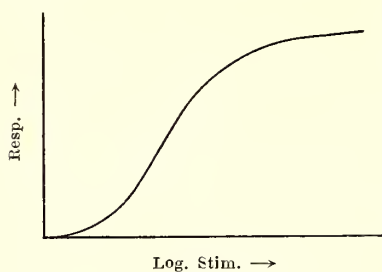


Fig. IV.

utvecklats till

$$\frac{\sigma}{(x-x_0)^2}$$

$$\frac{\sigma}{x^2} + \frac{2 \sigma x_0}{x^3} + \frac{3 \sigma x_0^2}{x^4} \text{ etc.}$$

I denna serie ha endast de två första termerna medtagits, och bestämningen av  $x_0$  är fördenskill dålig. Det ursprungligen ur formeln beräknade värdet på  $x_0$  har emellertid förbättrats genom att successive utpröva det värde, för vilket summan av avvikelsernas kvadrater blivit ett minimum, vilket värde valts såsom definitivt. Det betecknas i tabellerna med  $x_{01}$ .

Den första av de observationsserier, på vilken den nya formelns giltighet prövats, är hämtad från EINTHOVEN-JOLLY; det är samma serie, som använts vid granskningen av den WEBER-FECHNER'ska formeln. På det därvid angivna snäva retningsområdet stämmer formeln väl; medelfelet uppgår till 0,015 och avvikelsernas gruppering är tillfredsställande. För en kommande jämförelse skall meddelas värdena på konstanterna vid detta tillfälle. De äro

$$k = 0,415,$$

$$\sigma = 9,932 \text{ och}$$

$$x_0 = 0,302.$$

Retningströskeln blir då 2  $\mu\mu GK$ . Trots att värdet av denna konstantbestämning på grund av observationernas fåtalighet är ringa, bör dock uppmärksamheten fästas vid det höga värdet på  $\sigma$ , som i det följande skall diskuteras. Den beräknade kurvans form framgår av fig. 14.

Alla de övriga granskningarna äro utförda på JOLLY's observationsserier. Resultaten framgå av tabellerna 8—13, vilka illustreras av figurerna 15—26. Ett närmare studium av resultaten ger vid handen följande.

Tabell 8 och 9 härstamma från ögon, som retats med grönt ljus under en retningstid av fem sekunder med mellanskjutna vilopausar av ungefär fyra minuter. I tabell 8 har spetsen  $B$ , i tabell 9 spetsen  $C$  behandlats. JOLLY har ursprungligen meddelat sju stycken observationer, som utgöra svar på retningar, sträckande sig från 1.525 till 1.525 millioner  $\mu\mu GK$ . Den sista observationen har i båda tabellerna försumrats, emedan dess värde såväl på spetsen  $B$  som spetsen  $C$  varit lägre än den närmast föregående, som utgör svar på en svagare retning. Avvikel-

serna äro små och utvisa åtminstone för spetsen  $B$  en god gruppering (fig. 16). Retningströskeln beräknas till

för spets  $B$ :  $1,135 \mu\mu GK$  och

för spets  $C$ :  $0,603 \mu\mu GK$ .

Beräkningarne giva således vid handen, att tröskeln för  $C$  ligger lägre än för  $B$ . Detta strider mot vad EINTHOVEN och JOLLY anse sig hava funnit, nämligen att för svaga retningar spetsen  $C$  försvinner ur oftalmogrammet fortare än  $B$ . Undersöker man emellertid, för vilket retningsvärde de båda spetsarne giva mätbara svar, här förutsatta lika med en mikrovolt, skall man finna, att formeln för detta retningsvärde ger

för  $B$ :  $39 \mu\mu GK$  och

för  $C$ :  $37 \mu\mu GK$ ,

vilket sålunda betyder, att för mätbara svar tröskeln är ungefär densamma för såväl  $B$  som  $C$ . EINTHOVEN-JOLLY's resultat kunna förklaras av antagandet, att på oftalmogram, som utgöra svar på de svagast realiserbara retningarne, spetsen  $C$  är dold av spetsen  $B$ 's mer dominerande  $EMK$  utan att dock vara helt försvunnen. Är denna tolkning riktig, så är ett svar på en mycket svag retning icke en ren  $B$ -spets utan summan av de båda spetsarne  $B$  och  $C$ .

Till grund för de följande tvenne tabellerna (tab. 10 och 11) ligga observationer från ögon, som likaledes retats med grönt ljus. De tre sista av JOLLY's observationer hava av samma anledning som förut försumrats, varför retningarne komma att ligga mellan gränserna 152,5 och 152,5 millioner  $\mu\mu GK$  ( $S_{\min.} : S_{\max.} = 1 : 10^6$ ). Belysningstiden har här varit 10 gånger längre än uti det föregående fallet, nämligen 50 sekunder, medan viloperioden varit densamma. Förhållandet mellan expone-ringstid och vilotid har här varit ungefärligen 1 : 5 mot 1 : 50 i förra fallet. Restaureringsperioden har således varit proportionsvis kortare och fördenskull kan man *a priori* vänta sig en låg stigning på kurvan. Så är också förhållandet. Värdet på  $\sigma$  är nämligen för spets  $B$  ungefär dubbelt och för  $C$  nära tre gånger så stort som i föregående fall, då en i förhållande till retningstiden längre vilopaus använts. Att denna ökning av  $\sigma$ 's värde är större för  $C$ 's vidkommande än för  $B$ 's stämmer med EINTHOVEN's och JOLLY's iakttagelser, att  $C$  är känsligare för ändring i adaptationen än  $B$ . — Avvikelsernas gruppering är tillfredsställande.

Slutligen meddelas i de två sista tabellerna (tab. 12 och 13) beräkningar, utförda med observationer från ett öga, som retats med blått ljus. Observationsserien är densamma, som förut pröfvats med såväl den WEBER-FECHNER'ska som den förändrade WERTHEIM-SALOMONSON'ska formeln. Den sista av observationerna har försumrats och den näst sista tilldelats hälften så stor vikt som de övriga. Avvikelsernas storlek eller grupperingspolygonernas utseende utvisa knappast något anmärkningsvärt. Blott i fig. 26 kan man på området för de svaga retningarna



spåra tendens till systematisk gång hos avvikelserna. Ehuru icke alltför stort avseende får fästas vid denna uti blott en enda observationsserie förekommande företeelse, har den likväl föranlett oss att söka anledningen till densamma. Denna torde vara att finna uti den inkongruens, som är rådande, mellan de båda omkring inflexionspunkten liggande delarna av denna vår formel representerande kurvan. Denna egenskap betyder, att den kurva, som representerar sambandet mellan  $x$  och  $\frac{dy}{dx}$  i vår formel icke är symmetrisk kring sitt maximum, utan sned. På den sista av våra observationsserier ävensom troligen uti figur 21 är det möjligt, att sambandet mellan ljusretning och fotelektriskt svar bättre representerades av en kurva, vilkens första derivata vore symmetrisk kring sitt maximum än av vår, som eger en tydlig snedhet. En sådan symmetrisk kurva representerar sannolikhetsekvationen, vilkens integral jag på förslag av Professor C. V. L. CHARLIER är sysselsatt med att pröva för ifrågavarande samband. Användande av den integrerade sannolikhetsekvationen har också den fördelen, att man i densamma slipper införande av något tröskelvärde som enhet för de fysiologiska svaren, vilkets egenskap av realitet torde kunna diskuteras.

TABELL II.

	Spets	Ljus	$k$	$\sigma$	$x_0$
Einhoven-Jolly .....	B	Grönt	0,415	9,932	0,302
Jolly .....	B	»	0,698	15,441	0,05
» .....	C	»	1,196	22,758	— 0,22
» .....	B	»	0,416	30,810	
» .....	C	»	1,999	61,739	
» .....	B	Blått	1,203	66,967	
» .....	C	»	1,710	28,879	

En översiktstabell över de ur observationsserierna beräknade konstanterna bifogas här ovan (Tab. II). Av densamma framgår, att samma konstanter utvisa för olika ögon stora olikheter. Ett försök till tolkning härav synes fruktlöst och frågan kan hänskjutas till individuella olikheter mellan olika ögon. Det har emellertid redan antytts, att för konstanten  $\sigma$  en viss regelbundenhet i dess variationer förekommer, och vi hava försökt se den konstantens ökning i sammanhang med för korta vilopausar mellan exponeringarna. Konstanten  $x_0$  är beroende av  $\sigma$  på sådant sätt, att om  $\sigma$  ökas, minskas  $x_0$ , vilket betyder, att för ett stort  $\sigma$  flyttas *origo* längre åt vänster i koordinatsystemet. Av större intresse är variationerna i konstanten  $k$ 's storlek, emedan för dem en fysikalisk tolkning försökts. Vi<sup>1</sup> tro, att densammas variation till stor del har sin grund i svårigheten att avleda den fotelektriska strömmen från samma punkter på olika ögon. Vi hava funnit att olika ögon utvisa en god överensstämmelse i det fotelektriska svarets *EMK* för samma starka retningsenergi och att anledningen till de uppkommande variatio-

<sup>1</sup> WESTERLUND: Skand. Archiv f. Physiologie, Bd 27; Leipzig 1912.

nera är att söka däri, att den fotelektriska strömmen i allmänhet icke avledes från de mest favorabla punkterna på ögonbulben. Jag har för mina mätningar använt genomskinliga gelatinaelektroder, vilka på ett säkrare sätt möjliggöra placering i de bästa avledningspunkterna. Sådana elektroder hava EINTHOVEN och JOLLY icke haft och fördenskull torde de uti avledningshänseende hava äventyrat sina försöksbetingelsers enhetlighet hos olika ögon. Olikheten i konstanten  $k$ 's storlek i EINTHOVEN-JOLLY's serie, där den uppgått till 0,4 millivolt och i JOLLY's första serie med grönt ljus, där den är 0,7 mv, torde sålunda bero på, att i det senare fallet en gynnsammare elektrodplacering använts.

Sammanfattas resultaten av granskningen av, i vad mån vår formel representerar sambandet mellan ljusretning och fotelektriskt svar, så bliva de, att formeln bättre än de föregående smyger sig efter de föreliggande observationerna. Anledningen härtill är den formeln representerade kurvans egenskap att ega en inflexionspunkt. På grund härav kommer vår formel att omfatta ett vidare område än de båda andra formlerna, som prövats. Medan den WEBER-FECHNER'ska formeln gäller för ett litet begränsat område för medelstarka retningar och den WERTHEIM-SALOMONSON'ska från ett visst undre gränsvärde på retningen, som ligger betydligt över tröskeln, omfattar vår formel hela området från tröskelvärdet-enheten till så långt som retningar kunna realiseras d. v. s. praktiskt taget till oändligheten. På grund härav är den mera användbar för interpolationer än de båda övriga formlerna och torde ävenledes uppåt till en viss nog så avlägsen gräns kunna användas för extrapolering.

---

## Résumé.

Dans la note présente on a examiné comment on peut représenter par des formules mathématiques la relation entre l'excitation lumineuse et la réponse photo-électrique chez des yeux de grenouilles survivants et isolés. On s'est servi de la méthode des moindres carrés et le but de l'étude a été d'avoir une idée de la grandeur des erreurs et de leur groupement. Parmi les formules on a considéré comme la meilleur celle qui donne les moindres erreurs et les plus irrégulièrement groupés. Trois formules ont été examinées. On a désigné par

$y$  la réponse photo-électrique en millivolts,

$x$  le logarithme de BRIGGS de l'excitation, en prenant pour unité le seuil d'excitation;

$\alpha$ ,  $\sigma$  et  $k$  sont des constantes.

Les formules examinées sont:

la formule connue de FECHNER (la loi psycho-physique)

$$y = k x;$$

une formule, proposée par M. WERTHEIM SALOMONSON («la loi d'excitation»):

$$y = k (1 - e^{-\sigma x})$$

et enfin une formule, proposée par nous:

$$y = k. e^{-\frac{\sigma}{x^2}}.$$

Parmi ces formules c'est la dernière, qui représente le mieux les observations.

---

TABELL 1. (Fig. 1 och 2.)

WALLER: Vitt ljus. Spets C.

Enhet: Waller's godtyckliga enhet.

$$k = 0,454; x_0 = 0,128.$$

$x$ obs.	$x$ ber.	$y$ ber.	$y$ obs.	$\Delta$
0,000	— 0,128	0,000	0,012	— 0,012
0,301	0,173	0,079	0,047	0,032
0,477	0,349	0,158	0,103	0,053
0,602	0,474	0,214	0,165	0,049
0,699	0,571	0,259	0,235	0,024
0,778	0,650	0,295	0,300	— 0,005
0,845	0,717	0,326	0,353	— 0,027
0,903	0,775	0,352	0,388	— 0,036
0,954	0,826	0,375	0,400	— 0,025

$$\Sigma \Delta^2 = 0,010184; E = \pm 0,038.$$

TABELL 3.

EINTHOVEN-JOLLY: Grönt ljus; Spets B. (Fig. 5.)

Enhet:  $10^{-11} GK$ .

$$k = 0,100; x_0 = 1,900.$$

$x$ obs.	$x$ ber.	$y$ ber.	$y$ obs.	$\Delta$
2,166	0,266	0,027	0,028	— 0,001
2,533	0,633	0,063	0,057	0,006
2,763	0,863	0,086	0,095	— 0,009
2,961	1,061	0,106	0,101	0,005

$$\Sigma \Delta^2 = 0,000143; E = \pm 0,008.$$

TABELL 5.

JOLLY: Grönt ljus; Spets B; (Fig. 8 och 9).

Enhet:  $10^{-10} GK$ .

$$k = 0,670; \tau = 0,312; x_0 = 0,41.$$

$x$ obs.	$x$ ber.	$y$ ber.	$y$ obs.	$\Delta$
1,18	0,77	0,143	0,145	— 0,002
2,18	1,77	0,284	0,290	— 0,006
3,18	2,77	0,397	0,352	0,035
4,18	3,77	0,463	0,500	— 0,037
5,18	4,77	0,519	0,504	0,015
6,18	5,77	0,559	0,560	— 0,001

$$\Sigma \Delta^2 = 0,002860; E = \pm 0,027.$$

TABELL 2. (Fig. 3 och 4.)

DE HAAS: Vitt ljus. Spets C.

Enhet:  $10^4$  de Haas' enhet.

$$k = 0,341; x_0 = 3,874.$$

$x$ obs.	$x$ ber.	$y$ ber.	$y$ obs.	$\Delta$
4,059	0,185	0,063	0,198	— 0,135
4,834	0,960	0,327	0,286	0,041
5,533	1,659	0,566	0,470	0,096
6,311	2,437	0,831	0,717	0,114
7,089	3,215	1,096	1,099	— 0,003
7,827	3,953	1,348	1,460	— 0,112

$$\Sigma \Delta^2 = 0,054671; E = \pm 0,117.$$

TABELL 4.

JOLLY: Blått ljus. Spets B. (Fig. 6 och 7).

Enhet:  $10^{-12} GK$ .

$$k = 0,002; x_0 = 2,49.$$

$x$ obs.	$x$ ber.	$y$ ber.	$y$ obs.	$\Delta$
2,67	0,18	0,017	0,034	— 0,017
3,67	1,18	0,103	0,080	0,029
4,67	2,18	0,201	0,119	0,082
5,67	3,18	0,293	0,344	— 0,051
6,67	4,18	0,385	0,477	— 0,092
7,67	5,18	0,477	0,500	— 0,023
8,67	6,18	0,569	0,420	0,149 (0,095)

$$\Sigma \Delta^2 = 0,061097; E = \pm 0,075.$$

TABELL 6.

JOLLY: Blått ljus; spets B; (Fig. 10 och 11).

Enhet:  $10^{-12} GK$ .

$$k_0 = 0,600; \tau = 0,324; x_0 = 2,95.$$

$x$ obs.	$x$ ber.	$y$ ber.	$y$ obs.	$\Delta$
2,67	— 0,28	0,000	0,034	— 0,034
3,67	0,72	0,125	0,080	0,045
4,67	1,72	0,256	0,119	0,137
5,67	2,72	0,352	0,344	0,008
6,67	3,72	0,420	0,477	— 0,057
7,67	4,72	0,477	0,500	— 0,023
8,67	5,72	0,506	0,420	0,086 (0,031)

$$\Sigma \Delta^2 = 0,059722; E = \pm 0,074.$$



TABELL 7. (Fig. 12 och 13.)

JOLLY: Blått ljus. Spets B.

*Enhet*:  $10^{-8} GK$ . $\ln k = 0,510$ ;  $\tau = 0,768$ ;  $x_0 = 0,13$ .

$x$ obs.	$x$ ber.	$y$ ber.	$y$ obs.	$\Delta$
0,67	0,54	0,173	0,119	0,054
1,67	1,54	0,354	0,344	0,010
2,67	2,54	0,438	0,477	— 0,039
3,67	3,54	0,476	0,500	— 0,024
4,67	4,54	0,494	0,420	0,074 (0,040)

 $\Sigma\Delta^2 = 0,015702$ ;  $E = \pm 0,040$ .

TABELL 8.

JOLLY: Grönt ljus; Spets B; (Fig. 15 och 16).

*Enhet*:  $10^{-12} GK$ . $\ln k = -0,360$ ;  $\tau = 15,441$ ;  $x_0 = 0,05$  l. 0,06.

$x$ obs.	$x$ ber.	$y$ ber.	$y$ obs.	$\Delta$
3,18	3,13	0,144	0,145	— 0,001
4,18	4,13	0,241	0,290	— 0,009
5,18	5,13	0,388	0,352	0,036
6,18	6,13	0,469	0,500	— 0,040
7,18	7,13	0,512	0,504	0,008
8,18	8,13	0,553	0,560	— 0,007
	$\infty$	0,698		

 $\Sigma\Delta^2 = 0,003091$ ;  $E = \pm 0,032$ .

TABELL 9.

JOLLY: Grönt ljus; Spets C; (Fig. 17 och 18).

*Enhet*:  $10^{-12} GK$ . $\ln k = 0,179$ ;  $\tau = 22,758$ ;  $x_0 = -0,20$ ; $x_{01} = -0,22$ .

$x$ obs.	$x$ ber.	$y$ ber.	$y$ obs.	$\Delta$
3,18	3,40	0,169	0,172	— 0,003
4,18	4,40	0,366	0,330	0,036
5,18	5,40	0,551	0,570	— 0,019
6,18	6,40	0,693	0,740	— 0,047
7,18	7,40	0,794	0,777	0,017
8,18	8,40	0,869	0,840	0,029
	$\infty$	1,196		

 $\Sigma\Delta^2 = 0,005005$ ;  $E = \pm 0,041$ .

TABELL 10.

JOLLY: Grönt ljus; Spets B; (Fig. 19 och 20).

*Enhet*:  $10^{-12} GK$ . $\ln k = -0,878$ ;  $\tau = 30,810$ ;  $x_0 = -0,73$ ; $x_{01} = -1,13$ .

$x$ obs.	$x$ ber.	$y$ ber.	$y$ obs.	$\Delta$
2,18	3,31	0,025	0,050	— 0,025
3,18	4,31	0,081	0,067	0,014
4,18	5,31	0,141	0,170	— 0,029
5,18	6,31	0,192	0,180	0,012
6,18	7,31	0,232	0,230	0,002
7,18	8,31	0,270	0,231	0,039
8,18	9,31	0,296	0,284	0,012
	$\infty$	0,416		

 $\Sigma\Delta^2 = 0,003475$ ;  $E = \pm 0,046$ .

TABELL 11.

JOLLY: Spets C; Grönt ljus; (Fig. 21 och 22).

*Enhet*:  $10^{-12} GK$ . $\ln k = 0,693$ ;  $\tau = 61,739$ ;  $x_0 = -0,71$ ;  $x_{01} = -1,11$ .

$x$ obs.	$x$ ber.	$y$ ber.	$y$ obs.	$\Delta$
2,18	3,29	0,001	0,022	— 0,021
3,18	4,29	0,071	0,053	0,018
4,18	5,29	0,216	0,256	— 0,040
5,18	6,29	0,427	0,390	0,037
6,18	7,29	0,619	0,650	— 0,031
7,18	8,29	0,843	0,710	0,133
8,18	9,29	1,014	0,799	0,215
	$\infty$	1,999		

 $\Sigma\Delta^2 = 0,068609$ ;  $E = \pm 0,130$ .

TABELL 12.

JOLLY: Blått ljus; Spets B; (Fig. 23 och 24).

*Enhet*:  $10^{-12} GK$ . $\ln k = 0,185$ ;  $\tau = 66,967$ ;  $x_0 = 0,82$ ;  $x_{01} = -1,22$ .

$x$ obs.	$x$ ber.	$y$ ber.	$y$ obs.	$\Delta$
2,67	3,89	0,014	0,034	— 0,020
3,67	4,89	0,072	0,080	— 0,008
4,67	5,89	0,173	0,119	0,054
5,67	6,89	0,295	0,344	— 0,049
6,67	7,89	0,412	0,477	— 0,065
7,67	8,89	0,539	0,500	0,039
8,67	9,89	0,616	0,420	0,196 (0,083)
	$\infty$	1,203		

 $\Sigma\Delta^2 = 0,061470$ ;  $E = \pm 0,078$ .

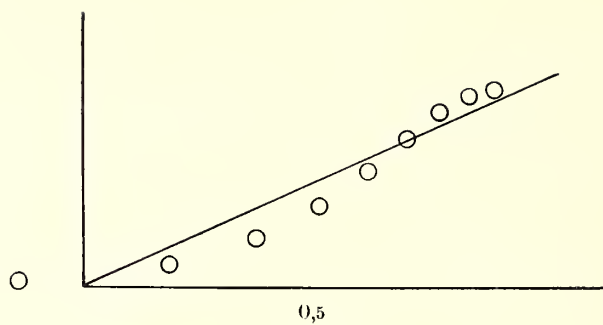
TABELL 13.

JOLLY: Spets C; Blått ljus; (Fig. 25 och 26).

*Enhet:  $10^{-10} GK$ .* $ln k = 0,536; \tau = 28,879; x_0 = -0,57; x_{01} = -0,77.$ 

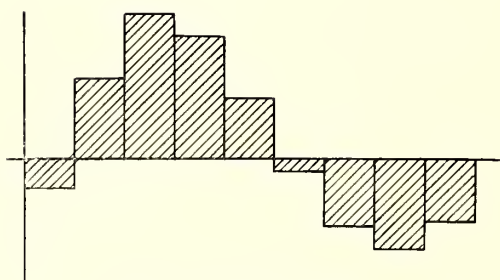
$x$ obs.	$x$ ber.	$y$ ber.	$y$ obs.	$\Delta$
(0,67	1,44	0,009	0,030)	
1,67	2,44	0,013	0,064	— 0,051
2,67	3,44	0,149	0,165	— 0,016
3,67	4,44	0,395	0,400	— 0,005
4,67	5,44	0,644	0,612	0,032
5,67	6,44	0,852	0,901	— 0,049
6,67	7,44	1,014	0,880	0,134 (0,072)
	$\infty$	1,710		

$$\Sigma \Delta^2 = 0,030570; E = \pm 0,062.$$



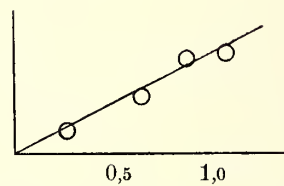
WALLER: Vitt ljus. Spets C.

Fig. 1



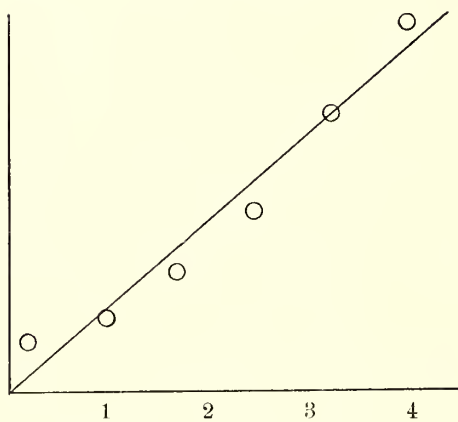
WALLER: Vitt ljus. Spets C.

Fig. 2



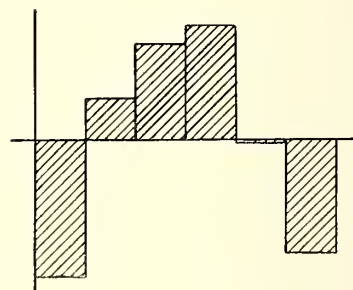
EINTHOVEN-JOLLY: Grönt ljus. Spets B.

Fig. 5



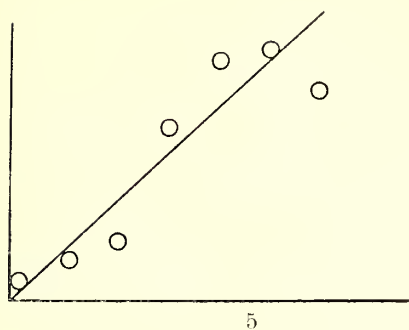
DE HAAS: Vitt ljus. Spets C.

Fig. 3



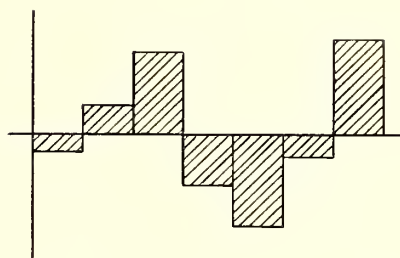
DE HAAS: Vitt ljus. Spets C.

Fig. 4



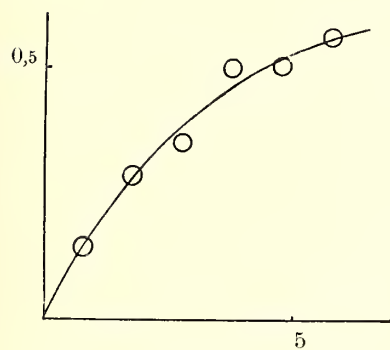
JOLLY: Blått ljus. Spets B.

Fig. 6



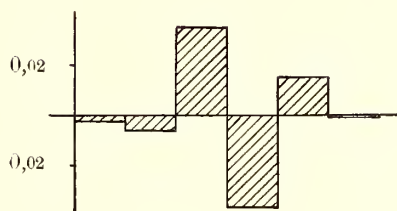
JOLLY: Blått ljus. Spets B.

Fig. 7



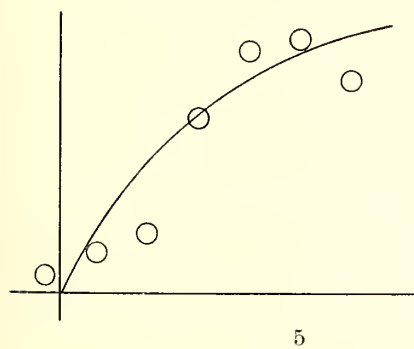
JOLLY: Grönt ljus. Spets B.

Fig. 8



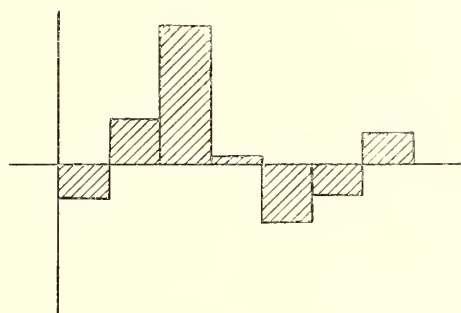
JOLLY: Grönt ljus. Spets B.

Fig. 9



JOLLY: Blått ljus. Spets B.

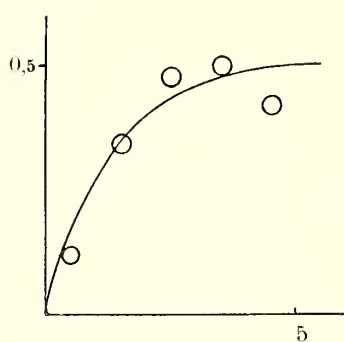
Fig. 10



JOLLY: Blått ljus. Spets B.

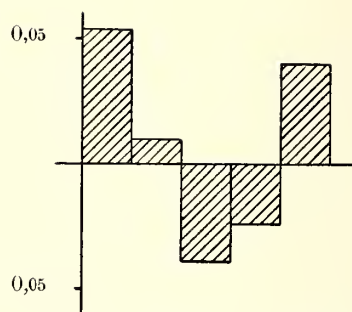
Fig. 11





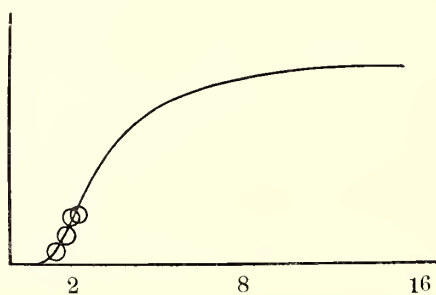
JOLLY: Blått ljus. Spets B.

Fig. 12



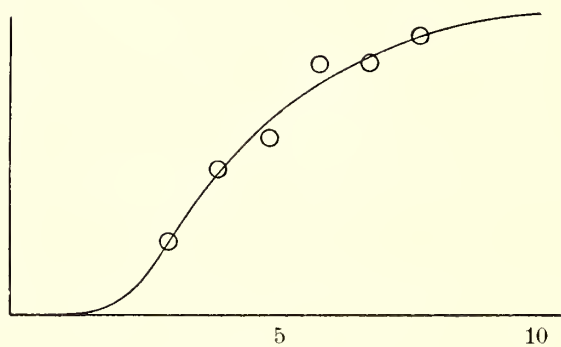
JOLLY: Blått ljus. Spets B.

Fig. 13



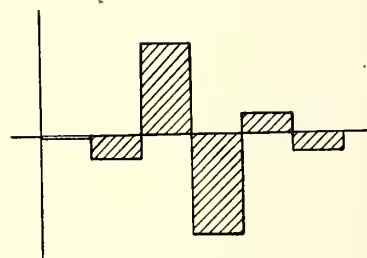
EINTHOVEN-JOLLY: Grönt ljus. Spets B.

Fig. 14



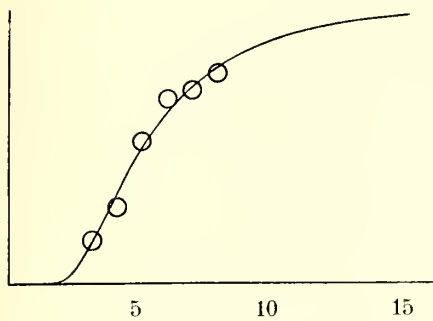
JOLLY: Grönt ljus. Spets B.

Fig. 15



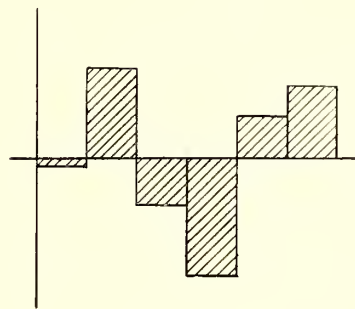
JOLLY: Grönt ljus. Spets B.

Fig. 16



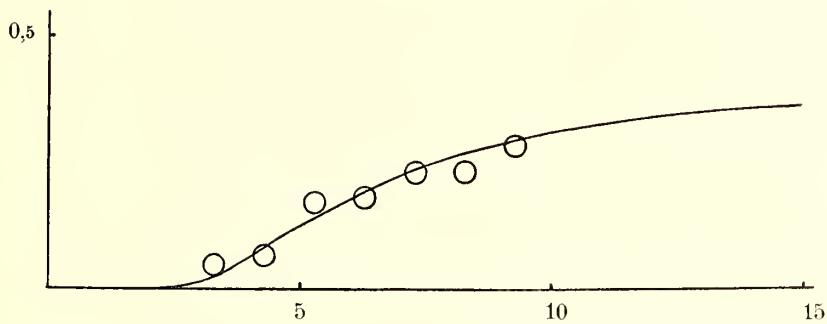
JOLLY: Grönt ljus. Spets C.

Fig. 17



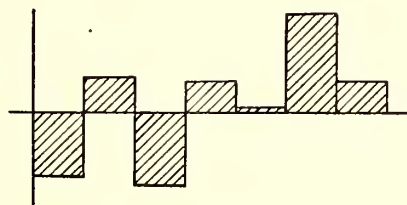
JOLLY: Grönt ljus. Spets C.

Fig. 18



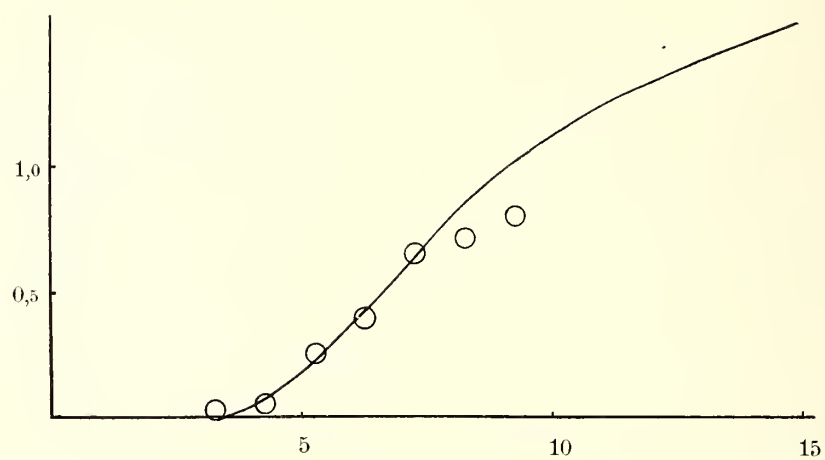
JOLLY: Grönt ljus. Spets B.

Fig. 19



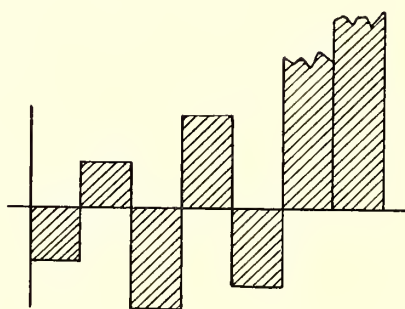
JOLLY: Grönt ljus. Spets B.

Fig. 20



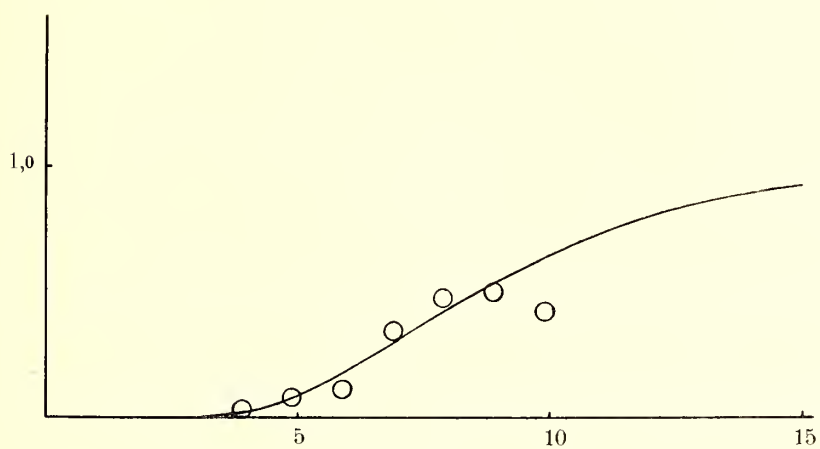
JOLLY: Grönt ljus. Spets C.

Fig. 21



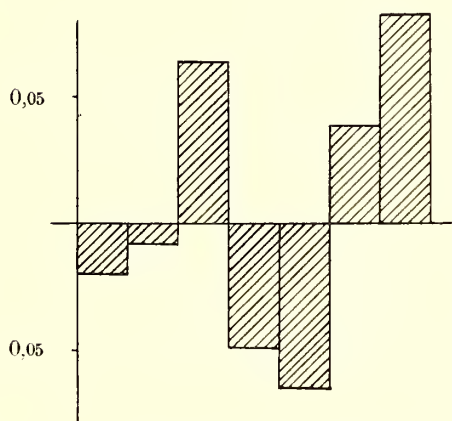
JOLLY: Grönt ljus. Spets C.

Fig. 22



JOLLY: Blått ljus. Spets B.

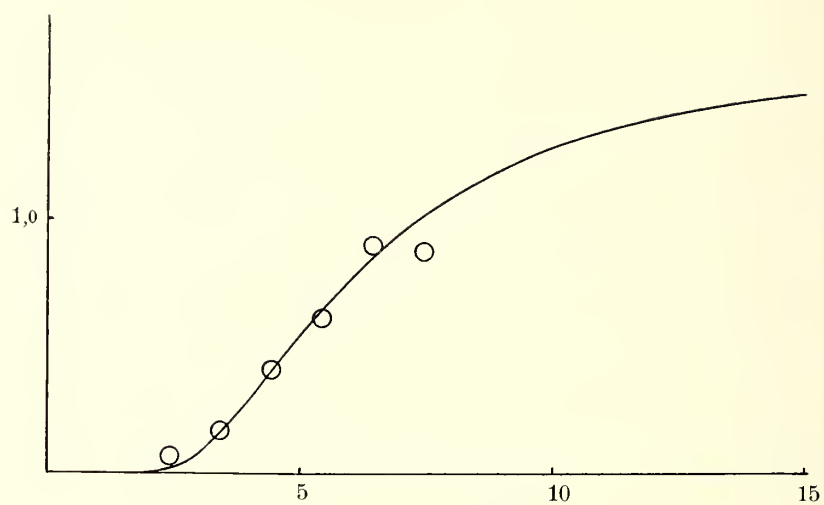
Fig. 23



JOLLY: Blått ljus. Spets B.

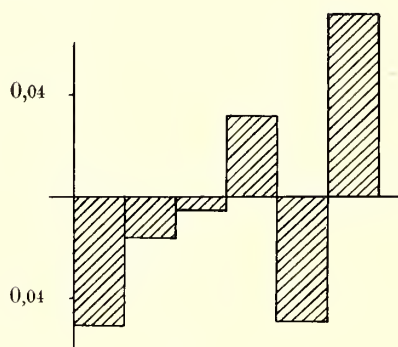
Fig. 24





JOLLY: Blått ljus. Spets C.

Fig. 25



JOLLY: Blått ljus. Spets C.

Fig. 26



# ÜBER DAS AUFLÖSEN DER KONGRUENZEN VON DEM DRITTEN UND VIERTEN GRADE NACH EINEM PRIMZAHLMODULUS

VON

A. ARWIN



LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

Der K. Physiographischen Gesellschaft am 3. November 1915 vorgelegt.

LUND 1915  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

Die vorliegende Abhandlung sucht die Kongruenzen dritten und vierten Grades mittels gewisser Zahlkörper aufzulösen, wozu man leicht beim praktischen Rechnen geführt wird, während doch eine darauf begründete systematische Durchführung oder nur Andeutung einer rechnerischen Durchführung meines Wissens nicht in der Literatur vorliegt. Das Neue ist also in der Behandlungsweise des Problems zu suchen, wodurch die Kongruenzen dritten und vierten Grades zuletzt zu binomischen Kongruenzen in gewissen Zahlkörpern reduziert und dann nach Analogie mit modifizierten Methoden der Auflösung gewöhnlicher binomischen Kongruenzen gelöst werden können, wie diese beispielsweise in Acta Math. Bd 35 von C. Posse es werden, oder noch besser: die Einzelheiten dieser Ausführung hoffe ich in wenigstens neuem Gewande präsentiert zu haben.

Die vorliegende Untersuchung wünscht also mit so elementaren Mitteln wie möglich eine systematische Methode zu geben, um Kongruenzen vom dritten und vierten Grade nach  $(\text{mod } p)$ , wo  $p$  Primzahl ist, aufzulösen. Weil die Kriterien der Lösbarkeit zum Teil in das Gebiet der Zahlkörper fallen, aber doch nicht ein tieferes Eindringen in diese Theorie nötig ist, habe ich elementare Beweise einiger einfachen Sätze, die für das Formulieren notwendige und hinreichende Bedingungen einer Lösung  $(\text{mod } p)$  nötig waren, vorausgeschickt. Weil dazu die Darlegung, wie gesagt, so elementar wie möglich zu werden strebt, sind mehrere bekannte Tatsachen wie beispielsweise die Teilbarkeit der  $S_m(x)$ -Funktionen etc. mit eignen Methoden, die ja möglicherweise auch auf Probleme aus anderen und naheliegenden Gebieten Anwendung haben können, durchgeführt worden. In Betreff der Ausführung der kubischen Körper so sind diese so behandelt worden, dass die Verallgemeinerung zu höheren Körpern auf der Hand liegt.

Der erste Teil fängt also mit folgenden einfachen Sätzen an.

*Satz I.* Sind  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  zwei Zahlen im Körper  $K(\sqrt[p]{A})$ , wo  $\left(\frac{A}{p}\right)^* = -1$  ist, so kann  $\alpha_1 \cdot \alpha_2 \equiv 0 \pmod{p}$  für  $\alpha_1 \equiv a_1 + b_1 \sqrt[p]{A}$  und  $\alpha_2 \equiv a_2 + b_2 \sqrt[p]{A}$ ,  $\alpha_2 \not\equiv 0 \pmod{p}$  nur so erfüllt werden, dass  $\alpha_1 \equiv a_1 + b_1 \sqrt[p]{A} \equiv 0 \pmod{p}$  d. h.  $a_1 \equiv b_1 \equiv 0 \pmod{p}$  wird, denn aus

---

\*  $\left(\frac{A}{p}\right)$  ist Legendre's Symbol.



$$(a_1 + b_1\sqrt{A})(a_2 + b_2\sqrt{A}) \equiv 0 \quad (p)$$

folgt

$$\begin{aligned} a_1 a_2 + A b_1 b_2 &\equiv 0 \\ b_1 a_2 + a_1 b_2 &\equiv 0 \end{aligned} \quad (p)$$

für deren Lösbarkeit  $a_1^2 - A b_1^2 \equiv 0 \pmod{p}$  d. h. weil  $\left(\frac{A}{p}\right) = -1$  ist,  $a_1 \equiv b_1 \equiv 0 \pmod{p}$  nötig ist. Daraus folgt dann auch, dass für  $\alpha_1 \equiv 0 \pmod{p}$  notwendig auch  $\alpha_1 \alpha_2 \equiv 0 \pmod{p}$  wird, und wenn  $\alpha_1$  und  $\alpha_2 \not\equiv 0 \pmod{p}$  ausfallen, so ist auch  $\alpha_1 \alpha_2 \not\equiv 0 \pmod{p}$ .

*Satz II.* Sind  $\alpha_1 \dots \alpha_b$  im Körper  $K(\sqrt{A})$  inkongruente Zahlen, so kann das Produkt  $(\alpha_1 - \alpha_\tau) \dots (\alpha_b - \alpha_\tau)$  nur so kongruent null werden, dass  $\alpha_\tau \equiv \alpha_\mu \pmod{p}$  gilt, da  $\alpha_\mu$  in der Reihe  $\alpha_b$  sich vorfindet, denn aus  $(\alpha_1 - \alpha_\tau) \dots (\alpha_b - \alpha_\tau) \equiv 0 \pmod{p}$  folgt nach dem vorigen Satze, dass eine von den Gleichungen

$$\begin{aligned} (\alpha_1 - \alpha_\tau) \dots (\alpha_\rho - \alpha_\tau) &\equiv 0 \\ (\alpha_{\rho+1} - \alpha_\tau) \dots (\alpha_b - \alpha_\tau) &\equiv 0 \end{aligned} \quad (p)$$

gilt. Nicht beide, denn setzen wir  $\alpha_\tau = x$  und eliminieren  $x$  mittels Resultantbildung, so ergäbe sich  $\Pi(\alpha_\mu - \alpha_\rho) \equiv 0 \pmod{p}$ , was der obengenannten Annahme über die  $\alpha_\mu$  widerspricht. Es kann also nur irgend eine von (1) kongruent null  $\pmod{p}$  ausfallen, und das Fortsetzen desselben Verfahrens ergibt endlich  $\alpha_\tau \equiv \alpha_\chi \pmod{p}$ , wo  $\alpha_\chi$  unter den  $\alpha_v$  liegt.

*Satz III.* Eine Kongruenz

$$x^m + \beta_1 x^{m-1} + \dots \equiv 0 \quad (p)$$

kann in  $K(\sqrt{A})$ , wo  $\left(\frac{A}{p}\right) = -1$  ist, nicht mehr Wurzeln haben als der Grad angibt, denn angenommen, dass  $\alpha_1 \dots \alpha_m \pmod{p}$  inkongruente Lösungen sind und  $\alpha_\tau$  zukäme, dann wäre nach Satz II  $\alpha_\tau \equiv \alpha_\chi \pmod{p}$ , da  $\alpha_\chi$  sich unter den  $\alpha_m$  vorfindet.

*Satz IV.* Jede Zahl  $\alpha_v$  zur Potenz  $p^2 - 1$  erhoben gibt  $\alpha_v^{p^2-1} \equiv 1 \pmod{p}$ , denn aus  $\alpha_v \equiv a_v + b_v \sqrt{A} \pmod{p}$  folgt

$$\alpha_v^p \equiv a_v^p + b_v^p A^{\frac{p-1}{2}} \cdot \sqrt{A} \equiv a_v - b_v \sqrt{A} \quad (p)$$

d. h.

$$\alpha_v^{p+1} \equiv a_v^2 - b_v^2 A \equiv k \quad (p)$$

also

$$\alpha_v^{p^2-1} \equiv 1 \pmod{p}.$$

*Satz V.* Die Kongruenz

$$(2) \quad x^{p^2-1} \equiv 1 \pmod{p}$$

hat  $p^2 - 1 \pmod{p}$  inkongruente Lösungen, denn es gibt  $p^2 - 1$  zu einander  $\pmod{p}$  inkongruente Zahlen, die alle (2) satisfizieren. Nach dem Satze III kann sie auch nicht andere haben.

**Satz VI.** Es existieren primitive Wurzeln zum Exponente  $p^2 - 1$ , denn die bekannte Relation  $p^2 - 1 = \Sigma \varphi(m)$ , wo  $\varphi$  die Eulersche, zahlentheoretische Funktion ist und die Summation über die Teiler in  $p^2 - 1$  ausgeführt wird, kann nur so erfüllt sein, dass  $p^2 - 1$  selbst unter den  $m$  vorkommt, d. h. dass in der Tat  $\varphi(p^2 - 1)$  primitive Wurzeln existieren müssen, denn mit  $E_{p^2-1}$  sind auch alle  $E_{p^2-1}^m$   $m = 0, 1$  etc. für alle  $\varphi(p^2 - 1)$  zu  $p^2 - 1$  relativ prime Zahlen  $m$  primitive Wurzeln, und aus  $E_{p^2-1}^m \equiv E_{\frac{p^2-1}{m}}(p)$  für  $m$  Teiler in  $p^2 - 1$  folgt, dass  $E_{\frac{p^2-1}{m}}$  eine primitive Wurzel zu dem Exponenten  $\frac{p^2 - 1}{m}$  gehörig ist.

Es sei jetzt eine Kongruenz  $z^n \equiv \alpha_v(p)$  vorgelegt,  $n$  der grösste gemeinsame Teiler von  $m$  und  $p^2 - 1$  und  $\alpha_v^{\frac{p^2-1}{n}} \equiv 1(p)$ , so folgt  $x^n \equiv \alpha_v \equiv E_{\frac{p^2-1}{n}}^s(p)$   $s = 1$  oder  $2, \dots, \frac{p^2-1}{n}$ . Weil aber  $x^n \equiv E_{\frac{p^2-1}{n}}^{n \cdot s}(p)$  immer lösbar ist, so folgt, dass die Bedingung  $\alpha_v^{\frac{p^2-1}{n}} \equiv 1(p)$  notwendig und hinreichend wird um  $z^n \equiv \alpha_v(p)$  lösbar zu machen. Hat man eine Lösung gefunden, dann werden die übrigen mittels Multiplikation mit den Einheiten  $x^n \equiv 1(p)$  gegeben.

Jetzt lässt sich die Lösung der Kongruenz

$$x^3 + 3ax + b \equiv 0 \quad (p) \quad (3)$$

in folgender Weise diskutieren. Setzt man  $x \equiv m + n$  so ergibt sich

$$\begin{aligned} m^3 + n^3 &\equiv -b \\ mn &\equiv -a \end{aligned} \quad (p) \quad (4)$$

d. h.

$$(2m^3 + b)^2 \equiv 4a^3 + b^2 \quad (p) \quad (5)$$

Sei  $R \equiv 4a^3 + b^2$  und  $D \equiv -27(4a^3 + b^2)$ , so erhält man für  $p = 6n + 1$  aus  $\left(\frac{R}{p}\right) = \pm 1$   $\left(\frac{D}{p}\right) = \pm 1$ , und für  $p = 6n - 1$  aus  $\left(\frac{R}{p}\right) = \pm 1$   $\left(\frac{D}{p}\right) = \mp 1$ . Für  $p = 6n + 1$  und  $\left(\frac{D}{p}\right) = +1$  kann die Lösung von (3) in  $K(1)$  d. h. im Körper der ganzen Zahlen mittels Auflösen binomischer Gleichungen gewonnen werden, für  $\left(\frac{D}{p}\right) = -1$  erst in einem Körper  $K(\sqrt{A})$ , wo  $\left(\frac{A}{p}\right) = -1$ . Das umgekehrte gilt für  $p = 6n - 1$ . Aus (5) ergibt sich für  $p = 6n + 1$  und  $\left(\frac{D}{p}\right) = -1$ , weil  $4a^3 + b^2 \equiv A \cdot c^2(p)$  ist

$$m^3 \equiv -\frac{b}{2} \pm \frac{c}{2} \sqrt{A} \equiv \alpha_v \quad (p) \quad (6)$$

wo  $N(\alpha_v) \equiv (-a)^3$  und  $\alpha_v^{\frac{p^2-1}{3}} \equiv 1(p)$  ist. Also ist (6) immer mit drei Lösungen lösbar, von denen infolge  $m_1 n_1 \equiv -a(p)$  nur der einzige Wert  $x \equiv m_1 + n_1$  eine Lösung

zu (3) wird. Man sieht also: Für  $p$  Primzahl und  $\left(\frac{D}{p}\right) = +1$  existieren null oder drei Lösungen zu (3) in  $K(1)$ , und für  $\left(\frac{D}{p}\right) = -1$  immer eine einzige in  $K(1)$ .

Wir wollen uns nun näher mit den binomischen Kongruenzen in  $K(\sqrt{A})$  beschäftigen. Aus dem obigen geht hervor dass  $z^2 \equiv \alpha_v (p)$  immer lösbar wird, wenn  $N(\alpha_v) \equiv k$  kvadratischer Rest (mod  $p$ ) ist, was auch auf folgende Weise bestätigt werden kann. Aus

$$(x + y\sqrt{A})^2 \equiv a_v + b_v\sqrt{A} \quad (p)$$

folgt

$$\begin{aligned} x^2 + Ay^2 &\equiv a_v \\ 2xy &\equiv b_v \end{aligned} \quad (p)$$

$$4x^2(x^2 - a_v) \equiv -Ab_v^2 \quad (p)$$

oder

$$(2x^2 - a_v)^2 \equiv a_v^2 - Ab_v^2 \equiv k \equiv k_1^2 \quad (p)$$

d. h.

$$(7) \quad 2x^2 \equiv a_v \pm k_1 \quad (p)$$

und aus

$$a_v^2 - k_1^2 \equiv Ab_v^2 \quad (p)$$

folgt

$$\left(\frac{a_v^2 - k_1^2}{p}\right) = \left(\frac{a_v - k_1}{p}\right) \left(\frac{a_v + k_1}{p}\right) = -1$$

d. h.  $\left(\frac{a_v - k_1}{p}\right)$  und  $\left(\frac{a_v + k_1}{p}\right)$  sind vom entgegengesetzten Zeichen, und wird also immer eine der Kongruenzen (7) lösbar, wie es sein soll. Nun können wir dann  $m$  ungerade annehmen.

*Satz VII.* Die Lösung von  $z^m \equiv \alpha_v (p)$ , wo  $N(\alpha_v) \equiv k (p)$  und  $m$  Faktor in  $p + 1$  ist, kann immer zum Lösen der Kongruenz  $z^m \equiv E_v (p)$ , wo  $N(E_v) \equiv 1 (p)$  gilt, gebracht werden, was sich für das praktische Rechnen am besten zeigt. Denn angenommen, dass  $\left(\frac{k}{p}\right) = +1$  gilt, so erhält man aus  $k_1^2 \equiv k$  und  $k_2^m \equiv k_1 (p)$ , weil  $m$  nicht gleichzeitig Faktor in  $p - 1$  und  $p + 1$  sein kann

$$\left(\frac{z}{k_2}\right)^m \equiv \frac{\alpha_v}{k_1} \equiv E_v \quad (p)$$

wo

$$N\left(\frac{\alpha_v}{k_1}\right) \equiv 1 \quad (p)$$

wird. Für

$$\left(\frac{k}{p}\right) = -1 \text{ gilt } k \equiv Ak_1^2, (\sqrt{A}k_2)^m \equiv \sqrt{A} \cdot k_1 \quad (p)$$

d. h.

$$\left(\frac{z}{\sqrt{A} \cdot k_2}\right)^m \equiv \frac{\alpha_v}{\sqrt{A} k_1} \equiv \beta_v \quad (p)$$

wo

$$N(\beta_v) \equiv -1 \quad (p)$$

ist, d. h.

$$\left[\left(\frac{z}{\sqrt{A} \cdot k_2}\right)^2\right]^m \equiv \beta_v^2 \equiv E_v \quad (p) \quad N(E_v) \equiv 1 \quad (p).$$

Ist also  $x^m \equiv E_v \quad (p)$  lösbar, so werden umgekehrt alle Lösungen zu  $z^m \equiv \alpha_v \quad (p)$  mit oder ohne Kvadratur gefunden, und ist dagegen  $x^m \equiv E_v \quad (p)$  nicht lösbar, so kann auch nicht  $z^m \equiv \alpha_v \quad (p)$  lösbar werden.

Weil  $m$  Faktor in  $p+1$  angenommen wurde, so kann das Kriterium  $\alpha_v^{\frac{p^2-1}{m}} \equiv 1 \quad (p)$  infolge  $\alpha_v^{p+1} \equiv k \quad (p)$  auch  $\alpha_v^{\frac{p+1}{m}} \equiv k_1 \quad (p)$ , wo  $k_1^m \equiv N(\alpha_v) \equiv k \quad (p)$  ist, geschrieben werden. Aus

$$\alpha_v \equiv U_1 + S_1 \sqrt{A}$$

erhält man

$$\alpha_v^{\frac{p+1}{m}} \equiv (U_1 + S_1 \sqrt{A})^{\frac{p+1}{m}} \equiv \frac{U_{p+1}}{m} + \frac{S_{p+1}}{m} \sqrt{A} \quad (p)$$

d. h.  $\frac{S_{p+1}}{m} \equiv 0 \quad (p)$  ist die notwendige und hinreichende Bedingung der Lösbarkeit der Kongruenz  $z^m \equiv \alpha_v \quad (p)$ . Es gilt also in erster Linie Ausdrücke für die  $S_v$  zu erhalten.

Aus

$$(U_1 + S_1 \sqrt{A})^m \equiv U_m + S_m \sqrt{A} \quad (p)$$

ergibt sich

$$(U_m + S_m \sqrt{A})(U_1 + S_1 \sqrt{A}) \equiv U_{m+1} + S_{m+1} \sqrt{A} \quad (p)$$

d. h.

$$\begin{aligned} U_1 U_m + A S_1 S_m &\equiv U_{m+1} \\ U_1 S_m + S_1 U_m &\equiv S_{m+1} \end{aligned} \quad (p) \quad (8)$$

$$\begin{aligned} U_1 U_{m-1} + A S_1 S_{m-1} &\equiv U_m \\ U_1 S_{m-1} + S_1 U_{m-1} &\equiv S_m \end{aligned} \quad (p) \quad (8')$$

wird  $S_m$  aus (8') in der vorigen von (8) eingeführt, so ergibt sich

$$U_1 U_m + A S_1 (U_1 S_{m-1} + S_1 U_{m-1}) \equiv U_{m+1} \quad (p)$$

die mit Anwendung von

$$A S_1^2 \equiv U_1^2 - k \quad (p)$$

gibt

$$\begin{aligned} U_1 U_m + U_1 (U_1 U_{m-1} + A S_1 S_{m-1}) - k U_{m-1} &\equiv \\ \equiv 2 U_1 U_m - k U_{m-1} &\equiv U_{m+1} \end{aligned} \quad (p) \quad (9)$$



Ebenfalls erhält man aus  $U_m$  in (8') im letzteren von (8) eingesetzt

$$\begin{aligned}
 & U_1 S_m + S_1 (U_1 U_{m-1} + A S_1 S_{m-1}) \equiv \\
 & \equiv U_1 S_m + U_1 (S_1 U_{m-1} + U_1 S_{m-1}) - k S_{m-1} \equiv \\
 (9') \quad & \equiv 2 U_1 S_m - k S_{m-1} \equiv S_{m+1} \quad (p)
 \end{aligned}$$

Durch Vergleich mit den Formeln S. 475 in Algebra I von Weber H. (1912) findet man für  $k = 1$  und  $2 U_1 \equiv x$

$$\begin{aligned}
 U_0 & \equiv 1 \\
 U_1 & \equiv \frac{x}{2} \quad \equiv \frac{1}{2} \cdot A_1(x) & S_1 & \equiv S_1 \cdot 1 \equiv S_1 B_1(x) \\
 U_2 & \equiv \frac{1}{2} (x^2 - 2) \equiv \frac{1}{2} A_2(x) & S_2 & \equiv S_1 \cdot x \equiv S_1 B_2(x) \\
 U_m & \equiv \frac{1}{2} A_m(x) & S_m & \equiv S_1 B_m(x)
 \end{aligned}$$

d. h.

$$\begin{aligned}
 U_m(x) & \equiv \frac{1}{2} \cdot \sum_{v=0}^m (-1)^v \frac{m}{m-v} B_v^{(m-v)} x^{m-2v} \\
 (10) \quad & 0 \leq v \leq \frac{m}{2} \quad (p)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_m(x) & \equiv S_1 \cdot \sum_{v=0}^m (-1)^v B_v^{(m-v-1)} x^{m-2v-1} \\
 & 0 \leq v \leq \frac{m-1}{2}
 \end{aligned}$$

d. h. die allgemeinen Formeln (9) und (9') können so geschrieben werden

$$\begin{aligned}
 U_m(x, k) & \equiv \frac{1}{2} \cdot \sum_{v=0}^m (-1)^v \frac{m}{m-v} B_v^{(m-v)} x^{m-2v} k^v \\
 (11) \quad & S_m(x, k) \equiv S_1 \cdot \sum_{v=0}^m (-1)^v B_v^{(m-v-1)} x^{m-2v-1} k^v \quad (\rho) \\
 & x \equiv 2 U_1
 \end{aligned}$$

Die notwendige und hinreichende Bedingung der Lösbarkeit von  $x^m \equiv a_v \pmod{p}$  in einem Körper  $K(\sqrt[m]{A})$ , wo  $\left(\frac{A}{p}\right) = -1$  ist, wird also, dass

$$(12) \quad \frac{S_{p+1}}{m} (2 U_1, k) \equiv 0 \pmod{p}$$

gilt. Da es sich in erster Linie um das Lösen der Kongruenzen dritten Grades handelt, sollen  $U_1$  und  $k$  in den Koeffizienten  $a$  und  $b$  ausgedrückt werden. Man findet ohne weiteres dass  $U_1 \equiv -\frac{b}{2}$ ,  $k \equiv -a^3 \pmod{p}$  ist, d. h. für  $p = 6n - 1$  und  $\left(\frac{D}{p}\right) = +1$  hat die Kongruenz

$$x^3 + 3ax + b \equiv 0 \pmod{p}$$

drei Lösungen oder keine, je nachdem

$$S_{\frac{p+1}{3}}(-b, -a^3) \equiv 0 \pmod{p} \quad (13)$$

gilt oder nicht.

Dies ist mehr von theoretischem als praktischem Interesse, denn obgleich die Formel der  $S_{\frac{p+1}{3}}$  in (11) gegeben worden ist, wäre doch die Anwendung von (13) viel zu mühevoll. Das praktische Rechnen folgt, wie wir später sehen werden, andere Wege.

Mit Hülfe der Kettenbruchform von  $\frac{S_{m+1}(x)}{S_m(x)}$  kann die Zerlegung von  $S_m(x)$  in Faktoren auf folgende Weise gefunden werden. Es sei

$$\frac{S_{m+1}(x)}{S_m(x)} = x - \frac{1}{x - \frac{1}{x - \frac{1}{\ddots - \frac{1}{x}}}} \quad (14)$$

$m \text{ St. } x$

Das Zusammenrechnen in

$$x - \frac{1}{x - \frac{1}{x - \frac{1}{\ddots - \frac{1}{x - t}}}} \quad m \text{ St. } x$$

wo  $t$  ein beliebiger Parameter ist, ergibt nach einer Multiplikation von unten ab

$$\frac{(x^2 - 1) - tx}{x - t} = \frac{S_3 - t S_2}{S_2 - t S_1}$$

d. h. nach den  $m - 1$  möglichen Multiplikationen erhält man

$$\frac{S_{m+1} - t S_m}{S_m - t S_{m-1}} \quad (15)$$

Hat man also

$$\frac{S_{2m}}{S_{2m-1}} = x - \frac{1}{x - \frac{1}{x - \frac{1}{\ddots - \frac{1}{x}}}} \quad 2m - 1 \text{ St. } x$$

und werden die letzten  $m - 1$   $x$  zusammengerechnet, so ergibt sich für  $\frac{S_{m-1}}{S_m} = t$

$$\frac{S_{2m}}{S_{2m-1}} = \frac{S_{m+1} - t S_m}{S_m - t S_{m-1}} = \frac{S_m(S_{m+1} - S_{m-1})}{S_m^2 - S_{m-1}^2}$$

wo zwei sukzessive  $S_m$  keinen Faktor in  $x$  gemein haben können, weil er sonst nach der Rekursionsformel in allen  $S_v(x)$  auftreten müsste. Es muss also  $S_{2m}(x)$  durch  $S_m(x)$  teilbar sein. Sind  $r$  und  $q$  Primzahlen, so ergibt sich also

$$S_{rq}(x) = S_r(x) S_q(x) K_1(x).$$

Weil  $rq - 1 = \Sigma \varphi(rq)$  ist, so wird der Grad von  $K_1(x)$  gleich  $\Sigma \varphi(rq) - \varphi(r) - \varphi(q) = \varphi(rq)$ . Ebenso erhält man

$$S_{rqs}(x) = S_r(x) S_q(x) S_s(x) K_1(x) K_2(x) K_3(x) K_4(x)$$

wo der Grad von  $K_4(x)$  gleich  $\varphi(rqs)$  wird. Mittels Schliessen von  $v$  zum  $v+1$  erhält man

$$(16) \quad S_\mu(x) = M(x) N(x)$$

wo  $M(x)$  nur Faktoren hält, die in  $S_v(x)$ , wo  $v$  Teiler in  $\mu$  ist, vorkommen.  $N(x)$  ist ein Polynom vom Grade  $\varphi(\mu)$  ohne gemeinsame Faktoren mit irgendeinem  $S_v(x)$  von niedrigerer  $v$ -Ordnung. Eine zweite Eigenschaft ist die folgende. Aus der Theorie der Kettenbrüche geht hervor

$$S_m S_{m-2} - S_{m-1} S_{m-1} = -1$$

d. h.

$$S_m S_{m-2} = (S_{m-1} + 1)(S_{m-1} - 1)$$

Für  $m$  ungerade ersieht man, da alle  $x$  in  $S_{m-1}(x)$  ungerade sind, dass für  $K(x) = S_{m-1}(x) + 1$ ,  $-S_m(x) S_{m-2}(x)$  gleich  $K(x) K(-x)$  wird. Weil aber  $S_m$  und  $S_{m-2}$  ohne gemeinsame Teiler und gerade in  $x$  sind, so müssen  $S_m(x)$  und  $S_{m-2}(x)$  jede für sich so zerlegt werden können.

Beisp.

$$S_{21}(x) = S_3(x) S_7(x) K(x)$$

$$S_3(x) = x^2 - 1 = (x-1)(x+1)$$

$$S_7(x) = (x^6 - 5x^4 + 6x^2 - 1) =$$

$$= (x^3 + x^2 - 2x - 1)(x^3 - x^2 - 2x + 1)$$

$$\begin{aligned} S_{21}(x) &= x^{20} - 14x^{18} + 153x^{16} - 680x^{14} + 1820x^{12} - 3003x^{10} + \\ &+ 3003x^8 - 1712x^6 + 495x^4 - 55x^2 + 1 = \\ &= (x^2 - 1)(x^6 - 5x^4 + 6x^2 - 1) \cdot K(x) \end{aligned}$$

wo

$$\begin{aligned} K(x) &= (x^{12} - 13x^{10} + 64x^8 - 146x^6 + 148x^4 - 48x^2 + 1) = \\ &= (x^6 - x^5 - 6x^4 + 6x^3 + 8x^2 - 8x + 1) \cdot \\ &\cdot (x^6 + x^5 - 6x^4 - 6x^3 + 8x^2 + 8x + 1) \end{aligned}$$

ist.

Angenommen dass  $E_{p+1} = U_1 + S_1 \sqrt{A}$  eine zum Exponenten  $p+1 \pmod{p}$  gehörige Einheit sei, d. h. dass  $E_{p+1}^{\frac{p+1}{2}} \equiv -1 \pmod{p}$  giltig wäre, dann nehmen  $E_{p+1}^{\frac{p+1}{2}-a}$  und  $E_{p+1}^{\frac{p+1}{2}+a}$  konjugierte Werte, wie leicht aus  $E_{p+1}^{\frac{p+1}{2}} \equiv (U_1 + S_1 \sqrt{A})^{\frac{p+1}{2}} \equiv -1$  und  $(U_1 + S_1 \sqrt{A})^a \equiv U_a + S_a \sqrt{A} \pmod{p}$  gefunden wird. Setzen wir also  $E_{p+1}^\mu \equiv U_\mu + S_\mu \sqrt{A} \pmod{p}$ , so folgt, dass bei Potenzieren zu  $E_{p+1}^\mu$   $U_\mu$  schon für  $\mu < \frac{p+1}{2}$  alle Werte, die es überhaupt annehmen kann, durchlaufen hat. Weil aber für

jede Einheit zu  $\frac{p+1}{2}$  erhoben der Koeffizient für  $\sqrt{A}$  null wird, so müssen also ihre reellen Teile, doppelt genommen, die Kongruenz

$$S_{\frac{p+1}{2}}(x) \equiv 0 \pmod{p} \quad (17)$$

lösen.

Da also der Grad von  $S_{\frac{p+1}{2}}(x)$  und die Zahl der verschiedenen  $U_a$  gleich  $\left(\frac{p+1}{2} - 1\right)$  ist, so ersieht man, dass die Kongruenz (17) ebenso viele Lösungen hat, wie ihr Grad beträgt. Weiter: ist  $\frac{p+1}{2}$  ungerade, so wird  $\varphi\left(\frac{p+1}{2}\right) = \varphi(p+1)$ , und es existieren ebenso viele primitive Einheiten zum Exponenten  $\frac{p+1}{2}$  als  $p+1$  gehörig, was auch so bestätigt werden kann: gehört  $E_{\frac{p+1}{2}}$  zum Exponenten  $\frac{p+1}{2}$ , dann muss, weil  $\frac{p+1}{2}$  ungerade ist,  $-E_{\frac{p+1}{2}}$  zum Exponenten  $p+1$  gehören. Für  $\frac{p+1}{2}$  gerade wird  $\varphi(p+1) = 2\varphi\left(\frac{p+1}{2}\right)$  d. h. die Zahl der ersteren doppelt so gross wie die der letzteren. Jetzt gehören nämlich  $E_{\frac{p+1}{2}}$  und  $-E_{\frac{p+1}{2}}$  beide zum Exponenten  $\frac{p+1}{2}$  und  $z^2 \equiv \pm E_{\frac{p+1}{2}}(p)$  ist lösbar, doppelt so viele Einheiten zum Exponenten  $p+1$  ergebend.

Nach der Formel (16) ist

$$S_{\frac{p+1}{2}}(x) = M(x) \cdot N(x)$$

und der Grad von  $N(x)$   $\varphi\left(\frac{p+1}{2}\right)$ . Ist  $\frac{p+1}{2}$  ungerade, so wird

$$\frac{1}{2}\varphi(p+1) = \frac{1}{2}\varphi\left(\frac{p+1}{2}\right)$$

d. h. alle Einheiten zum Exponenten  $\frac{p+1}{2}$  und  $p+1$  gehörig, werden, aus  $N(x) \equiv 0 \pmod{p}$  erhalten, was damit in Zusammenhang steht, dass  $N(x)$  in zwei Faktoren  $N_1(x)$  und  $N_1(-x)$  zerlegt werden kann, die jeder für sich primitive Wurzeln zum Exponenten  $\frac{p+1}{2}$  und  $p+1$  respektive ergeben. Für  $\frac{p+1}{2}$  gerade ist

$$\frac{1}{2}\varphi(p+1) = \varphi\left(\frac{p+1}{2}\right)$$

d. h. alle primitive Wurzeln werden in diesem Falle aus  $N(x) \equiv 0 \pmod{p}$  gegeben.

Beisp.  $p = 23$

$$S_2(x) = x \quad x \equiv 0 \quad U_1 \equiv 0 \pmod{23} \text{ zum Exponenten 4 gehörig.}$$

$$S_8(x) = x^2 - 1 \quad x \equiv \pm 1 \quad U_1 \equiv \pm 11 \pmod{23} \quad E(11) \text{ zum Exponenten 3 und } E(-11) \text{ zum Exponenten 6 gehörig.}$$



$S_4(x) = x^3 - 2x \quad x \equiv 0, \quad x^2 \equiv 2, \quad x \equiv \pm 5, \quad U_1 \equiv \pm 9$  (23) und sowohl  $E(9)$  wie  $E(-9)$  gehören zum Exponenten 8, und  $S_4(x)$  ist nicht in Faktoren  $N_1(x)$  und  $N_1(-x)$  zerlegbar

$$S_6(x) = x^6 - 4x^3 + 3x, \quad x(x^2 - 1)(x^2 - 3) \equiv 0 \quad (23)$$

$x^2 \equiv 3, \quad x \equiv \pm 7 \quad U_1 \equiv \pm 8$  (23) gehören beide zum Exponenten (12), weil  $x^2 - 3$  ja irreduzibel ist.

$$S_8(x) = x^7 - 6x^5 + 10x^3 - 4x = x(x^2 - 2)(x^4 - 4x^2 + 2)$$

wo

$$x^4 - 4x^2 + 2 \equiv 0 \quad (23)$$

werden muss, denn ihre Lösungen würden zum Exponenten 16, der nicht Teiler in 24 sein kann, gehören.

$$\begin{aligned} S_{12}(x) &= x^{11} - 10x^9 + 36x^7 - 56x^5 + 35x^3 - 6x = \\ &= x(x^2 - 1)(x^2 - 3)(x^2 - 2)(x^4 - 4x^2 + 1) \end{aligned}$$

Aus

$$x^4 - 4x^2 + 1 \equiv 0 \quad (23)$$

erhält man

$$x^2 \equiv 9, \quad x^2 \equiv -5 \quad (23) \quad \text{d. h.} \quad U_1 \equiv \pm 10, \quad U_1 \equiv \pm 4$$

und  $E(\pm 10), E(\pm 4)$  gehören alle zum Exponenten 24.

Dies Verfahren lässt sich aber für grössere Primzahlen nicht leicht durchführen und das Aufsuchen einer primitiven Wurzel geschieht deshalb am besten versuchsweise, wie später gezeigt wird.

Wie wir oben gesehen haben, lässt sich das Lösen von  $z^m \equiv \alpha_v, \quad N(\alpha_v) \equiv k \pmod{p}$  immer auf das Lösen  $z^m \equiv E_v, \quad N(E_v) \equiv 1 \pmod{p}$  reduzieren. Ist eine primitive Einheitswurzel  $(\bmod p)$  aufgesucht worden oder noch besser die ganze Einheitstabelle, wie bald ausgeführt werden soll, dann wird die Lösung direkt aus der Tabelle abgelesen. Sonst kann eine Modifikation von dem Verfahren, das C. Posse in Acta Math. Bd 35 um gewöhnliche binomische Kongruenzen zu lösen angewandt hat, zur Anwendung kommen.

Um die obenerwähnten Tabellen aufzustellen gilt es vor allem brauchbare  $U_1$ -Element zu finden, deren Primitivität geprüft werden soll. Man kann für diesen Zweck solche Pell'sche Gleichungen  $x^2 - Ay^2 = 1$  gebrauchen, wo  $\left(\frac{A}{p}\right) = -1$  ist, wo dann  $x = U_1$  ein geeignetes Versuchselement gibt.

Beisp.  $p = 53 \quad \left(\frac{3}{53}\right) = -1, \quad x^2 - 3y^2 = 1, \quad x = 2 = U_1$

d. h.

$$\begin{aligned} U_1 &\equiv 2 \\ U_2 &\equiv 2 \cdot 2^2 - 1 && \equiv 7 \\ U_3 &\equiv 2 \cdot 2 \cdot 7 - 2 && \equiv 26 \\ U_6 &\equiv 2 \cdot 26^2 - 1 && \equiv 26 \\ U_9 &\equiv 2 \cdot U_3 \cdot U_6 - U_3 && \equiv 2 \cdot 26 \cdot 26 - 26 \equiv 1 \end{aligned} \quad (53)$$

wo die  $U_v$  entweder direkt aus der Rekursionsformel gefunden werden können oder auch, wie in der letzten Zeile,  $U_3$  als  $U_1$ -Element gebraucht wird. Es gehört also  $E(2) \pmod{53}$  zum Exponenten 9 und  $E(U_6) \equiv E(26) \pmod{53}$  zum Exponenten 3, denn  $26 \equiv -\frac{1}{2} \pmod{53}$  gilt und  $E(-\frac{1}{2})$  gehört immer zum Exponenten 3, wenn  $p+1 \equiv 0 \pmod{3}$  ist, wie  $E(\frac{1}{2})$  zum Exponenten 6. Auch  $\binom{2}{p} = -1$ ,  $x^2 - 2y^2 = 1$ , d. h.  $x = 3 = U_1$  gelten.

$$\begin{array}{lll} \text{Also} & U_1 \equiv 3 & \equiv +3 \\ & U_3 \equiv 4U_1^3 - 3U_1 & \equiv -7 \\ & U_6 \equiv 2 \cdot 7^2 - 1^3 & \equiv -9 \\ & U_9 \equiv 2 \cdot 7 \cdot 9 + 7 & \equiv -26 \\ & U_{12} \equiv 2 \cdot 9^2 - 1 & \equiv +2 \\ & U_{18} \equiv 2 \cdot 26^2 - 1 & \equiv +26 \\ & U_{27} \equiv -2 \cdot 26 \cdot 26 + 26 & \equiv -1 \end{array} \quad (53)$$

Es gehört also  $E(3)$  zum Exponenten 54, was schon beim  $E(U_9) \equiv E(-26)$  gesehen werden konnte.

Auf der nächsten Seite folgt eine ausgeführte Einheitstabelle.

Als Beispiel zur Anwendung dieser Tabelle möge folgendes angeführt werden. Haben wir die Kongruenz

$$z^3 \equiv \alpha_v \equiv 5 + S_1 \sqrt{A} \pmod{89}$$

für  $\binom{A}{89} = -1$ ,  $N(5 + S_1 \sqrt{A}) \equiv 2 \pmod{89}$  zu lösen, dann ergibt sich aus

$$\begin{array}{l} 2 \equiv 25^2 \\ 4^3 \equiv -25 \end{array} \quad (89)$$

$$\left(\frac{z}{4}\right)^3 \equiv E(-18) \quad (89)$$

Weil aber  $E(-18)$  nach der Tabelle zum Exponenten 9 gehört, und also die Lösungen zum Exponenten 27, der nicht Teiler in  $89+1=90$  sein kann, gehören sollten, so folgt also, dass die Kongruenz nicht lösbar wird. Haben wir dagegen

$$z^3 \equiv 45 + S_1 \sqrt{A}, \quad N(45 + S_1 \sqrt{A}) \equiv 2 \quad (89)$$

$$\begin{array}{l} 2 \equiv 25^2 \\ 4^3 \equiv -25 \end{array} \quad (89)$$

da wird

$$\left(\frac{z}{4}\right)^3 \equiv E\left(-\frac{45}{25}\right) \equiv E(16) \quad (89)$$

lösbar, denn nach der Tabelle gehört  $E(16)$  zum Exponenten 15, d. h. weil 45 Teiler in 90 ist, soll die Gleichung lösbar werden, und man findet ohne weiteres, dass  $E(U_2) \equiv E(7)$  eine Lösung sein muss. Also hat die Kongruenz

$$z^3 \equiv 45 + S_1 \sqrt{A} \quad (89)$$

In der Tabelle unten stehen nur Primzahlen für die folgendes gelten:

$p + 1 \equiv 0 \pmod{3}$  und  $\left(\frac{-1}{p}\right) = +1$  d. h.  $p$  wird von Gestalt  $12n - 7$ , und  $\left(\frac{-1}{p}\right) = -1$  d. h.  $p$  wird von Gestalt  $12n - 1$ .

	Prim- zahlen	Bas $E(U_1)$	$E(U_1)$ $\frac{E(U_1)^2}{E(U_2)} =$	$E(U_3)$	$(U_4)$	$(U_5)$	$(U_6)$	$(U_7)$	$(U_8)$	$(U_9)$	$(U_{10})$	$(U_{11})$	$(U_{12})$	$(U_{13})$	$(U_{14})$	$(U_{15})$	$(U_{16})$	$(U_{17})$	$(U_{18})$	$(U_{19})$	$(U_{20})$	$(U_{21})$	$(U_{22})$	$(U_{23})$
$p + 1 = 2^2 \cdot 3$	11	3	3	-5	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$p + 1 = 2 \cdot 3^2$	17	2	2	7	-8	-5	+5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$p + 1 = 2^3 \cdot 3$	23	4	4	8	-9	-11	-10	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$p + 1 = 2 \cdot 3 \cdot 5$	29	-2	-2	7	Exp. 10 3	Exp. 6 10-14	-12	+4	-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$p + 1 = 2 \cdot 3 \cdot 7$	41	-8	-8	+4	Exp. 14 15	-10	+11	-2	Exp. 6 20	-6	-7	-5	+5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$p + 1 = 2^4 \cdot 3$	47	4	4	-16	9	-6	-10	20	-18	-23	22	11	19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$p + 1 = 2 \cdot 3^3$	53	3	3	Exp. 27 17	Exp. 18 7	-6	24	-9	-25	18	Exp. 6 26	-15	-11	2	+23	-23	-	-	-	-	-	-	-	-
$p + 1 = 2^2 \cdot 3 \cdot 5$	59	11	11	5	-19	-10	-24	13	+15	22	-3	-29	14	-17	25	-23	0	-	-	-	-	-	-	-
$p + 1 = 2^3 \cdot 3^2$	71	13	13	-18	16	8	-21	14	30	-15	6	29	-33	-35	-25	24	10	23	20	0	-	-	-	-
$p + 1 = 2^2 \cdot 3 \cdot 7$	83	3	3	17	16	-4	-40	13	35	31	-15	-38	36	5	-6	-41	9	12	-20	34	-25	-18	0	-
$p + 1 = 2 \cdot 3^2 \cdot 5$	89	2	2	7	26	8	6	+16	-31	38	5	-18	+12	-23	-15	-37	-44	39	22	+49	-4	24	11	20

die Lösung

$$z \equiv 28 + S_1 \sqrt{A} \quad (89)$$

was leicht bestätigt werden kann. Die beiden übrigen erhält man mittels Multiplizieren mit den Einheiten  $E(44)$  und  $E(44)^2$ . Für die Primzahlen  $p = 12n - 1$  d. h.  $\left(\frac{-1}{p}\right) = -1$  gelten allgemein, wie wir es auch aus der Tabellen ablesen können, folgende Charakteristika. Sei  $U_1 + S_1 \sqrt{A}$  ein primitives Element d. h.

$$(U_1 + S_1 \sqrt{A})^{\frac{p+1}{2}} \equiv -1 \quad (p)$$

dann gilt

$$(U_1 + S_1 \sqrt{A})^{\frac{p+1}{4}} \equiv \pm i \quad (p)$$

wenn  $K(i)$  zu Grunde gelegt wird. Man erhält dann

$$(U_1 + i S_1)^\alpha \equiv U_\alpha + i S_\alpha \quad (p)$$

und

$$(U_1 + i S_1)^{\frac{p+1}{4} - \alpha} \equiv \pm (S_\alpha + i U_\alpha)$$

d. h.

$$\begin{aligned} U_{\frac{p+1}{4} - \alpha}^2 &\equiv S_\alpha^2 \\ S_{\frac{p+1}{4} - \alpha}^2 &\equiv U_\alpha^2 \end{aligned} \quad (p)$$

Weiter ersieht man aus

$$(U_1 - S_1 i)^n \equiv \pm 1 \quad (p)$$

dass nach Multiplikation mit  $i^n$ , wenn  $n$  ungerade ist, sich

$$(U_1 i + S_1)^n \equiv \pm i \quad (p)$$

ergibt, d. h. gehört  $E(U_1)$  zum Exponenten  $n$  oder  $2n$ , so gehört  $E(S_1)$  zu  $4n$ . In derselben Weise ergeben sich aus  $(U_1 - i S_1)^{2n} \equiv -1$  und  $(U_1 - i S_1)^{4n} \equiv -1 \quad (p)$ , dass im Falle  $E(U_1)$  zum Exponenten  $4n$  und  $8n$  gehört, so gehört  $E(S_1)$  zu  $2n$  oder  $n$  und im letzten Falle zu  $8n$ .

Für den Primzahlen  $\left(\frac{-1}{p}\right) = +1$  erhält man von

$$\begin{aligned} (U_1 + S_1 \sqrt{A})^{\frac{p+1}{2}} &\equiv -1 \\ (U_1 + S_1 \sqrt{A})^\alpha &\equiv U_\alpha + S_\alpha \sqrt{A} \end{aligned} \quad (p)$$

die Gleichung

$$(U_1 + S_1 \sqrt{A})^{\frac{p+1}{2} - \alpha} \equiv -U_\alpha + S_\alpha \sqrt{A} \quad (p)$$

d. h.

$$U_{\frac{p+1}{2} - \alpha} \equiv -U_\alpha \quad (p)$$



Setzt man  $\alpha = \beta + \frac{p-1}{4}$ , so wird

$$U_{\frac{p-1}{4}} - (\beta - 1) \equiv - U_{\frac{p-1}{4}} + \beta \quad (p)$$

Ausser theoretischem Interesse, denn ähnliches kommt bei den kubischen Körpern nicht vor, hat das oben angeführte ihre Bedeutung für das praktische Rechnen und die Ausführung der Tabelle.

Da die Beispiele der obigen Theorie auch dazu dienen sollen, gewisse Eigenschaften in der Binominalentwicklung hervorzuheben, habe ich folgende Tatsachen über dieselbe einschalten wollen.

Aus

$$(18) \quad (x + y)^m = x^m + y^m + xy(x + y) \varphi_m(x, y)$$

wo  $m$  ungerade, findet man, dass

$$(19) \quad \begin{aligned} \varphi_m(x, y) &= \varphi_m(y, x) \\ \varphi_m(kx, ky) &= k^{m-3} \varphi_m(x, y) \\ \varphi_m(x, y) &= \varphi_m(x, -\overline{x+y}) \end{aligned}$$

gelten. Es lässt sich aber allgemein zeigen, dass jedes Polynom  $F(x, y)$  vom Grade  $n$ , das den Bedingungen (19) unterliegt, für  $n \not\equiv 0 \pmod{3}$  immer mit  $x^2 + xy + y^2$  teilbar sein muss, denn aus

$$\begin{aligned} y^n F(x, y) &= y^n F[x, -(x+y)] = F[x^a, -(x^2 + xy + y^2) + x^2] = \\ &= F(a, b+k) = F(a, b) + k F'_b(a, b) + \frac{k^2}{2!} F''_b(a, b) + \text{etc.} \end{aligned}$$

folgt

$$\begin{aligned} F(a, b) &= F(xy, x^2) = x^n F(x, y) \\ (x^n - y^n) F(x, y) &= (x^2 + xy + y^2) \chi_1(x, y), \end{aligned}$$

d. h. dass in der Tat für  $n \not\equiv 0 \pmod{3}$   $F(x, y)$  mit  $x^2 + xy + y^2$  teilbar sein muss. Es wird also

$$(20) \quad F(x, y) = (x^2 + xy + y^2) \chi_2(x, y)$$

wo  $\chi_2(x, y)$  wieder den Bedingungen (19) unterliegt, d. h. gilt ausser  $n \not\equiv 0 \pmod{3}$  auch noch  $n-2 \not\equiv 0 \pmod{3}$ , so wird  $F(x, y)$  mit noch einem Faktor  $x^2 + xy + y^2$  teilbar und dann wird sicher  $n-4 \equiv 0 \pmod{3}$ . Danach lässt sich über die Teilbarkeit mit  $x^2 + xy + y^2$  nur dies aussagen: Kommt noch ein Faktor  $x^2 + xy + y^2$  in  $F(x, y)$  vor, so müssen so viele andere darin auftreten, dass

$$F(x, y) = (x^2 + xy + y^2)^{\varepsilon+3s} \chi_2(x, y)$$

wird, wo  $\varepsilon = 1$  oder  $2$  ist, jenachdem  $n \not\equiv 0$  und  $n-2 \equiv 0$  oder  $n \equiv 0$  und  $n-2 \not\equiv 0 \pmod{3}$  gleichzeitig gelten. Im Falle (18) oben findet man, wenn  $\lambda_1^2 + \lambda_1 + 1 = 0$  ist.

$$m = 6n - 1 \quad \lim_{\lambda=\lambda_1} \frac{(\lambda+1)^{6n-1} - \lambda^{6n-1} - 1}{\lambda^2 + \lambda + 1} = -(6n-1) \not\equiv 0$$

$$m = 6n + 1 \quad \lim_{\lambda=\lambda_1} \frac{(\lambda+1)^{6n+1} - \lambda^{6n+1} - 1}{(\lambda^2 + \lambda + 1)^2} = \frac{(6n+1)6n}{3!} \not\equiv 0$$

$$m = 3n \quad \lim_{\lambda=\lambda_1} (\lambda+1)^{3n} - \lambda^{3n} - 1 = -3 \not\equiv 0$$

d. h.

$$(x+y)^m = x^m + y^m + xy(x+y)(x^2 + xy + y^2)^\varepsilon \varphi_m(x, y) \quad (21)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0 \text{ für } m = 3n \\ \varepsilon &= 1 \text{ „ } m = 6n - 1 \\ \varepsilon &= 2 \text{ „ } m = 6n + 1 \end{aligned}$$

Die Bedingungen (19) ziehen auch folgende Eigenschaft mit sich. Die Polynome  $F(x, y)$  lassen sich mittels  $(x^2 + xy + y^2)^3$  und  $[xy(x+y)]^2$  und ganzzahliger Koeffizienten darstellen. Sei  $A_1$  der Koeffizient der höchsten Potenzen in  $x$  und  $y$ , so erhält man

$$F(x, y) - A_1 (x^2 + xy + y^2)^\varepsilon (x^2 + xy + y^2)^{3\varepsilon} = (x^2 + xy + y^2)^\varepsilon xy M_1(x, y)$$

Mittels der Substitution  $(y: -\overline{x+y})$  ergibt sich

$$xy M_1(x, y) = -x(x+y) M_1(x, -(x+y))$$

d. h.  $M_1(x, y)$  muss mit  $x+y$  und dann  $\frac{M_1(x, y)}{x+y}$ , weil es vom ungeraden Grade ist, noch mit  $x+y$  teilbar sein d. h.

$$F(x, y) - A_1 (x^2 + xy + y^2)^{\varepsilon+3\varepsilon} = (x^2 + xy + y^2)^\varepsilon [xy(x+y)]^2 H_1(x, y) \quad (22)$$

und allgemein, weil  $H_1(x, y)$  den Bedingungen (19) unterliegt,

$$H_v(x, y) - A_{v+1} (x^2 + xy + y^2)^{3(s-v)} = [xy(x+y)]^2 H_{v+1}(x, y) \quad (23)$$

wo die Konstanten  $A_v$  auch null sein können. Ausdrücke der  $A_v$  in  $\varphi_m(x, y)$  sind von MUIR in Quart. Journ. XVI und auch andere in Gestalt

$$A_v = m \cdot \frac{(m - 2v + 1) \dots (m - 6v - 1)}{2^{2(v-1)} \cdot 2v - 1!}$$

gegeben worden.

Aus

$$(\lambda+1)^p - \lambda^p - 1 = p\lambda(\lambda+1)(\lambda^2 + \lambda + 1)^\varepsilon \varphi_p(\lambda, 1) \quad (24)$$

können wir noch folgende Eigenschaft ablesen:  $\varphi_p(\lambda, 1)$  verhält sich relativ invariant gegenüber der Substitutionsgruppe

$$\lambda, \quad \frac{1}{\lambda}, \quad -(1+\lambda), \quad -\frac{1}{1+\lambda}, \quad -\frac{\lambda}{1+\lambda}, \quad -\frac{1+\lambda}{\lambda} \quad (25)$$

Für  $(\lambda^2 + \lambda + 1)^3 = K(\lambda)$  und  $[\lambda(\lambda+1)]^2 = L(\lambda)$  haben wir eben gesehen, dass  $\varphi_p(\lambda, 1) = \varphi_p(K, L)$  wird. Sei also  $\varphi_p(\lambda, 1) \equiv 0 \pmod{q}$  lösbar, dann erhält man

$$\phi_p(K, L) \equiv \prod_v (K + h_v L) \cdot \chi(K, L) \pmod{q}$$

wo die  $h_v$  Konstanten sind, und die Linearfaktoren

$$K(\lambda) + h_v L(\lambda) \equiv 0 \pmod{q}$$

die Eigenschaft haben, dass, sobald eine Wurzel  $\lambda \equiv \lambda_1$  gefunden worden ist, dann auch die übrigen mittels der Gruppeneigenschaft (25) gegeben sind. Man sage deshalb:  $K + h_v L$  ist die zu  $\lambda \equiv \lambda_1 \pmod{q}$  gehörige Gruppeninvariante mit der charakteristischen Invariantenkonstante  $h_v$ . Es kann natürlich  $\phi_p(K, L) \equiv 0 \pmod{q}$  in  $K$  und  $L$  lösbar sein, ohne dass damit  $\varphi_p(\lambda, 1)$  lösbar  $\pmod{q}$  zu sein braucht. Wir haben also die Kongruenz

$$(\lambda^2 + \lambda + 1)^3 + h_v [\lambda(\lambda + 1)]^2 \equiv 0 \pmod{q}$$

aufzulösen und setzen deshalb  $v = \frac{\lambda^2 + \lambda + 1}{\lambda}$  d. h.

$$\left(\frac{\lambda^2 + \lambda + 1}{\lambda}\right)^3 + h_v \left(\frac{\lambda^4 + 2\lambda^3 + \lambda^2}{\lambda^3}\right) \equiv v^3 + h_v(v + 1) \pmod{q}$$

D. h. das Lösen der Kongruenz

$$K(\lambda) + h_v L(\lambda) \equiv 0 \pmod{q} \quad (26)$$

reduziert sich in erster Linie zum Auflösen der Kongruenz des dritten Grades

$$v^3 + h_v v + h_v \equiv 0 \pmod{q} \quad (27)$$

die also drei Lösungen haben muss. Jetzt lässt sich aber umgekehrt zeigen, dass

in diesem Falle auch stets  $\frac{\lambda^2 + \lambda + 1}{\lambda} \equiv v_\mu \pmod{q}$  lösbar wird, denn aus

$$\begin{aligned} (\lambda^2 + \lambda + 1)^3 + h_v [\lambda(\lambda + 1)]^2 &\equiv [(\lambda^2 + \lambda + 1) - \lambda v_1] \cdot \\ &\cdot [(\lambda^2 + \lambda + 1) - \lambda v_2] [(\lambda^2 + \lambda + 1) - \lambda v_3] \pmod{q} \end{aligned}$$

ergibt die Subst.  $(\lambda : -\overline{1 + \lambda})$

$$[(\lambda^2 + \lambda + 1) - \lambda v_1] \dots \equiv [(\lambda^2 + \lambda + 1) + (\lambda + 1) v_1] \dots \pmod{q}$$

Aus  $\frac{\lambda^2 + \lambda + 1}{\lambda} \equiv v_\tau \pmod{q}$  erhält man sowohl  $\lambda \equiv \lambda_\tau$  wie  $\lambda \equiv \frac{1}{\lambda_\tau} \pmod{q}$

d. h.

$$\begin{aligned} (\lambda_\tau^2 + \lambda_\tau + 1) + (\lambda_\tau + 1) v_\mu &\equiv 0 \\ \left(\frac{1}{\lambda_\tau^2} + \frac{1}{\lambda_\tau} + 1\right) + \left(\frac{1}{\lambda_\tau} + 1\right) v_\rho &\equiv 0 \pmod{q} \end{aligned}$$

also

$$\lambda_\tau \cdot v_\rho \equiv v_\mu \pmod{q}$$

für

$$\lambda_\tau + 1 \not\equiv 0 \pmod{q}$$

Mit

$$v_1 + v_2 + v_3 \equiv 0 \pmod{q}$$

ersieht man, dass die aus  $v_i$  gebildeten  $\lambda_i$  die Gruppeneigenschaften haben. Wir haben also nur noch zuzusehen, ob jene  $\lambda$  Werte wirklich die quadratischen Kongruenzen lösen. So findet man beispielsweise aus

$$\left(\lambda - \frac{v_2}{v_3}\right) \left(\lambda - \frac{v_3}{v_2}\right) \equiv \lambda^2 - \lambda \left(\frac{v_2}{v_3} + \frac{v_3}{v_2}\right) + 1 \quad (q)$$

dass

$$\frac{v_2}{v_3} + \frac{v_3}{v_2} \equiv v_1 - 1 \quad (q)$$

gelten muss, denn setzen wir

$$H(v) \equiv v_2^3 + v_3^2 - v_1 v_2 v_3 + v_2 v_3 \quad (q)$$

so ergeben die Relationen

$$\begin{aligned} v_1 v_2 + v_1 v_3 + v_2 v_3 &\equiv +h_v \\ v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 &\equiv -2h_v \pmod{q} \end{aligned}$$

$$v_1 v_2 v_3 \equiv -h_v$$

$$H(v) \equiv -v_1^2 - 2h_v + h_v + v_2 v_3 \quad (q)$$

oder

$$-v_1 H(v) \equiv v_1^3 + h_v v_1 + h_v \equiv 0 \quad (q).$$

$$\left(\lambda - \frac{v_2}{v_3}\right) \left(\lambda - \frac{v_3}{v_2}\right) \equiv \lambda^2 + \lambda(1 - v_1) + 1 \pmod{q}$$

ist also gültig. Haben wir also die drei Lösungen zu (27) gefunden, dann wird auch eine  $\lambda$ -Lösung zu  $K(\lambda) + h_v L(\lambda) \equiv 0 \pmod{q}$  ohne folgende Quadratur gegeben.

Wir wollen für die Primzahlen  $q$  solche von der Form  $\omega = 2s_v p + 1$  wählen, denn sie besitzen folgende beachtenswerten Eigenschaften. Wenn nämlich  $\varphi_p(\lambda, 1) \equiv 0 \pmod{\omega}$  überhaupt lösbar ist oder

$$(\lambda + 1)^p - \lambda^p - 1 \equiv 0 \quad (\omega) \quad (28)$$

so gibt  $\lambda^p \equiv \alpha \pmod{\omega}$  die Kongruenz  $(\lambda + 1)^p \equiv \alpha + 1 \pmod{\omega}$  oder

$$\begin{aligned} \lambda^{2ps_v} &\equiv \alpha^{2s_v} \equiv 1 \\ (\alpha + 1)^{2s_v} &\equiv 1 \end{aligned} \quad (\omega) \quad (29)$$

Also löst  $\alpha$  die Kongruenz

$$(\alpha + 1)^{2s_v+1} - \alpha^{2s_v+1} - 1 \equiv 0 \quad (\omega) \quad (29')$$

was auch so ausgedrückt werden kann: die Gruppe, die (28) löst, muss zur  $p$ -ten Potenz erhoben wieder eine Gruppe  $\pmod{\omega}$  bilden, die selbst die Kongruenz (29') löst. Die Bedingungen (29) zeigen, dass  $\varphi_{2s_v+1}(\alpha, 1) \equiv 0$  und  $\varphi'_{2s_v+1}(\alpha, 1) \equiv 0 \pmod{\omega}$  gleichzeitig gelten müssen, d. h. dass  $\omega$  eine in ihrer Diskriminante liegende Primzahl ist. Dass solche Primzahlen existieren können, werden wir in den folgenden Beispielen sehen, die dann auch Beispiele der oben gegebenen, allgemeinen Theorie der Auflösung von Kongruenzen dritten Grades nach einem Primzahlmodulus liefern werden.



Beisp.  $(\lambda + 1)^{13} - \lambda^{13} - 1 \equiv 0 \pmod{157 = 12 \cdot 13 + 1}$

Hier wird  $\psi_{13}(K, L) = K + 2L$  und es gilt

$$v^3 + 2v + 2 \equiv 0 \pmod{157}$$

zu lösen. Mittels  $v \equiv m + n$  erhält man

$$\begin{aligned} m^3 &\equiv 54 \\ n^3 &\equiv -56 \end{aligned} \quad (157)$$

$$\begin{array}{ll} 1) m_1 \equiv 29 & 2) m_2 \equiv 34 \\ n_1 \equiv 9 & n_2 \equiv 40 \\ v_1 \equiv 38 & v_2 \equiv 74 \end{array}$$

d. h.

$$38 \cdot \lambda \equiv 74, \lambda \equiv 35 \pmod{157}$$

die Gruppe

$$\lambda \equiv 35, 9, -36, -48, +47, -10 \pmod{157}$$

ergebend, wo

$$\begin{aligned} 9^{13} &\equiv -13 \\ 10^{13} &\equiv -12 \end{aligned} \quad \text{etc.} \quad (157)$$

sind, und 12, -13 die Kongruenz  $\lambda^2 + \lambda + 1 \equiv 0$  und  $(\lambda + 1)^{13} - \lambda^{13} - 1 \equiv 0 \pmod{157}$ , wie es sein soll, lösen. Als ein lehrreicherer Beispiels wähle ich für  $\omega = 2 \cdot 17 \cdot 19 + 1 = 647$  die Kongruenz

$$(\lambda + 1)^{17} - \lambda^{17} - 1 \equiv 0 \pmod{647}$$

Man erhält

$$4 \psi_{17}(K, L) = 4(K^2 + 5KL + L^2) \equiv (2K + 5L)^2 - 21L^2 \equiv 0 \pmod{647}$$

d. h.

$$K^2 + 5KL + L^2 \equiv (K - 148L)(K + 153L) \pmod{647}$$

Die Kongruenz

$$(30) \quad v^3 + 153v + 153 \equiv 0 \pmod{647}$$

hat die Diskriminante

$$D \equiv -153^2(4 \cdot 153 + 27) \equiv 8 \cdot 153^2 \pmod{647}$$

woraus man, weil  $\left(\frac{D}{p}\right) = +1$  ist, ersieht, dass die Kongruenz drei Lösungen oder keine besitzt. Man erhält mittels  $v \equiv m + n$

$$\begin{aligned} m^3 + n^3 + 153 &\equiv 0 \\ 4mn + 153 &\equiv 0 \\ (mn)^3 &\equiv -16 \end{aligned} \quad (647)$$

$$\begin{aligned} m^6 - 494m^3 - 16 &\equiv 0 \\ (m^3 - 247)^2 &\equiv 207 \end{aligned} \quad (647) \quad (31)$$

weil  $\left(\frac{207}{647}\right) = -1$  und  $\left(\frac{-1}{647}\right) = -1$  sind, so lege ich den Körper  $K(i)$  zugrunde um (31) zu lösen. Aus  $259^2 \equiv -207 \pmod{647}$  folgt

$$\begin{aligned} m^3 &\equiv 247 + i259 \equiv \alpha & (647) \\ N(\alpha) &\equiv -16 \end{aligned}$$

d. h.

$$\begin{aligned} \beta &\equiv \frac{247 + 259i}{4i} \equiv -97 + 100i & (647) \\ N(\beta) &\equiv -1 \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} \beta^2 &\equiv \gamma \equiv 56 + 10i & (647) \\ N(\gamma) &\equiv 1 \end{aligned}$$

Um die Lösbarkeit der Kongruenz

$$z^3 \equiv 56 + 10i \quad (647) \tag{32}$$

zu prüfen haben wir zu untersuchen, inwieweit

$$(59 + 10i)^{\frac{648}{3 \cdot 4} = 54} \equiv 0 \pm i \quad (647)$$

gilt oder nicht. Das Rechnen gibt

$$\begin{aligned} U_1 &\equiv 56 \\ U_2 &\equiv 2 \cdot 56^2 - 1 \quad \equiv -199 \\ U_3 &\equiv 2 \cdot 199 \cdot 56 - 56 \equiv +301 \\ U_6 &\equiv 2 \cdot 301^2 - 1 \quad \equiv +41 \\ U_{12} &\equiv 2 \cdot 41^2 - 1 \quad \equiv +126 \\ U_{24} &\equiv 2 \cdot 126^2 - 1 \quad \equiv +48 \\ U_{48} &\equiv 2 \cdot 48^2 - 1 \quad \equiv +78 \end{aligned} \tag{647}$$

$$\begin{aligned} S_1 &\equiv 10 \\ S_2 &\equiv 2 \cdot 10 \cdot 56 + 0 \quad \equiv -174 \\ S_3 &\equiv -2 \cdot 56 \cdot 174 - 10 \equiv -88 \\ S_6 &\equiv -2 \cdot 88 \cdot 301 + 0 \equiv +78 \\ S_{12} &\equiv +2 \cdot 41 \cdot 78 + 0 \quad \equiv -74 \\ S_{24} &\equiv -2 \cdot 74 \cdot 126 + 0 \equiv +115 \\ S_{48} &\equiv 2 \cdot 48 \cdot 115 + 0 \quad \equiv +41 \end{aligned} \tag{647}$$

Die Werte oben zeigen, dass  $U_{48} + iS_{48} \equiv S_6 + iU_6$  (647) gilt d. h.  $(U_1 + iS_1)^{54} \equiv 0 + i$  (647), und damit das Kriterium der Lösbarkeit von (32) erfüllt. Um das Auflösen wirklich nach systematischer Methode durchzuführen, sollte man ähnlich wie C. Posse in Acta Math. Bd 35 es tut, verfahren. Weil aber  $648 = 3^4 \cdot 8$  die Potenz 3 in so hohem Grade enthält, wird das Verfahren, wie immer in derartigen Fällen, besonders verwickelt, weshalb ich lieber so vorgehe, dass ich, nachdem ein primitives  $U_1$ -Element gefunden worden ist, sukzessive  $U_3, U_6 \dots U_{3^v}$  durchrechne und zusehe, wann  $U_\tau \equiv 56$  hervorkommt. Als Hilfsformel gebrauche ich  $U_{3^v} \equiv (4U_v^3 - 3U_v)$  ( $\omega$ ) und prüfe darauf  $U_1 \equiv 4$  in seiner Primitivität.

$$\begin{aligned}
U_1 &\equiv 4 \\
U_2 &\equiv 2 \cdot 4^2 - 1 && \equiv + 31 \\
U_3 &\equiv 2 \cdot 4 \cdot 31 - 4 && \equiv + 244 \\
U_9 &\equiv 4 \cdot 244^3 - 3 \cdot 244 && \equiv - 19 \\
U_{27} &\equiv -4 \cdot 19^3 + 3 \cdot 19 && \equiv - 205 \\
U_{81} &\equiv -4 \cdot 205^3 + 3 \cdot 205 && \equiv - 18 \\
U_6 &\equiv 2 \cdot 244^2 - 1 && \equiv 23 \\
U_{18} &\equiv 2 \cdot 19^2 - 1 && \equiv 74 \\
U_{54} &\equiv 2 \cdot 205^2 - 1 && \equiv - 61 \\
U_{162} &\equiv 2 \cdot 18^2 - 1 && \equiv 0
\end{aligned} \tag{647}$$

zeigend dass  $U_1 \equiv 4$  wirklich primitiv ist. Danach erhält man die Wertreihe

$$\begin{aligned}
U_{12} &\equiv 2 \cdot 23^2 - 1 && \equiv - 237 \\
U_{15} &\equiv 2 \cdot 237 \cdot 244 + 19 && \equiv 176 \\
U_{18} &\equiv 4 \cdot 23^3 - 3 \cdot 23 && \equiv 74 \\
U_{21} &\equiv 2 \cdot 74 \cdot 244 - 176 && \equiv - 296 \\
U_{24} &\equiv 2 \cdot 237^2 - 1 && \equiv - 241 \\
U_{27} &\equiv -4 \cdot 19^3 + 3 \cdot 19 && \equiv - 205 \\
U_{30} &\equiv -2 \cdot 205 \cdot 244 + 241 && \equiv - 161 \\
U_{33} &\equiv -2 \cdot 161 \cdot 244 + 205 && \equiv - 76 \\
U_{36} &\equiv -2 \cdot 76 \cdot 244 + 161 && \equiv - 48 \\
U_{39} &\equiv -2 \cdot 48 \cdot 244 + 76 && \equiv - 56
\end{aligned} \tag{647}$$

und

$$\begin{aligned}
S_1 &\equiv 192 && \equiv 192 \\
S_3 &\equiv 3 \cdot 192 - 4 \cdot 192^3 && \equiv - 197 \\
S_6 &\equiv -2 \cdot 197 \cdot 244 + 0 && \equiv 267 \\
S_{12} &\equiv 2 \cdot 267 \cdot 23 + 0 && \equiv - 11
\end{aligned} \tag{647}$$

d. h.

$$U_{13} + i S_{13} \equiv (4 + i 192) (-237 - i 11) \equiv -130 - i 258 \tag{647}$$

Als Kontroll mag  $4 \cdot 130^3 - 3 \cdot 130 \equiv 56$  (647) gelten.

Durch Lösen von

$$(x + iy)^2 \equiv 130 + i 258 \tag{647}$$

ergibt sich

$$\begin{aligned}
x &\equiv 250 \\
y &\equiv -147
\end{aligned} \tag{647}$$

weil  $(-165i)^3 \equiv 4i$  (647) ist, so ergibt sich eine Lösung der anfänglichen Kongruenz

$$m^3 \equiv 247 + i 259 \tag{647}$$

aus

$$m \equiv (-165 \cdot 250i - 165 \cdot 147) \tag{647}$$

Die übrigen werden nach Multiplikation mit  $E_3$  und  $E_3^2$ , wo das  $U$ -Element  $\equiv -\frac{1}{2}$  ist, gefunden. Die Bestimmung des  $S_3$  erfordert doch das Auflösen einer quadratischen Kongruenz. Man bestimme deshalb  $v_1 \equiv -2 \cdot 165 \cdot 147 \equiv 15$  (647), woraus

$$v^3 + 153 v + 153 \equiv (v - 15) (v^2 + 15 v + 378) \quad (647)$$

hervorgeht, und die übrigen beiden Wurzeln aus

$$4(v^2 + 15 v + 376) \equiv (2v + 15)^2 - 7 \equiv 0 \quad (647)$$

$$2v \equiv -15 \pm 268$$

d. h.

$$\begin{aligned} v_2 &\equiv -197 \\ v_3 &\equiv +182 \end{aligned} \quad (647)$$

Daraus wird dann ein Gruppenelement  $\lambda$  auf folgende Weise gewonnen

$$\begin{aligned} 15 \cdot \lambda &\equiv -197 \equiv 450 \\ \lambda &\equiv 40 \end{aligned} \quad (647)$$

d. h. die lösende Gruppe zu  $K + 153 L \equiv 0$  (647) ist

$$\lambda \equiv 30, 151, -31, -167, 166, -152 \quad (647)$$

und lassen sich die Kongruenzen

$$\begin{aligned} 30^{17} &\equiv 103 & -31^{17} &\equiv -104 & 166^{17} &\equiv 55 \\ 151^{17} &\equiv -201 & -167^{17} &\equiv -56 & -152^{17} &\equiv 200 \end{aligned} \quad (647)$$

die wieder eine Gruppe bilden, bestätigen. Weil offenbar

$$\begin{aligned} 103^{38} &\equiv 1 \\ 104^{38} &\equiv 1 \end{aligned} \quad \text{etc.} \quad (467)$$

gelten, so löst die letzte Gruppe, wie es sein soll, die Kongruenz

$$(\lambda + 1)^{39} - \lambda^{39} - 1 \equiv 0 \quad (647)$$

Was der zweite Faktor in  $\phi_{17}(K, L) : K - 148 L$  betrifft, so wird die Diskriminante der Gleichung

$$v^3 - 148 v - 148 \equiv 0 \quad (647)$$

$\equiv -148^2 \cdot 82$  und quadratischer Nicht-Rest (mod 647), d. h. die Kongruenz hat nur eine Lösung in  $v$  und  $K - 148 L \equiv 0$  (647) keine in  $\lambda$ .

Nachdem die kubischen Kongruenzen nach einem Primzahlmodulus mit Hülfe quadratischer Zahlkörper erledigt worden sind, werden wir im folgenden Abschnitte sehen, wie die kubischen Zahlkörper zur Bestimmung des Charakters der Lösungen der bikvadratischen Kongruenzen angewandt werden können.

Bezeichnen wir mit  $\alpha_v \equiv a_v + b_v \rho + c_v \rho^2$  ( $p$ ) (wo  $a_v$ ,  $b_v$  und  $c_v$  ganze Zahlen sind,  $\rho^3 = \tau$  gilt und  $\tau$  ein kubischer Nicht-Rest, also  $p = 6n + 1$  ist) eine Zahl im kubischen Körper  $K(\tau^{1/3})$ , so können analoge Sätze wie im vorigen Teil aufgestellt und bewiesen werden, indem man nur beachte, dass  $p^2 + p + 1$  statt  $p + 1$  tritt, denn aus  $\alpha_v^p \equiv a_v^p + \rho^p \cdot b_v^p + \rho^{2p} c_v^p$  ( $p$ ) folgt, weil  $\rho^p \equiv \tau^{1/3} \cdot \tau^{\frac{p-1}{3}} \equiv \tau^{1/3} \cdot \chi$ ,  $\chi^3 \equiv 1$  ( $p$ ) ist,  $\alpha_v^p \equiv a_v + b_v \chi \tau^{1/3} + c_v \chi^2 \tau^{2/3}$  ( $p$ ) und  $\alpha_v^{p^2} \equiv a_v + b_v \chi^2 \tau^{1/3} + c_v \chi \tau^{2/3}$  ( $p$ ) d. h.  $\alpha_v^{p^2+p+1} \equiv N(\alpha_v) \equiv k \equiv a_v^3 + b_v^3 \tau + c_v^3 \tau^2 - 3 a_v b_v c_v \tau$  ( $p$ ). Auch kann die Lösung einer Kon-



Kongruenz  $z^n \equiv \alpha_v \pmod{p}$ ,  $N(\alpha_v) \equiv k$  immer zu  $x^m \equiv E_v$ ,  $N(E_v) \equiv 1 \pmod{p}$  reduziert werden, denn sind  $\mu$  und  $\tau$  zwei ganze Zahlen, die Nicht-Reste sind d. h.  $\mu^{\frac{p-1}{3}} \equiv \chi \not\equiv 1 \pmod{p}$  so folgt, dass entweder  $(\mu\tau)^{\frac{p-1}{3}}$  oder  $(\mu\tau^2)^{\frac{p-1}{3}} \equiv 1 \pmod{p}$  gelten. Aus  $k \equiv \tau^3 k_1^3 \pmod{p}$  ergibt sich dann ohne weiteres  $N\left(\frac{\alpha_v}{\rho^3 k_1}\right) \equiv 1 \pmod{p}$ , was gezeigt werden sollte. Es kommen also hier ganz analoge Verhältnisse wie bei den quadratischen Körpern vor, und es bleibt nur noch zu untersuchen, wie primitive Einheiten und Rekursionsformeln der  $a_v$ ,  $b_v$  und  $c_v$  gefunden werden können. Dabei wird es aber angemessen sein, die Sache von irgend etwas anderen Gesichtspunkte aus als im vorigen Abschnitte anzusehen, um die wirkliche Bedeutung der Rekursionsformeln beurteilen zu können. Es ist nämlich klar, dass jede bestimmte Einheit  $(\text{mod } p)$  in  $K(\tau^{1/3})$  einer bestimmten  $(\text{mod } p)$  irreduziblen Kongruenz vom dritten Grade als Lösung zugeordnet werden kann. Ist die gegebene Einheit  $E_v \equiv a_v + b_v \rho + c_v \rho^2 \pmod{p}$ , wo  $\rho^3 \equiv \tau \pmod{p}$  ist, so kann die zugehörige irreduzible Kongruenz so geschrieben werden

$$(32) \quad z^3 - 3a_v z^2 - 3(b_v c_v \tau - a_v^2) z - 1 \equiv 0 \pmod{p}.$$

Umgekehrt findet man von (32) ausgehend bestimmte Einheiten in jedem Körper  $K(\tau^{1/3}) \pmod{p}$ , denn setzen wir (32) wie gewöhnlich in Gestalt

$$x^3 + Ax + B \equiv 0 \pmod{p}$$

so ergibt  $x \equiv m + n$

$$\begin{aligned} m^3 + n^3 + B &\equiv 0 \\ 3mn + A &\equiv 0 \\ m^3 &\equiv C \\ n^3 &\equiv D \end{aligned} \pmod{p}$$

wo  $C$  und  $D$  kubische Nicht-Reste sind, und also mittels eines kubischen Nicht-Restes  $\tau$  gelöst werden können. Allgemein können  $3a$ ,  $3(b\tau - a^2)$ ,  $a^3 + b^3\tau + c^3\tau^2 - 3abc\tau \equiv k \pmod{p}$  also als Invarianten kubischer Körper  $(\text{mod } p)$  von dem Gesichtspunkte aus angesehen werden, dass Zahlen aus verschiedenen Körpern, die jene Ausdrücke  $(\text{mod } p)$  kongruent haben, sämtlich dieselbe irreduzible Kongruenz vom dritten Grade satisfizieren. Da die Einheiten mittels Potenzierung auseinander gewonnen werden, so kann man natürlich von (32) ausgehend in bekannter Weise neue Kongruenzen bilden, die Potenzen von Einheiten zu (32) als Lösungen  $(\text{mod } p)$  haben, d. h. jene Kongruenzen können die Einheiten auch in ihrer Primitivität vertreten, indem es niemals möglich wird aus einer Kongruenz mit nicht primitiver Einheit mittels Koeffizientenbildung in eine Kongruenz mit primitiver Einheit überzugehen. Es wird sich aber zeigen, dass diese Methode doch nicht vorzuziehen ist, sondern vielmehr eine mittels Rekursionsformeln sukzessive Berechnung der  $a_v$ ,  $b_v$  und  $c_v$ , die infolge der Symmetrie besonders leicht in einem ganz bestimmten Körper  $K(\tau^{1/3})$  ausgeführt werden kann. Dann geht man nach Belieben mittels der Invarianten zu den zugeordneten Kongruenzen  $(\text{mod } p)$  über. Es sei noch bemerkt, dass man

also  $\frac{p^2 + p + 1}{3} \pmod{p}$  verschiedene irreduzible Kongruenzen vom dritten Grade

hat, denn die Zahl der nicht konjugierten Einheiten ist die nämliche. Wir werden also jetzt dazu übergehen Rekursionsformeln aufzustellen und setzen deshalb  $3a = x$ ,  $3(bc\tau - a^2) = y$ , dann gilt allgemein

$$z^{i+2} \equiv x \cdot z^{i+1} + y z^i + z^{i-1} \pmod{p}$$

Setzen wir  $z^i \equiv a_i + b_i \rho + c_i \rho^2 \pmod{p}$ , so haben wir ohne weiteres die gesuchten Rekursionsformeln unter vier einander folgenden Elementen

$$\begin{aligned} a_{i+2} &\equiv x a_{i+1} + y a_i + a_{i-1} \\ b_{i+2} &\equiv x b_{i+1} + y b_i + b_{i-1} \\ c_{i+2} &\equiv x c_{i+1} + y c_i + c_{i-1} \end{aligned} \pmod{p} \quad (34)$$

Sie sind natürlich auch direkt aus  $(a_1 + b_1 \rho + c_1 \rho^2)(a + b \rho + c \rho^2) \equiv a_2 + b_2 \rho + c_2 \rho^2 \pmod{p}$  d. h.

$$\begin{aligned} a_2 &\equiv a_1 a + b_1 c\tau + c_1 b\tau \\ b_2 &\equiv a_1 b + b_1 a + c_1 c\tau \\ c_2 &\equiv a_1 c + b_1 b + c_1 a \end{aligned} \pmod{p} \quad (34')$$

durch fortgesetzte Elimination zu gewinnen. In (34') repräsentieren  $a, bc\tau - a^2, a^3 + b^3\tau + c^3\tau^2 - 3abc\tau$  alle überhaupt möglichen Hauptdeterminanten der Substitutionsdeterminante. Aus (34') folgt für  $a \equiv a_1$  etc., dass

$$\begin{aligned} a_2 &\equiv a^2 + 2bc\tau \\ b_2 &\equiv c^2\tau + 2ab \\ c_2 &\equiv b^2 + 2ac \end{aligned} \pmod{p}$$

dann und nur dann in  $a, b, c \pmod{p}$  lösbar sind, wenn in  $a_2^3 + b_2^3\tau + c_2^3\tau^2 - 3a_2b_2c_2\tau \equiv k$ ,  $k$  quadratischer Rest  $\pmod{p}$  wird. Es sei noch bemerkt, dass für beliebige  $A, B$  und  $C$  nicht alle  $\equiv 0 \pmod{p}$  und  $\tau$  kubischer Nicht-Rest  $\pmod{p}$  die Form  $A^3 + B^3\tau + C^3\tau^2 - 3ABC\tau$  immer  $\not\equiv 0 \pmod{p}$  ausfallen muss, d. h. dass jene Form nur solche Teiler  $p = 6n + 1$  enthalten kann, für die  $\tau \pmod{p}$  kubischer Rest wird.

In den Formeln (34) kann man auch Elemente von der Natur  $a_{m(i+2)}, a_{m(i+1)}$  etc. einführen, womit ein schnellerer Fortgang beim Rechnen erzielt wird. Nach Elimination erhält man

$$M_i \equiv r_i(x, y) M_3 + s_i(x, y) M_2 + t_i(x, y) M_1 \pmod{p} \quad (35)$$

wo statt  $M_i$   $a_i, b_i$  oder  $c_i$  gesetzt werden können. Die Formel (35) lässt sich aber in einer weniger symmetrischen Form darstellen, indem man beachtet, dass

$$z_3 \equiv x z_2 + y z_1 + 1 \pmod{p}$$

zu den folgenden Kongruenzen Anlass gibt

$$\begin{aligned} a_3 &\equiv 1 + x a_2 + y a_1 \\ b_3 &\equiv x b_2 + y b_1 \\ c_3 &\equiv x c_2 + y c_1 \end{aligned} \pmod{p}$$

die leicht direkt berechnet werden können. Setzen wir also

$$r_i(x, y)x + s_i(x, y) = m_i(x, y)$$

$$r_i(x, y)y + t_i(x, y) = n_i(x, y)$$

so ergibt sich

$$(36) \quad \begin{aligned} b_i &\equiv m_i(x, y)b_2 + n_i(x, y)b_1 \\ c_i &\equiv m_i(x, y)c_2 + n_i(x, y)c_1 \end{aligned} \quad (p).$$

Aus dem Kriterium der Lösbarkeit von  $z^m \equiv \alpha_v(p)$ , wo  $m$  Teiler in  $p^2 + p + 1$  ist,

nämlich  $\alpha_v^{\frac{p^2+p+1}{m}} \equiv k(p)$  folgt, dass also gleichzeitig

$$\begin{aligned} \frac{b_{\frac{p^2+p+1}{m}}}{m} &\equiv 0 \\ \frac{c_{\frac{p^2+p+1}{m}}}{m} &\equiv 0 \end{aligned} \quad (p)$$

bestehen müssen. Weiter sieht man ein, dass alle Einheiten die Kongruenzen  $\frac{b_{\frac{p^2+p+1}{3}}}{3} \equiv 0 \equiv \frac{c_{\frac{p^2+p+1}{3}}}{3}(p)$  satisfizieren. Weil aber

$$\begin{vmatrix} b_2 & b_1 \\ c_2 & c_1 \end{vmatrix} \equiv c^3\tau - b^3 \not\equiv 0(p)$$

ist, so werden, ähnlich wie bei den kvadratischen Körpern aus  $S_{\frac{p+1}{2}}(x)$ , hier sämtliche Einheiten aus

$$(37) \quad \begin{aligned} \frac{m_{\frac{p^2+p+1}{3}}(x, y)}{3} &\equiv 0 \\ \frac{n_{\frac{p^2+p+1}{3}}(x, y)}{3} &\equiv 0 \end{aligned} \quad (p)$$

gewonnen. Die Rekursionsformeln für  $r_i(x, y)$ ,  $s_i(x, y)$  und  $t_i(x, y)$  sind die nämlichen wie für  $a_i$  etc. Ein expliziter Ausdruck der Formeln (37) wird aber vielleicht nicht so leicht hervorzustellen und vermutlich am besten mittels Determinantensätze. Betreffs der Teilbarkeit lassen sich wohl  $\frac{m_{\frac{p^2+p+1}{3}}(x, y)}{3}$  und  $\frac{n_{\frac{p^2+p+1}{3}}(x, y)}{3}$  nach

Teilern in  $p^2 + p + 1$  nicht nur (mod  $p$ ), sondern auch sonst in Faktoren von  $x$  und  $y$  zerlegen. Um die Parallelität mit den kvadratischen Körpern noch weiter zu verfolgen, wird es zweckmässig sein, die Einheiten immer in ihrer invarianten Form  $E_{p^2+p+1}(x, y)$ , wo  $x \equiv 3a$ ,  $y \equiv 3(bct - a^2)$  sind, zu schreiben.

Nachdem wir so gesehen haben, dass die Theorie der kubischen Körper im grossen und ganzen wie bei den kvadratischen Körpern begründet werden kann, wollen wir zusehen, wie sie dazu dienen kann, eine Auflösung der bikvadratischen Kongruenzen zu ermitteln.

Zu diesem Zwecke brauchen wir nur die allgemeine, bekannte Auflösungs-methode benutzen. Aus  $\psi_1(x) \equiv x^4 + ax^2 + bx + c \equiv 0$  erhält man bekanntlich

die kubische Resolvente  $\phi_2(x) \equiv x^3 + 2ax^2 + (a^2 - 4c)x - b^2 \equiv 0$ , die mittels der Wurzeln  $\mu_1^2, \mu_2^2, \mu_3^2$  gelöst wird. Dann werden die Wurzeln der bikvadratischen Gleichung  $2\alpha \equiv \mu_1 + \mu_2 + \mu_3$  etc. ( $p$ ). Ehe ich eine Diskussion der Wurzeln im allgemeinen Falle durchführe, will ich ein einfaches Beispiel vorausschicken.

Beisp.  $x^4 - 9x^2 - x - 3 \equiv 0 \quad (19)$

Die Resolvente wird

$$\begin{aligned} z^3 + z^2 - 2z - 1 &\equiv 0 & z &\equiv y + 6 \\ y^3 + 4y - 8 &\equiv 0 \\ m^3 + n^3 - 8 &\equiv 0 \\ 3mn - 15 &\equiv 0 \\ m^3 &\equiv -5 \\ n^3 &\equiv -6 \end{aligned} \quad (19)$$

die in  $K(2^{1/3})$  gelöst werden können. Man erhält dann

$$\begin{aligned} m_1 &\equiv 4 \cdot 2^{1/3} & z_1 &\equiv 6 + 4 \cdot 2^{1/3} + 3 \cdot 2^{2/3} \\ n_1 &\equiv 3 \cdot 2^{2/3} \end{aligned} \quad (19) \quad (38)$$

Um die Wurzeln der bikvadratischen Kongruenz zu bekommen, muss  $\xi^2 \equiv 6 + 4 \cdot 2^{1/3} + 3 \cdot 2^{2/3}$  (19) gelöst werden. Dass dies auch im allgemeinen Falle stets möglich ist, sieht man daraus, dass in  $\phi_2(x)b^2$  doch immer quadratischer Rest sein muss, und ist also das Kriterium der Lösbarkeit erfüllt. Im obigen Falle ist  $N(z) \equiv 1$  (19) und die Reduktion zu einer Einheit nicht nötig. Wie ohne weiteres hervorgeht ist  $\xi \equiv (6 + 4 \cdot 2^{1/3} + 3 \cdot 2^{2/3})^{\frac{19^2+19}{2}+1}$  (19) eine Lösung der quadratischen Kongruenz. Setzen wir also  $a_1 \equiv 6$ ,  $b_1 \equiv 4$ ,  $c_1 \equiv 3$  so gilt es  $a_{191}$ ,  $b_{191}$  und  $c_{191}$  zu berechnen, und ich gebe die folgenden Werte

$$\begin{aligned} a_3 &\equiv 5 & a_6 &\equiv 0 & a_{12} &\equiv 9 & a_{24} &\equiv -2 \\ b_3 &\equiv -1 & b_6 &\equiv 4 & b_{12} &\equiv -1 & b_{24} &\equiv 0 \\ c_3 &\equiv -8 & c_6 &\equiv -3 & c_{12} &\equiv -3 & c_{24} &\equiv 4 \\ \\ a_{48} &\equiv 4 & a_{96} &\equiv 1 & a_{192} &\equiv 2 \\ b_{48} &\equiv -6 & b_{96} &\equiv 8 & b_{192} &\equiv -4 \\ c_{48} &\equiv +3 & c_{96} &\equiv 3 & c_{192} &\equiv -6 \end{aligned} \quad (19)$$

Mit den Formeln (34') ergibt sich dann

$$\begin{aligned} 6a_{191} + 4 \cdot 2 & & c_{191} + 3 \cdot 2 & & b_{191} &\equiv 2 \\ 6b_{191} + 4 & & a_{191} + 3 \cdot 2 & & c_{191} &\equiv -4 \\ 6c_{191} + 4 & & b_{191} + 3 & & a_{191} &\equiv -6 \end{aligned} \quad (19)$$

d. h.

$$\begin{aligned} a_{191} &\equiv -2 \\ b_{191} &\equiv +2 & (19) & \xi_1 &\equiv -2 + 2 \cdot 2^{1/3} + 5 \cdot 2^{2/3} & (19) \\ c_{191} &\equiv +5 \end{aligned}$$



und  $\xi_2 \equiv -2 - 5 \cdot 2^{1/3} - 2 \cdot 2^{2/3}$ ,  $\xi_3 \equiv -2 + 3 \cdot 2^{1/3} - 3 \cdot 2^{2/3}$  (19), weil  $7^3 \equiv 1$  (19) ist. Also werden die Wurzeln der bikvadratischen Gleichung  $2\alpha \equiv \xi_1 + \xi_2 + \xi_3$  etc. d. h.

$$\begin{aligned}\alpha &\equiv -3 \\ \beta &\equiv 1 + 2 \cdot 2^{1/3} + 5 \cdot 2^{2/3} \\ \gamma &\equiv 1 - 5 \cdot 2^{1/3} - 2 \cdot 2^{2/3} \\ \delta &\equiv 1 + 3 \cdot 2^{1/3} - 3 \cdot 2^{2/3}\end{aligned} \quad (19)$$

Wir sehen also, dass in dem Falle, wo die kubische Resolvente für  $p = 6n + 1$  in  $K(\tau^{1/3})$  lösbar wird, hat die bikvadratische Gleichung eine Wurzel in  $K(1)$  und drei in  $K(\tau^{1/3})$ .

Im Falle  $p = 6n - 1$  genügen noch nicht die angegebenen Hilfsmittel, denn die kubische Resolvente muss in einem Relativkörper zu  $K(\sqrt[3]{A})$ ,  $\left(\frac{A}{p}\right) = -1$ , mit dem Relativgrade 3 gelöst werden. Beim Auflösen der kubischen Resolvente erhält man nämlich Kongruenzen wie

$$\begin{aligned}m^3 &\equiv a + b\sqrt[3]{A} \\ n^3 &\equiv a - b\sqrt[3]{A}\end{aligned} \quad (p)$$

die kubische Nicht-Reste sind, weil die Resolvente nicht lösbar in  $K(1)$  vorausgesetzt wurde. Nehmen wir dann in  $K(A^{1/3})$  beispielsweise eine Einheit  $\rho \equiv M + N\sqrt[3]{A}$ , die kubischer Nicht-Rest ist d. h.  $\rho^{\frac{p+1}{3}} \equiv \varepsilon_3$ ,  $\varepsilon_3^3 \equiv 1$  (p). Für  $N(a + b\sqrt[3]{A}) \equiv k_1^3$  (p) möge  $\alpha^{\frac{p+1}{3}} \equiv (a + b\sqrt[3]{A})^{\frac{p+1}{3}} \equiv k_1 \varepsilon_3$  oder  $k_1 \varepsilon_3^2$  (p) sein, und dann beispielsweise  $y^3 \equiv \rho \alpha$  (p) in  $K(A^{1/3})$  lösbar d. h.  $y \equiv c + d\sqrt[3]{A}$  (p) werden, so wird

$$\left(\frac{c + d\sqrt[3]{A}}{\rho^{1/3}}\right)^3 \equiv a + b\sqrt[3]{A} \quad (p).$$

Für  $\rho^{1/3} = \delta$  erhält man

$$m_1 \equiv \frac{\delta^2(c + d\sqrt[3]{A})}{M + N\sqrt[3]{A}} \equiv \delta^2(c + d\sqrt[3]{A})(M - N\sqrt[3]{A}) \quad (p)$$

woraus für

$$\delta^3 \equiv \rho \equiv M + N\sqrt[3]{A} \text{ und } N \cdot N_1 \equiv 1 \quad (p)$$

$$\begin{aligned}m_1 &\equiv \bar{\delta}(c + d\sqrt[3]{A})(\delta\bar{\delta})^2 \equiv c\bar{\delta} - dMN_1\bar{\delta} + N_1d\bar{\delta}\delta^3 \\ n_1 &\equiv \equiv c\delta - dMN_1\delta + N_1d\delta\bar{\delta}^3\end{aligned} \quad (p)$$

hervorgehen und also

$$z_1 \equiv m_1 + n_1 \equiv (c - dMN_1)(\delta + \bar{\delta}) + N_1d(\delta^2 + \bar{\delta}^2)$$

Setzen wir noch

$$\delta + \bar{\delta} \equiv \sigma, \quad \delta^2 + \bar{\delta}^2 \equiv \sigma^2 - 2 \quad (p)$$

so ergibt sich schliesslich

$$z_1 \equiv -2N_1 d + (c - dMN_1)\sigma + N_1 d\sigma^2 \quad (p) \quad (39)$$

wo  $d$ ,  $N_1$  und  $(c - dMN_1)$  in  $K(1)$  liegen. Es gilt also nur noch die Kongruenzen  $z_1 \equiv z_1 \pmod{p}$  wirklich aufzulösen, wozu doch eigentlich eine Begründung höherer Zahlkörper und einfacherer Relativkörper erforderlich wäre. Per Analogie kann doch erraten werden, dass sie unter ähnlichen Umständen wie oben gelöst werden können. Man sieht auch leicht ein, wie die Rechnung fortschreiten wird, wenn sie sich auch komplizierter gestaltet.

Jetzt gestaltet sich die Diskussion der Wurzeln einer bikvadratischen Kongruenz nach einem Primzahlmodulus, weil die bikvadratische Gleichung und ihre Resolvente dieselbe Diskriminante haben, auf folgende Weise.

$\left(\frac{D}{p}\right) = +1$ , und die kubische Resolvente hat drei Lösungen in  $K(\tau^{1/3})$  und  $K(\sigma)$  respektive, die dazu kvadratische Reste  $(\bmod p)$  sein müssen. Dann hat die bikvadratische Kongruenz eine Lösung in  $K(1)$  und drei in  $K(\tau^{1/3})$  oder  $K(\sigma)$ , je nachdem  $p = 6n + 1$  oder  $6n - 1$  ist.

$\left(\frac{D}{p}\right) = +1$ , und die kubische Resolvente hat drei Lösungen in  $K(1)$ , die dann entweder alle Reste sind oder auch nur eine und dann die übrigen beiden Nicht-Reste. Im ersteren Falle hat die bikvadratische Kongruenz vier Wurzeln in  $K(1)$  und im letzteren in  $K(A^{1/3})$ .

$\left(\frac{D}{p}\right) = -1$ . Die kubische Resolvente hat eine Wurzel in  $K(1)$  und zwei in  $K(A^{1/3})$ . Sind sie kvadratische Reste, dann hat die bikvadratische Kongruenz zwei Lösungen in  $K(1)$  und zwei in  $K(A^{1/3})$ . Sind sie aber kvadratische Nicht-Reste, dann hat die bikvadratische Kongruenz vier Lösungen in einem Körper  $K(A^{1/3})$  oder in  $K(\rho^{1/3})$ , einen Relativkörper zu  $K(A^{1/3})$ , je nachdem  $p = 4n + 1$  oder  $4n + 3$  ausfällt.

Damit sind alle Fälle einer bikvadratischen Kongruenz berücksichtigt worden.



# STUDIER

ÖVER

## TRÅDLIKA PROTOPLASMABILDNINGAR I VÄXTCELLERNA

---

ETT BIDRAG TILL KÄNNEDOMEN OM PROTOPLASMATS  
STRUKTUR OCH KONFIGURATION

(MIT DEUTSCHEM RESUMÉ)

AV

ÅKE ÅKERMAN

---

MED 28 TEXTFIGURER

---

LUND

C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG

OTTO HARRASSOWITZ



Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet d. 18 maj 1915.

LUND 1915  
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

Föreliggande avhandling utgör resultatet av vissa undersökningar angående protoplasmats struktur och konfiguration, med vilka jag under de sista åren varit sysselsatt.

Ursprungligen avsågo dessa undersökningar blott att vinna en mera ingående kännedom om de av LIDFORSS (1908) beskrivna kinoplasmastrukturernas förekomst och betydelse. Bland annat var det min mening att försöka fastställa, huruvida de mellan kromatofererna uppträdande kinoplasmatrådarna vid kloroplasternas lägesförändringar förhöllo sig på samma sätt, som de av KNOLL (1908) samt LINSBAUER och ABRANOWICZ (1909) närmare studerade trådstrukturerna hos *Funaria hygrometrica*. Vid de undersökningar, som jag med anledning härav företog, lyckades jag emellertid snart i åtskilliga fall konstatera vissa fakta, vilka erbjödo en principiell avvikelse mot en del av de av LIDFORSS lämnade uppgifterna rörande de kinoplasmatiska förbindelsestrådarnas förhållande till cellkärna, kärnmembran och hyaloplasma.

Enligt LIDFORSS (s. 31 ff.) skulle ju de omtalade kinoplasmastrukturerna vara antingen direkta utskott från cellkärnan eller dess membran eller också representera i cytoplasmat förekommande trådar, som voro bildade av en med kärnmembranen identisk eller närbesläktad substans.

Hos de av mig närmare undersökta växterna stodo verkliga kärnutskott emellertid trots ivriga efterforskningar icke att upptäcka. Visserligen förekom i många fall ett ofta rikt förgrenat nätverk av trådlika bildningar, av vilka en del ansatte vid cellkärnan, men dessa visade sig vid noggrann undersökning vara »vanliga» plasmasträngar av sedan länge välbekant slag (se t. ex. HOFMEISTER 1867, s. 35—39).

För att vinna fullständig klarhet rörande de kinoplasmatiska kärnutlöparnas natur syntes mig dock ett större antal undersökningar av nöden. Med anledning härav beslöt jag i samråd med professor LIDFORSS, att åtminstone tills vidare uppskjuta mina ursprungligen planlagda arbeten och påbörjade i stället en serie morfologiska undersökningar över s. k. kinoplasmatiska kärnutlöpare och förbindelsestrådar. För dessa studier redogöres närmare i detta arbetes första del.

Dessa undersökningar företogs till en mycket stor del under professor LIDFORSS egen ledning och voro i alla väsentliga delar avslutade redan våren 1913, då de viktigare resultaten jämte resultaten av en del andra undersökningar över pro-

toplasmats struktur, sammanfattades till en ganska utförlig, icke offentliggjord licentiatavhandling, som av professor LIDFORSS själv granskades och godkändes.

Hos alla då undersökta växter hade jag endast vunnit fullkomlig bekräftelse på riktigheten av mina egna nyss nämnda iakttagelser angående de s. k. kinoplasmatiska kärnutlöparnas natur. Nya undersökningar av ett större material hava, såsom vi i det följande skola se, givit samma resultat.

I samband med mina experimentella undersökningar över de kinoplasmatiska förbindelsestrådarnas roll vid kloroplasternas rörelser, blev jag också i tillfälle att göra en del iakttagelser rörande protoplasmats struktur och konfiguration under olika yttre betingelser. Då dessa iakttagelser delvis syntes mig ganska intressanta och då systematiskt genomförda fysiologiska undersökningar häröver ännu icke föreligga, ehuru önskvärdheten därav från åtskilliga håll påpekats, beslöt jag efter någon tid att kombinera mina ovan omnämnda kinoplasmastudier med experimentella undersökningar av protoplasmats struktur och konfiguration.

I detta arbete (del II) redogöres emellertid blott för de undersökningar, som behandlat protoplasmats konfigurationsförändringar. En del andra till stor del i Leipzig under professor PFEFFERS ledning företagna undersökningar över protoplasmats struktur komma först senare att på annat ställe offentliggöras.

---

Till min mångårige vän och lärare Professor BENGT LIDFORSS, som givit mig det första uppslaget till dessa undersökningar, står jag i stor tacksamhetsskuld för en aldrig svikande vänskap och för det intresse, med vilket han alltid följde mina studier och i synnerhet dessa mina undersökningar.

Likaledes är det mig en angenäm plikt att till Herr Professor H. NILSSON-EHLE få frambära min varma tacksamhet för den välvilja, som jag av honom alltid fått röna, och för det intresse han visat för mina vetenskapliga arbeten.

Ej mindre tack är jag skyldig Herr Professor Sv. MURBECK för den beredvilighet, med vilken han, under den tid han var föreståndare för Lunds Botaniska Institutions Fysiologiska avdelning, städse främjat mitt arbete genom att ställa alla Institutionens resurser till mitt förfogande.

Likaledes står jag i stor tacksamhetsskuld till Herr Professor O. NORDSTEDT för all den hjälp han berett mig vid mina litteraturstudier och till Herr Amanuensen E. NAUMANN för många värdefulla råd och anvisningar.

---

## I. Undersökningar över s. k. kinoplasmatiska förbindelsetrådar mellan cellkärna, hyaloplasma och kromatoforer.

### Inledning.

I åtskilliga under de sista årtiondena offentliggjorda botaniska arbeten förekomma uppgifter om att cellkärnan i växtcellerna genom ett specifikt slag av trådlika bildningar skulle stå i direkt förbindelse med cytoplasmats hudskikt och med kromatoforer, stärkelsekorn och elaioplaster.

Redan år 1893 hade STRASBURGER (s. 98 ff.) uttalat den förmodan, att cellkärnan genom från det övriga cytoplasmat avgränsade trådar (kinoplasmatrådar) skulle vara förbunden med protoplasmas hudskikt utan att dock kunna lämna några på cytologiska iakttagelser grundade bevis härför.

Gent emot detta antagande framhöll emellertid HARPER några år senare (1897, s. 281) »dass eine solche Verbindung durch Kinoplasmafäden zwischen Kernen und Hautschichten in ruhenden Zellen nicht nachweisbar sei, und dass sie auch kaum möglich erscheine dort, wo das Körnerplasma samt Kernen in Bewegung begriffen ist, die Hautschicht aber ruhe» (cit. efter STRASSBURGER 1897, s. 384).

STRASBURGER medgav snart det berättigade i denna HARPERS kritik (1897, s. 384), men menade dock, att i embryonala och merestematiska vävnader dylika kinoplasmatrådar voro förhållande.

En reell basis vann denna STRASBURGERS förmodan om förekomsten av direkta förbindelsetrådar mellan cellkärna och hyaloplasma emellertid först genom Miehes år 1899 offentliggjorda undersökningar över cellkärnan i bladepidermiscellerna hos *Hyacinthus orientalis*. På material, som fixerats med FLEMMINGS lösning och färgats med saffranin-gentianaviolett-orange, hade MIEHE kunnat fastställa, att de här förekommande starkt spolformade cellkärnorna voro utdragna i 3—4 utskott (»Zipfel«), vilka kontinuerligt övergingo i på sina ställen förgrenade fibriller av violett färg, som slutade i protoplasmas hudskikt (s. 387—388). Dessa »upphängningstrådar» visade sig vara tydligt avgränsade från det övriga cytoplasmat, och då de dessutom vid användande av den förut nämnda färglösningen färgades violetta, ansåg MIEHE, att de voro bildningar av kinoplasmatisk natur. MIEHE påpekar också, att han var övertygad om,



att sådana kinoplasmatrådar vid »exakt» färgning även skulle kunna påvisas i håren hos *Pelargonium zonale* och i bladen av *Helleborus niger*, varest spolformade cellkärnor förekomma. Även hos andra växter antar Miehe att liknande kinoplasmatrådar äro för handen (»trotzdem ihr nachweis nicht überall gelingt», s. 390).

Riktigheten av detta senare antagande syntes på ett glänsande sätt bliva bevisad genom LIDFORSS år 1908 offentliggjorda arbete »Ueber kinoplasmatische Verbindungsfasern zwischen Zellkern und Chromatophoren».

Hos ett stort antal, i systematiskt hänseende vitt skilda kärlväxter, hade LIDFORSS lyckats iakttaga trådlika protoplasma bildningar, vilka enligt hans mening (s. 1) antingen voro direkta kärnutskott, som genomsatte cytoplasmat eller också utlöpare från kärnmembranen. Denna senare angives av LIDFORSS som ett erytrofilit hölje, vilket omgiver kärnans kyanofila grundmassa. Dessa kinoplasmastrukturer slutade, liksom de av MIEHE upptäckta kinoplasmatiske upphängningstrådarna, med vilka de av LIDFORSS också indentifierats, antingen i hyaloplasmat, eller också trädde de i förbindelse med kromatoferer, stärkelsekorn eller elaioplaster (LIDFORSS, s. 36). De kromatoferer eller stärkelsekorn, som ej stodo i direkt sammanhang med cellkärnan genom dylika kinoplasmasträngar koimmunicerade oftast »teils mit den direkt verbundenen, teils unter sich (und zwar) durch Plasmafasern, welche abgesehen von der geringeren Mächtigkeit, vollkommen mit dem vom Zellkern ausgehenden Kinoplasmafasern übereinstimmten» (1908, s. 31).

Trådlika kärnutskott av samma slag som dessa av MIEHE och LIDFORSS beskrivna hava också iakttagits av MALTE (1908, 1910) hos ett par *Euphorbiaceae* (*Mercurialis annua*, *Euphorbia hypericifolia* och *Euphorbia tetragonia*).

Även SCHILLER (1911, s. 272) har hos *Antithamnion cruciatum* f. *tenuissima* observerat kärnutskott (»Kernfortsätze»), som skulle vara identiska med dessa kinoplasmatrådar.

Av dessa undersökningar att döma tycktes således dylika kinoplasmatrådar vara mycket vanliga i växtcellerna. LIDFORSS (s. 36) trodde för sin del också att cellkärnan normalt (»normalweise») var förbunden med kromatofererna genom sådana [»wenn man die Einschränkung macht, dass die Ausbildung der fraglichen Structuren sowohl von inneren Bedingungen (Alterstadium, Winterruhe, u. s. w.) wie von äusseren Umständen (Temperatur, traumatischer Reiz, u. s. w.) beeinflusst wird.»] Att de kinoplasmatiske förbindelsestrådarna förut dock varit så gott som fullständigt förbisedda, skulle, så vitt det av LIDFORSS arbete framgår, kunna sättas i samband därmed, att de vid fixering med vanliga fixeringsvätskor så lätt förstöras.

LIDFORSS anför emellertid själv en del i den botaniska litteraturen förekommande uttalanden, som enligt hans mening skulle tyda på att liknande bildningar tillfälligtvis iakttagits av äldre forskare. Så menar han (1908, s. 4) t. ex., att några av de bilder, vilka HABERLANDT (1887) meddelat i sitt bekanta arbete »Über die Beziehungen zwischen Function und Lage des Zellkerns bei den Pflanzen» hänförde sig till liknande strukturförhållanden. Detsamma skulle enligt LIDFORSS (s. 5) också vara fallet med några av de av NEMEC (1901) iakttagna och avbildade retningsledande trådstruk-

turen. Likaledes höll LIDFORSS det för sannolikt, att vissa av MOTTIER (1898, s. 126), BOVIN (1898, s. 225), ROSEN (1894, s. 249), JUEL (1900 s. 634) m. fl. iakttagna egendomliga trådlika differentieringar i cytoplasmat voro homologa med de av honom upptäckta kinoplasmastrukturerna, och detsamma ansåg han också vara förhållandet med de av HABERLANDT (1888) i barkparenchymet hos *Selaginella Martensii* iakttagna förbindelsestrådarna mellan kloroplasterna.

De nu beskrivna kinoplasmastrukturer har man velat tillskriva en mycket viktig roll i cellens liv. Så anser till exempel MIEHE (1899, s. 386) att de kinoplasmatiska »upphängningstrådarna» skulle vara av betydelse vid cellkärnans formförändringar och att kärnans spolförmiga gestalt i epidermiscellerna hos *Hyacinthus orientalis* skulle vara en tvångsform, beroende på närvaron av vid hyaloplasmat fastväxta kinoplasmastrådar. Denna deras betydelse har emellertid förnekats av SCHILLER (1911, s. 281) emedan enligt hans mening sådana strängar av cytoplasmatisk natur äro allt för mjuka och elastiska för att vara i stånd att uttänja den säkerligen betydligt fastare kärnan.

Såväl LIDFORSS (1908, s. 38) som SCHILLER (1909, s. IV) hava även i dessa kinoplasmatrådor velat se ett slag av »Reizleitungsbahnen», längs vilka impulser skulle ledas från kärnan till protoplastens övriga organ. Vissa av LIDFORSS gjorda iakttagelser (s. 37) tycktes också tala för att de skulle spela en viss roll vid kloroplasternas rörelser (»und zwar nicht nur als passive Translocationsbahnen, sondern anscheinend auch als aktiv wirksame Bewegungsmechanismen»).

Såsom förut redan framhållits, lyckades jag vid en undersökning, som ursprungligen avsåg att närmare klarlägga de kinoplasmatiska förbindelsestrådarnas roll vid kloroplasternas lägesförändringar, göra en del morfologiska iakttagelser rörande dessa strukturer, av vilka det framgick, att de nu refererade undersökningarna i vissa hänseenden svårligen kunde vara riktiga. En närmare undersökning härav syntes mig emellertid önskvärd, och med anledning härav beslöt jag uppskjuta de undersökningar, som jag ursprungligen planlagt för att i stället göra de s. k. kinoplasmatiska upphängnings- och förbindelsestrådarna till föremål för mera ingående morfologiska studier.

Dessa studier, som framför allt hava berört de nämnda kinoplasmastrukturernas förhållande till cellkärna, kärnmembran och hyaloplasma samt deras förändringar under olika yttre betingelser, hava huvudsakligen avsett att vinna en mera ingående kännedom om dessa bildningars natur och deras förhållande till andra i växtcellerna förut iakttagna trådlika protoplasmabildningar.

Vid dessa undersökningar har jag av lätt förstådda skäl huvudsakligen använt mig av samma undersökningsmaterial som MIEHE (1899) och LIDFORSS (1908), liksom jag också med stor fördel betjänat mig av den av LIDFORSS i detta arbete beskrivna fixeringsmetoden.

## Metodik.

De i det följande framlagda undersökningarna hava företagits dels på levande, dels på fixerat material.

Vid undersökning av levande celler har jag vanligen använt ganska tjocka, med rakkniv förfärdigade snitt, vilka inneslutits i vattenledningsvatten eller 5 % rörsockerlösning. I de fall täckglas använts, stöddes dessa alltid av små täckglas-skärvor eller kapillärstycken.

Trots alla försiktighetsåtgärder inträder dock i följd av läderingen efter någon tid i synnerhet i cytoplasmat icke obetydliga förändringar, vilka även i mer eller mindre hög grad beröra de oss här intresserande strukturerna. Med anledning härav kontrollerade jag så vitt möjligt mina på levande material gjorda iakttagelser genom att samtidigt studera snitt, som fixerats efter den av LIDFORSS (1908) beskrivna osmium-alkoholmetoden.

Då jag genom flera års erfarenheter angående denna metod funnit det lämpligt att i vissa hänseenden modifiera densamma, torde en detaljerad redogörelse för det av mig använda förfaringssättet vara på sin plats.

Denna metod grundar sig, som bekant på  $\text{OsO}_4$ -gasens förmåga att hastigt intränga och döda plasmat, utan att några deformationer där hinna inträda. Ju starkare »osmiumsyra» man använder, desto bättre resultat bör man naturligtvis kunna vänta sig, något som vid en jämförande undersökning med olika starka osmiumsyrelösningar till fullo kunde bekräftas. I stället för en 2 % lösning av  $\text{OsO}_4$ , som LIDFORSS föreskrivit, användes därför vanligen en sådan, som på 30 ccm  $\text{H}_2\text{O}$  innehöll 1 gr  $\text{OsO}_4$  (ung. 3,30 %). Denna lösning förvarades i en flaska av brunt glas rymmande ungefär 50 ccm<sup>1</sup>.

De med rakkniv förfärdigade handsnitten infördes omedelbart medelst en pincett eller preparernål i den med osmiumsyreångor mättade luften ovanför lösningens yta. Vanligen visade sig en exponeringstid av 10—15 sek. tillräcklig, ehuru denna dock ibland måste ökas med några sekunder, något, som alltid var fallet, då det gällde att fixera relativt tjocka snitt eller celler med förkorkade eller starkt kutikulariserade väggar.

Efter fixeringen med osmiumångor härdades snitten på av LIDFORSS (s. 8) beskrivet sätt i alkohol i stigande koncentration och nedlades således först i 10 %

<sup>1</sup> Vid fixering med denna metod får man noga tillse, att den använda lösningen ej är för gammal, emedan sådana lösningar på grund av reduktion och avdunstning av gasformig  $\text{OsO}_4$  ganska snart bliva obrukbara.



alkohol för att sedan efter 3—5 min. överföres i 15—20—25—30—35—40 %. I 40 % alkohol fingo de ligga ett par timmar, varefter de överflyttades i 50-procentig, där de vanligen fingo förbliva en längre tid (12—24 timmar). I många fall erhöles mycket bra preparat genom att från 10 % alkohol efter 5 min. överföra snitten i 20 % och därpå efter ytterligare 10 min. i 30 % och slutligen i 40 % alkohol. Ibland visade det sig tillräckligt att efter osmiumbehandlingen nedföra snitten direkt i 40 % alkohol.

Ifall preparaten icke skulle inneslutas i kanadabalsam härdades de ej med starkare alkohol än 50-procentig, emedan cytoplasmasträngarna i mera koncentrerad alkohol bliva mycket spröda och ytterligt lätt brista sönder<sup>1</sup>. Efter behandlingen med 50 % alkohol överfördes snitten därför åter i 40 % samt efter minst 10 min. i 20 % alkohol, och slutligen efter ytterligare 10 min. i dest. vatten.

Genom att fixera snitt, som först noggrant studerats under mikroskopet, har jag upprepade gånger kunnat fastställa, att överensstämmelsen mellan de levande och fixerade cellerna var anmärkningsvärt stor. Detta gäller så väl kärna som plasma. För jämförelses skull prövades emellertid också en del andra fixeringsmedel (FLEMMINGS, HERMANN'S, CARNOY'S lösningar, absolut alkohol, alkohol-ättiksyra m. fl.) men angående dessa kunde jag liksom LIDFORSS (s. 24) fastställa, att de i stort sett icke giva goda resultat, då det gäller att konservera plasmastrukturer i utvuxna vegetativa celler med tunn plasmasäck och stor vakuol.

Även jod, som av TUNMANN (1913, s. 465) använts för fixering av plasmasträngar, har i regel givit sämre resultat än osmium-alkoholmetoden. Dock har härmed ibland ganska goda preparat erhållits t. ex. av *Aucuba japonica* (bladepidermis och svampparenchym) samt *Anemone nemorosa* (bladepidermis).

Osmium-alkoholmetodens stora företräden framför andra fixeringsmetoder skulle enligt LIDFORSS (s. 29) kunna förklaras genom följande förhållanden: »Die lipoid-lösliche und demgemäss leicht eindringende Osmiumsäure verändert offenbar die Quellbarkeit der plasmatischen Eiweissstoffe derartig, dass die vitale Architektur in ihren gröberen Umrissen vorübergehend eine gewisse Stabilität erhält, die dann durch die Einwirkung des allmählich ansteigenden Alkohols definitiv erhalten wird. Es ist aber zu bemerken, dass Osmiumdämpfe eine viel günstigere Wirkung ausüben als gelöste Osmiumsäure. Dies steht offenbar im Einklang mit der von KURZWELLY (1902, s. 291) gemachten Erfahrung, dass giftige Stoffe im allgemeinen dampfförmig intensiver wirken als im flüssigen Zustande; auch sind wohl die Bedingungen für eine postmortale Erhaltung der Plasmastructuren etwas günstiger, wenn von aussen kein Wasser in die Zelle eindringt.»

I många fall undersöktes de på ovan beskrivna sätt fixerade snitten inlagda i vatten eller glycerin. Vanligen färgades de dock med fuchsin-jodgrönt.

De med destillerat vatten grundligt uttvättade snitten behandlades i så fall med den av ZIMMERMAN (1896, s. 6) föreskrivna blandningen av dessa färgämnen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Även MALTE (1910, s. 36) har funnit det vara lämpligast att icke hårda snitten i starkare alkohol.

<sup>2</sup> 1 Vol. konz. wässeriger Fuchsinlösung.

2 » 0,1 Proz. wässeriger Jodgrünlösung.



under minst 5 min. och ibland ännu längre. Sedan färglösningen därpå noggrant avtvättats, granskades snitten under mikroskopet, och om de visade sig överfärgade, avfärgades de åter försiktigt med en lösning av 50 % alkohol, som på 100 ccm. dessutom innehöll en eller ett par droppar isättika. Naturligtvis avlägsnades denna senare vätskan omsorgsfullt genom tvättning med destillerat vatten.

Denna färgning lyckades i regel alldeles utmärkt, och en så kortvarig osmium-behandling tyckes således ej, som LIDFORSS (s. 10) också kunnat fastställa, inverka menligt på kärns substansens färgbarhet.

I den händelse jag önskade förfärdiga »Dauerpräparat» av de på ovan beskrivna sätt fixerade och färgade snitten, inneslötos dessa vanligen i glycerin eller glycerin gelatin. Vid överförandet från vatten i glycerin måste alltid en viss försiktighet iakttagas. Om ren, koncentrerad glycerin direkt tillsättes, skrupna nämligen ibland de fixerade protoplasterna, varvid plasmasträngarna naturligtvis till stor del brista sönder. Mycket fördelaktigt visade sig därför det förfaringssätt, som jag vid konservering av plasmolyserade protoplaster använt (ÅKERMAN 1914, s. 229). Snitten inneslötos först i vatten under relativt stora täckglas, vilka stöddes av små kapillärstycken. På ett ställe vid täckglasets kant anbragtes därefter försiktigt en eller ett par droppar glycerin, så att denna blott helt långsamt inträngde och så småningom blandade sig med vattnet. Allt eftersom vattnet avdunstade tillsattes en ny droppe glycerin och efter 24 timmar kunde snitten utan risk inneslutas i ren glycerin. Trots alla försiktighetsåtgärder var det dock ibland så gott som omöjligt att av de fixerade och färgade snitten förfärdiga goda «Dauerpräparat», och därför föredrog jag i många fall att undersöka dem inneslutna i vatten.

Då jag av någon anledning önskade använda kanadabalsam som inneslutningsmedel — något som mycket sällan förekom — måste snitten naturligtvis först hava behandlats med absolut alkohol. Från 50 % alkohol överfördes de då med 10—30 min. intervaller till 60—70—80—90 och 95-procentig. I den senare lösningen fingo de kvarligga ett par timmar, varpå de överflyttades i ett kärl med absolut alkohol. Efter 12 timmar överfördes de därpå så småningom i destillerat vatten, varefter de på vanligt sätt färgades och inneslötos i kanadabalsam.

På ovan beskrivna sätt fixerade och färgade i glycerin-gelatin inneslutna preparat ha naturligtvis endast begränsad hållbarhet. Dock har jag i min ägo sådana, som äro mellan 2 och 3 år gamla, i vilka ännu icke varken plasmats eller kärnans struktur på något synbart sätt förändrats.

De i det följande behandlade trådlika protoplasmabildningarna framträda mycket tydligt redan vid måttligt hög förstoring (ung. 700 ggr.) och bäst vid belysning med auerljus. Som ljuskälla användes därför en vanlig auerlampa, uppställd på 5 dm avstånd från mikroskopspegeln.

Då jag vid studier av levande material önskade undvika för stark uppvärmning, placerades mellan ljuskällan och mikroskopspegeln en 5 cm bred kuvett med kallt vatten.

## Speciella iakttagelser.

### *Ranunculus Lingua*.

I de subepidermala parenchymcellerna från de vintergröna, krypande rhizomen och de övervintrande bladens skaft äro de oss här intresserande trådstrukturerna vanligen synnerligen väl utbildade, varför jag vid dessa mina undersökningar i stor utsträckning använt mig av detta material.

Särskilt tydligt framträda desamma i snitt från rhizom, som under några timmar förvarats i vattenledningsvatten vid rumstemperatur.

Undersöker man med medelmåttigt stark förstoring (ung. 500 ggr.) utvuxna celler av snitt, som fixerats efter den ovan beskrivna osmium-alkoholmetoden och färgats med fuchsin-jodgrönt, förefaller nog i många fall den av LIDFORSS (s. 1 o. 12) uttalade uppfattningen angående de här förekommande trådlika protoplasmabildningarnas lokalisation och förhållande till cellkärna och kärnmembran fullkomligt riktig.

Den vanligen spolformade, blåfärgade cellkärnan, som i äldre celler i regel är belägen vid en av cellens långväggar, synes omgiven av ett rödfärgat hölje (enligt Lidforss = kärnmembranen), från vilket tydligt rödfärgade fina trådar utstråla i olika riktningar. Kärnsubstansen tyckes vanligen utan gräns övergå i detta hölje och i trådarna, av vilka en del, dock icke alla, som LIDFORSS påstår, träda i förbindelse med kloroplaster. Dessa senare äro också då och då förbundna med varandra genom liknande plasmatrådar (fig. 1).

Enligt LIDFORSS skulle ju dessa från cellkärnan utlöpande trådstrukturer icke vara cytoplasmasträngar i vanlig bemärkelse utan kinoplasmasträngar, d. v. s. ett slag av trådlika differentieringar i cytoplasmat bildade av en med kärnmembranen identisk eller åtminstone närbesläktad substans (Lidforss 1908, s. 1 och 32).

Vid en ingående undersökning av levande celler med ett relativt litet antal kloroplaster vid hög förstoring (1,200 ggr.), visade sig de från cellkärnan utlöpande rödfärgade trådarna i de flesta fall icke — såsom det av LIDFORSS figurer (1 och 2) synes framgå — lokaliserade till det i fixerat tillstånd svagt granulerade väggplasm, utan de genomsätta i stället vakuolen. Vanligen förgrena de sig en eller flera gånger för att till sist ansätta vid väggplasm och de där belägna kloroplasterna på det sätt, som framgår av min figur 1<sup>1</sup>.



Fig. 1. *Ranunculus Lingua*. Cell från barkparenchymet med i vakuolen upphängd kärna, omgiven av cytoplasmamassa. Förstoring 635.

Fixering: osmium-alkohol.

<sup>1</sup> Strängarnas lokalisation framträder ofta bäst i svagt plasmolyserade celler.

I unga, plasmarika celler förekomma ofta ett större antal sådana, i detta fall vanligen ganska tjocka strängar (se fig. 2). En stor del av desamma utlöpa även här från cellkärnan, som vanligen är upphängd i vakuolens centrum. I celler från vegetationspunkterna träffas inga egentliga plasmasträngar utan i stället breda plasmabryggor mellan de nybildade vakuolerna. Mellan de vid kärnan ansättande tunna trådarna och dessa breda strängar påträffas alla möjliga övergångar.

I levande celler har jag ofta iakttagit en under stundom ganska livlig plasmaströmning, varvid de nu beskrivna strängarna visa sig kunna undergå betydande förändringar. Dessa förändringar hava också observerats av LIDFORSS, men att de äro fullständigt identiska med dem, som s. k. »vanliga» cytoplasmasträngar visat sig undergå, har han, så vitt det av hans arbete framgår, (1908 s. 12 ff.) märkvärdigt

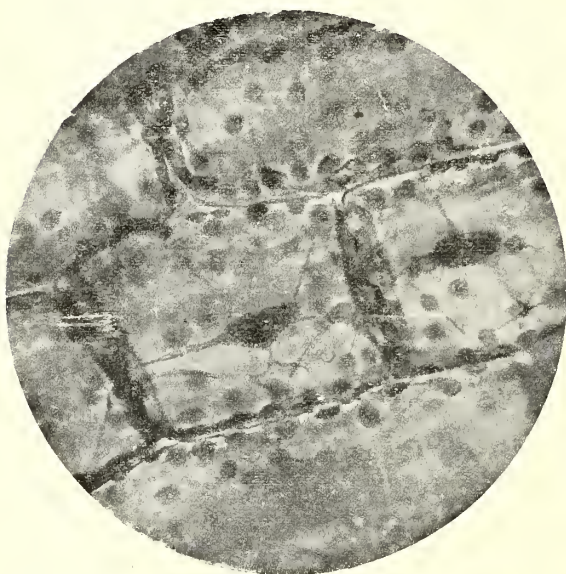


Fig. 2. *Ranunculus Lingua*. Relativt utvecklade barkparenchymceller med grova, vid cellkärnan ansättande strängar. Förstoring 400. Fixering: osmium-alkohol. MATTSON foto.

nog icke lagt märke till. Denna överensstämmelse är så fullständig, att t. ex. HOFMEISTERS (1867, s. 35) redogörelse för plasmasträngarnas förändringar i ståndarhåren hos *Tradescantia virginica* även kan gälla för de från kärnan utstrålande trådarna i barkparenchymet hos *Ranunculus Lingua*. »Vorhandene Plasmastränge werden an irgend einer Stelle dünner, reissen durch, die Stücken werden in den Wandbeleg oder in andere Stränge eingezogen. Es treten neue Stränge aus dem Wandbelege oder neue Zweige von Strängen aus schon vorhandenen hervor. Schwach divergierende Gabelungen eines Stranges verschmelzen auf weite Strecken, indem in ihnen die Masse des Protoplasma beträchtlich sich anhäuft. Zwei stark convergierende oder parallele Stränge gleicher

oder entgegengesetzter Stromrichtung nähern sich mehr und mehr, und verschmelzen endlich zu einem einzigen».

Även strängarnas tjocklek är underkastad ständiga förändringar, och det händer ofta, att en sträng plötsligt sväller som en spänd muskel för att i nästa ögonblick åter antaga sin ursprungliga form, något som LIDFORSS (s. 13) också själv observerat.

Förutom dessa vakuolen genomsättande plasmasträngar förekomma det emellertid i de subepidermala parenchymcellerna även trådlika bildningar, vilka vid medelmåttig förstoring visa sig lokaliserade till väggplasmata (se denna avh. fig. 1 och 3). Ofta ansätta de vid cellkärnan, men kunna också uppträda i andra delar av cellen.



Vanligen förekomma dessa till väggplasmata lokaliserade strängar i ringa antal och bilda, så vitt jag kunnat finna, aldrig ett så rikt förgrenat nätverk mellan kloroplasterna, som av LIDFORSS (fig. 1) avbildats.

På grund av dessa strängars lokalisation skulle det ju ligga närmast till hands att antaga, att det varit sådana, som av LIDFORSS beskrivits som kinoplasmasträngar. Detta synes även bestyrkas därav, att jag liksom LIDFORSS (s. 12) kunnat fastställa, att de i dessa celler förekommande små oljedropparna förflytta sig längs dessa strängar, samt att desamma kunna antaga en ganska växlande gestalt »und bald hie und bald da sehr scharf differenziert zum Vorschein kommen, um dann wieder unsichtbar zu werden».

Vid användande av stark förstoring (ung. 1,400 ggr.) är det i celler, som innehålla ett relativt litet antal kloroplast, i vanliga fall ganska lätt att konstatera, att de senast beskrivna trådlika bildningarna uppträda på kloroplasternas mot vakuolen vända sida, samt att de ofta stå i direkt sammanhang med sådana plasmasträngar, som otvivelaktigen genomsätta vakuolen.

Genom att noggrant undersöka mikrosomernas läge i strängarna och i det omgivande plasmata, har jag också kunnat fastställa, att dessa strängar intränga något djupare i vakuolen, än den närmast omkringsliggande delen av väggplasmata.

Först sedan jag genom undersökning av levande celler med hög förstoring lyckats konstatera, hur dessa bildningar uppstå (se sid. 14), blev det mig äntligen klart, att desamma äro ett slags trådlika förtjockningar eller veck på väggplasmata, som inskjuta i vakuolen<sup>1</sup>. (Se fig. 3).

Liksom de av äldre forskare (se nedan) observerade veckliknande bildningarna hava också dessa visat sig kunna övergå till strängar, som genomsätta vakuolen, vilket sker på det sätt, att de som veck på väggplasmata ursprungligen uppträdande strängarna »sich weiter daraus emporheben, bis die Falte sich in der Mitte löst und zum frei hinübergespannte Bande wird» (HANSTEIN, 1880, s. 164).

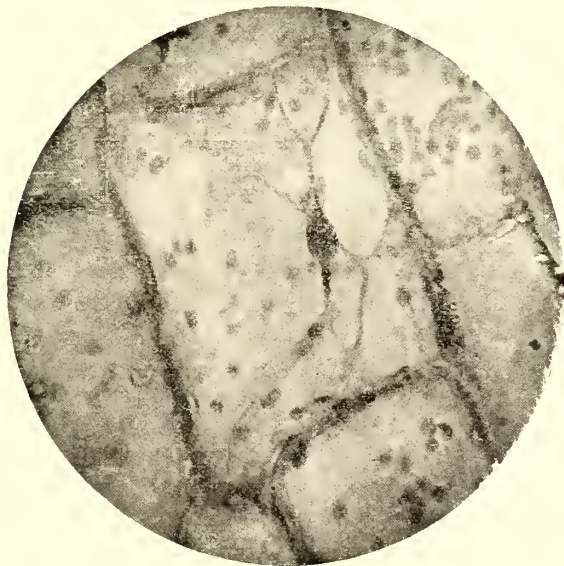


Fig. 3. Äldre barkparenchymcell. De till väggplasmata lokaliserade veckliknande bildningarna framträda ganska tydligt i cellens nedre del. Förstoring 400. Fixering: osmium-alkohol. MATTSON foto.

<sup>1</sup> Dylika veckbildningar i väggplasmata hava också av äldre forskare (HOFMEISTER 1867, s. 34—35 och HANSTEIN 1870, s. 221), åtskilliga gånger iakttagits i växtceller.



Av särskild betydelse för kännedomen om de i dessa celler förekommande trådlika protoplasmabildningarnas natur torde följande iakttagelser rörande deras uppkomst vara.

I snitt från rhizom, vilka under någon tid varit utsatta för relativt låg temperatur, saknas vanligen trådlika protoplasmabildningar fullständigt, och plasmaströmning har också upphört. Få snitten ligga i vanlig rumstemperatur börja emellertid snart i cytoplasmat suspenderade små kroppar (mikrosomer) röra sig i olika riktningar. Till en början ske dessa rörelser fullkomligt oregelbundet, men här och där finner man dem snart följa bestämda banor. Dessa banor framträda så småningom allt tydligare och visa sig snart identiska med de förut beskrivna vecklika bildningarna i väggplasmats, vilka sedda uppifrån te sig som trådar.

På nu beskrivna sätt uppstå dylika trådlika bildningar i alla delar av väggplasmats och naturligtvis även i de delar, som närmast omgiva cellkärnan. Några verkliga kärn-pseudopodier har jag emellertid aldrig iakttagit.

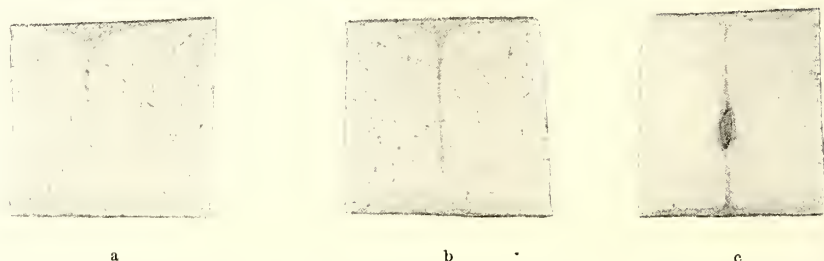


Fig. 4. En och samma del av en barkparenchymcell från *Ranunculus Lingua*, avritad var femte minut. En till väggplasmats ursprungligen lokaliserad trådlik bildning a) omvandlades (se texten) till en genom vakuolen förlöpande sträng c).

I c synes en kloroplast innesluten i plasmasträngen.

De veckliknande bildningarna förskjutas ibland allt längre och längre in mot vakuolen, och övergår här och var på förut beskrivet sätt (se s. 13) till strängar, som genomkorsa denna (se fig. 4).

Av dessa undersökningar har således framgått, att de i de subepidermala parenchymcellerna hos denna växt förekommande, från cellkärnan till synes direkt utstrålande trådlika bildningarna, antingen utgöras av vakuolen genomlöpande plasmasträngar eller också ett slags i vakuolen inskjutande veckbildningar (plasmaanhopningar) från väggplasmats.

LIDFORSS påståande, att de skulle vara differentieringar i cytoplasmat är således, så vitt det gäller de nu behandlade trådstrukturerna icke riktigt och beror sannolikt därpå, att han icke tillräckligt noggrant undersökt deras lokalisation och samband med sådana plasmasträngar, som endast utgöra ett slag genom vakuolen förlöpande tunna bryggor mellan väggplasmats olika delar. I mera plasmarika celler kan man också utan svårighet konstatera, att dessa plasmasträngar sluta vid väggplasmats mot vakuolen vettande del och icke i hyaloplasmat, som MIEHE (1899) och LIDFORSS (1908) hålla före.

Emellertid torde det vara skäl att något närmare utreda, hur en man med LIDFORSS' iakttagelseförmåga kunnat komma till den oriktiga uppfattningen, att dessa trådlika bildningar skulle vara direkta utskott från kärnmembranen.

Enligt LIDFORSS (s. 12) skulle cellkärnan vara avgränsad från cytoplasmat genom ett erytrofilt hölje (kärnmembran), vilket, — som han på flera ställen framhåller —, skulle vara bildat av ett särskilt slag av cytoplasma (kinoplasma).

Vid undersökning av unga plasmarika celler, som fixerats med osmiumångor och färgats med fuchsin-jodgrönt, kunde även vid användande av mycket hög förstoring någon sådan erytrofil membran mellan kärna och cytoplasma icke iakttagas. Kärnan, som här färgas vackert blå, är vanligen belägen i cellens mitt och omgiven av en bred cytoplasamassa, från vilken grova plasmasträngar utstråla mot cellens periferi. Vanligen är den tydligt avgränsad från det omgivande rödfärgade cytoplasmat, men ett morfologiskt differentierat, tydligt rödfärgat gränsskikt förekommer ej. Ej heller i levande celler kan man ens vid mycket höga förstoringar upptäcka någon verklig kärnmembran (fig. 5).

I äldre relativt plasmafattiga celler är kärnan vanligen spolformad och ofta mindre tydligt avgränsad från det omgivande cytoplasmat (denna avh. fig. 1). Framför allt är detta fallet vid kärnans båda spetsar. Det ser ofta ut — som LIDFORSS också framhåller (s. 12) — som om kärnan i spetsen kontinuerligt övergick i där oftast förefintliga rödfärgade trådar. Undersöker man levande celler eller sådana, som blott fixerats med osmium-alkohol, men icke färgats, finner man i många fall även själva kärnspetsarna tydligt avgränsade från plasmat. Vid färgning med fuchsin-jodgrönt synes däremot den blå kärnsubstansen i regel kontinuerligt övergå i det rödfärgade plasmat. Någon kärnmembran i vanlig bemärkelse, d. v. s. ett morfologiskt differentierat gränsskikt mellan kärna och cytoplasma kan emellertid även här icke ens vid mycket höga förstoringar upptäckas.

I fixerade och färgade äldre celler har jag emellertid också själv åtskilliga gånger iakttagit ett rödfärgat cytoplasmahölje kring cellkärnan. Om man icke noggrant undersöker kärnans läge i cellerna kan man i synnerhet vid låg förstoring lätt få den uppfattningen, att detta röda höljet skulle kunna vara en kärnmembran. Vid närmare undersökning visar det sig emellertid icke vara ett morfologiskt differentierat gränsskikt mellan kärna och cytoplasma utan en anhopning av cytoplasma kring den i vakuolen förmedelst plasmasträngar upphängda eller från väggplasmat i vakuolen något inträngande cellkärnan. Att detsamma kan synas något starkare rödfärgat än väggplasmat beror sannolikt helt enkelt på att det är betydligt tjockare än detta.

I starkt läderade celler uppträder — liksom efter fixering med FLEMMINGS lösning eller andra i detta hänseende mindre lämpliga fixeringsvätskor (alkohol, alkoholättiksyra, FLEMMINGS, KAISERS och CARNOY's lösningar m. fl.) — en tydlig kärnmembran (fig. 5b), vilken med all sannolikhet får anses vara en artefakt (LIDFORSS, s. 33).

I de subepidermala parenchymcellerna hos *Ranunculus Lingua* förekomma också understundom ett annat slag av trådlika strukturer, vilka jag i detta sammanhang ansett mig böra omnämna, då de ibland visa en påfallande likhet med de förbindelsestrådar mellan kloroplasterna, som LIDFORSS (fig. 1 och 2) i dessa celler iakttagit (se fig. 6 o. 7). Dessa trådlika bildningar, som vid närmare undersökning visat sig vara lokaliserade till cytoplasmat, påminna i hög grad om



Fig. 5. Cellkärnor från barkparenchym av *Ranunculus Lingua*, a från en oskadad, b från en skadad cell. Förstoring 880. Levande material.

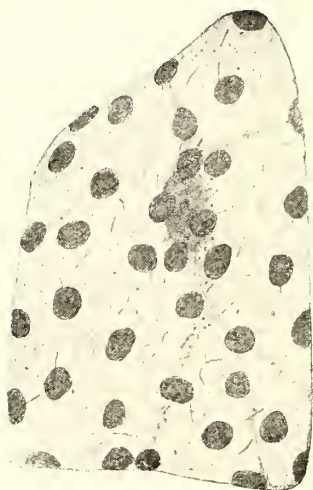


Fig. 6. Cell med vibroidlika bildningar från barkparenchymet av *Ranunculus Lingua*. Kärna och plasmasträngar voro lokaliserade till vakuolen. Förstoring ung. 600. Fixering: osmiumalkohol.

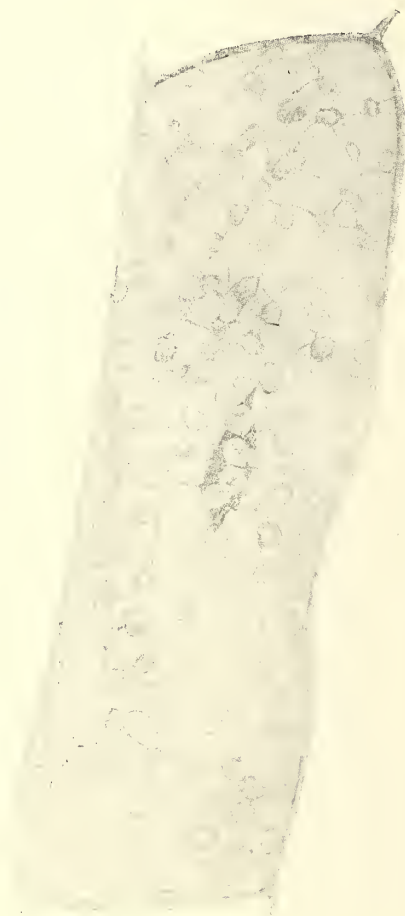


Fig. 7. *Ranunculus Lingua*, Cell från barkparenchym (efter Lidforss).

de av SWINGLE (1898) och LAGERHEIM (1899) beskrivna vibrioiderna. I celler från de övervintrande submersa bladens bladskaftbaser, där ett ringa antal kloroplaster äro förhanden, kan man ofta mycket tydligt iakttaga, att de utgöras av i cytoplasmat belägna fibriller. Liksom de här uppträdande mikrosomerna råka de vid plasmaströmningen ofta i livlig rörelse.

Sådana bildningar träffas under vintern ofta i ganska stor mängd i parenchymcellerna från de övervintrande rhizomen och i synnerhet i celler med livlig plasma-



strömning. Undersöker man emellertid samma celler efter det att de under en längre tid hållits i mörker vid rumstemperatur, saknas desamma fullständigt eller i varje fall är deras antal mycket reducerat.

Dessa vibrioidliknande bildningar kunna ibland ligga nätlikt ordnade i plasmat, och då de dessutom färgas tydligt röda vid färgning med fuchsin-jodgrönt, håller jag det för ganska sannolikt, att det även kan vara sådana, som av LIDFORSS (1908, fig. 1 och 2) avbildats och beskrivits som kinoplasmatiska förbindelstrådar mellan kloroplasterna.

### **Anemone nemorosa.**

Som undersökningsmaterial har jag huvudsakligen använt epidermiscellerna från bladens undersida, i vilka (LIDFORSS s. 14) de från cellkärnan utstrålande trådarna äro synnerligen väl utbildade.

Liksom ett flertal andra växters bladerpidermisceller äro även dessa starkt tillplattade. Vakuolen får tydligen i följd härav ett ringa djup, så att de vid cellernas övre och undre vägg befintliga väggplasma-skikten komma att ligga mycket nära varandra. Dessutom är cellkärnan liksom hos de flesta andra *Ranunculaceer* relativt stor, och i följd därav kan man icke så sällan få se, att densamma liksom bildar en

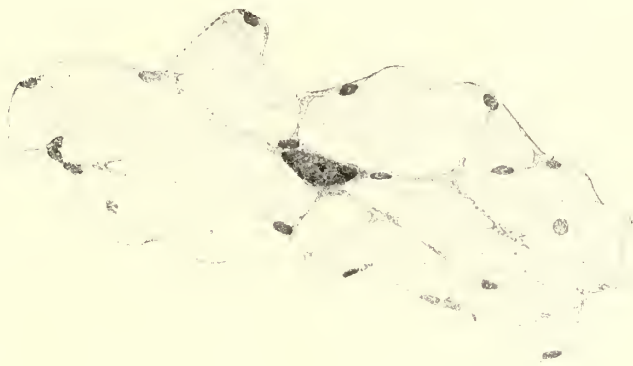


Fig. 8. Bladerpidermiscell av *Anemone nemorosa*. Förstoring 635. Fixering: osmium-alkohol.

brygga mellan cytoplasmat vid cellernas övre och undre vägg. På grund av dessa förhållanden är det här åtminstone vid medelmåttig förstoring ganska svårt att avgöra, om de från kärnan utstrålande trådlika bildningarna äro differentieringar i cytoplasmat, eller om de genomsätta saftrummet. Genom att använda mycket hög förstoring kunde jag emellertid, tack vare en riklig förekomst av mikrosomer, i regel utan svårighet konstatera, att de även här genomkorsa saftrummet och att endast en ringa del äro lokaliserade till väggplasma. Vid plasmaströmningen förhålla sig dessa trådlika strukturer på samma sätt som dem hos *Ranunculus Lingua*. Plasmasträngar, som i regel äro starkt spända, svälla eller avtaga i omfång, och de här och var uppträdande lokala förtjockningarna förflytta sig längs en sträng, så att plasmamassor på detta sätt transporteras från en cellvägg till en annan. De genom vakuolen förlöpande strängarna ändra beständigt riktning genom att glida antingen utefter en annan sträng eller längs väggplasma. Ofta kan man också bliva vittne till,



att nya genom vakuolen förlöpande plasmasträngar uppstå antingen på det sätt, att en sådan genom vakuolen förlöpande sträng klyver sig, eller också därigenom att en i väggplasmata bildad förtjockning på samma sätt, som hos *Ranunculus Lingua* (s. 14) frigöres och bildar en sträng, som genomlöper vakuolen. Samtidigt försvinna också strängar antingen genom att sammansmälta med andra sådana eller genom att uppgå i väggplasmata.

I de hittills undersökta hänseendena hava således de i bladerpidermiscellerna hos denna växt förekommande trådlika protoplasmabildningarna visat sig fullständigt identiska med dem hos *Ranunculus Lingua*. Då jag i dessa celler aldrig trots ivriga efterforskningar kunnat upptäcka några andra trådlika kärnutskott, följer ju härav, att de av LIDFORSS (s. 14) beskrivna kinoplasmastrukturerna även hos denna växt äro identiska med vanliga cytoplasmasträngar. En närmare undersökning av deras förhållande till cellkärnan, har också till fullo bestyrkt detta. Cellkärnan är här i regel (s. 14) bipolärt byggd och ofta upphängd i vakuolen förmedelst cytoplasmasträngar, från vilka kärnsubstansen i levande celler oftast är tydligt avgränsad, ehuru ett morfologiskt differentierat gränsskikt icke heller här med vanliga optiska hjälpmedel kan iakttagas.

Vad som i fixerade och färgade preparat vid ytligt betraktande möjligen skulle kunna anses vara kärnmembranen (= det av Lidforss iakttagna erytrofila kinoplasmatiska höljet kring kärnan) visade sig även här liksom hos *Ranunculus Lingua* icke vara ett gränsskikt mellan kärna och cytoplasma, utan den cytoplasmamantel, som omgiver den i vakuolen suspenderade kärnan. Några verkliga pseudopodier från cellkärnan, d. v. s. utskott av samma slag som de, vilka RUNNSTRÖM (1914) iakttagit, har jag här aldrig kunnat upptäcka.

Vid fixering med FLEMMINGS lösning, absolut alkohol, jodjodkalium eller 1 % kromsyrelösning, blev kärnan klotrund, varjämte en tydlig membran uppträdde.

De av LIDFORSS i andra delar av denna växt upptäckta kinoplasmasträngarna (s. 14) hava vid närmare undersökning också visat sig vara »vanliga» cytoplasmasträngar. Detsamma gäller också om de av honom hos andra *Ranunculaceer* (*Ranunculus auricomus* och *Ranunculus Nyssanus*) iakttagna kinoplasmatiska förbindelsestrådarna.

I bladens epidermisceller hos *Ranunculus ficaria* förekommer också ett i regel ovanligt rikt förgrenat nätverk av plasmasträngar, vilka vid relativt låg förstoring synes vara vad man enligt LIDFORSS skulle beteckna som kinoplasmatiska kärnutlöpare. Genom att med hög förstoring närmare undersöka deras lokalisation, förändringar vid plasmaströmningen och uppkomstsätt var det emellertid även här relativt lätt att konstatera, att de voro »vanliga» plasmasträngar och icke utskott från kärnmembranen. Deras till synes särskilt intima samband med cellkärnan visade sig även här bero på att en verklig kärnmembran med våra optiska hjälpmedel icke förekommer.

**Solanum tuberosum.**

I de under korkvävnaderna belägna parenchymcellerna från potatisknölar, i vilka klorofyll håller på att bildas, finner man också enligt LIDFORSS (s. 33) mellan cellkärna och leukoplaster dels hyalina, homogena förbindelsterådar, som utan gräns övergå i den likaledes hyalina kärnmembranen, dels också grövre i sina centrala delar grovgranulerade strängar, som centripetalt sammanstråla till ett relativt tjockt hölje kring kärnan. I det förra fallet skulle, enligt LIDFORSS (s. 33) typiska kinoplasmatiska trådar varit förhanden, i det senare däremot anser han, att det förelegat bildningar, som bestodo både av kinoplasma och trophoplasma.



Fig 9. Cellkärna med stärkelsekorn från en grönskande potatisknöl. Förstoring 635.  
Efter levande material.



Fig 10. Cellkärna från samma vävnad som i föreg. Fig. kopierad efter LIDFORSS fig. 10 b.

Dessa av Lidforss iakttagna trådlika bildningar framträda mycket tydligt redan i levande celler (fig. 9), och man kan vid användande av hög förstoring utan svårighet konstatera, att desamma genomkorsa vakuolen i olika riktningar, och icke utgöra ett slag av trådlika differentieringar i ett för övrigt annorlunda utbildat cytoplasma (trophoplasma). Mellan de »hyalina homogena trådarna» och de, som av LIDFORSS beskrivas som grövre, i de centrala delarna grovgranulerade strängarna finner man lätt alla möjliga övergångar.

Vanligen uppstår i dessa celler som en följd av cellernas lädering en relativt livlig plasmaströmning, varvid strängarna undergå betydande förändringar och uppstå och försvinna på samma sätt som i ståndarhåren hos *Tradescantia virginica* (HOFMEISTER 1867, s. 36). Liksom hos denna växt förlöper plasmarörelsen även här i väggplasmata ibland längs bestämda strömbanor, som vanligen utgöra en direkt

fortsättning av plasmaströmmarna i de vakuolen genomlöpande strängarna. Dessa kunna på samma sätt som hos *Ranunculus Lingua* övergå till strängar, som genomkorsa vakuolen.

I snitt från de perifera delarna av en grönskande potatisknöl, som legat en längre tid vid ungefär 0° temperatur, saknas ofta plasmasträngar så gott som fullständigt. Studerar man sådana levande snitt under mikroskopet vid rumstemperatur (18°) kan man efter någon tid göra den iakttagelsen att det i cytoplasmat utbildas vakuoler. Dessa nybildade vakuoler bliva allt större och större, och en del av skiljeväggarna dem emellan genombrytas så att trådar uppkomma på samma sätt, som t. ex. BERTHOLD (1886, s. 105) iakttagit i rothåren hos *Trianea bogotensis*. Naturligtvis uppstå sådana vakuoler även i de plasmamassor, som omgiva cellkärnan, och därför komma alltid en del strängar att utstråla från den del av väggplasmata, som omgiver denna. Sedan samma potatis legat en längre tid (24 tim.) vid ungefär 20° temperatur, kunde i alla celler grövre och finare strängar iakttagas.

Den erytrofila kärnmembranen, som av LIDFORSS här iakttagits, har säkerligen icke heller här varit en kärnmembran i egentlig mening, d. v. s. ett morfologiskt utdifferentierat gränsskikt mellan kärnsubstansen och cytoplasmat. Någon sådan har jag nämligen trots användande av mycket stark förstoring varken i levande eller fixerade och färgade celler iakttagit. Kärnan är visserligen här i regel tydligt avgränsad från cytoplasmat, vilket även framgår av LIDFORSS fig. 10, men någon verklig kärnmembran är ej förhanden.

Runt om cellkärnan, som vanligen är upphängd i vakuolen, finnes ett cytoplasmahölje, som emedan dessa celler äro relativt plasmarika, ofta kan vara ganska betydande (denna avh. fig. 9 och 10). Vid färgning med fuchsin-jodgrönt färgas detta rött men icke rödare än det övriga cytoplasmat om detta uppträder i lika tjocka skikt, vilket man i svagt plasmalyserade celler lätt kan övertyga sig om.

Även hos denna växt ha således de av LIDFORSS beskrivna kinoplasmatiske förbindelsestrådarna visat sig vara vanliga cytoplasmasträngar. Den av HABERLANDT i hans fysiologiska växtanatomi lämnade figuren (4 uppl. fig. 108) av en parenchymcell från en grönskande potatis kan också, enligt min mening, endast giva stöd för denna uppfattning. De här avbildade strängarna kunna svårigen anses vara utskott från kärnmembranen, som LIDFORSS menat (Se LIDFORSS, s. 7.)

I detta sammanhang anser jag mig även böra framhålla, att de trådlika protoplasmabildningar, som förekomma hos denna växt, liksom hos alla andra av mig undersökta växter i levande eller väl fixerade celler alltid äro raka och göra intryck av att vara starkt spända (se fig. 9). Hos de av LIDFORSS lämnade figurerna (se fig. 10) synas emellertid dessa trådar ofta hava ett ganska oregelbundet förlopp. Detta torde sannolikt bero på att de preparat som förelegat varit oförsiktigt behandlade med glycerin. Flerfaldiga gånger har jag nämligen kunnat iakttaga, att plasmasträngar, som i fixerade och färgade i vatten inneslutna preparat haft det normala utseendet vid tillsats av ren glycerin eller till och med blott genom täckglasets tyngd fått samma oregelbundna förlopp som i de av LIDFORSS avbildade cellerna.



De av MALTE (1910, s. 38) hos *Mercurialis annua* observerade trådlika kärnutskotten hava vid närmare undersökning av levande materiel också av samma skäl som i det föregående anförts, visat sig vara vanliga plasmasträngar.

I epidermisceller från stammen hos *Mercurialis annua*, vilka fixerats enligt LIDFORSS metod och färgats med fuchsin-jodgrönt, framträda de av MALTE<sup>1</sup> beskrivna trådarna mycket tydligt. Oftast bilda de ett rikt förgrenat nätverk, som utfyller hela cellens lumen, något som även MALTE (1910, s. 38) iakttagit. Där så är fallet anser han det vara möjligt, »att nätet icke enbart är av kinoplasmatiskt ursprung, utan till en del uppbyggt av vanlig trophoplasma». Någon skarpt utpräglad eller ens antydd gräns mellan nätverkets kino- och trophoplasmatiska element finnes nämligen icke, enligt MALTES mening.

I celler, som varit utsatta för låg temperatur, kan man ävenledes här konstatera, att alla eller åtminstone de flesta strängarna försvunnit. När de vid stigande temperatur återbildas, sker detta ibland på helt andra ställen i cellen än vid cellkärnan. Till sist komma dock en stor del genom att förflytta sig längs utmed väggplasmata eller andra strängar att ansätta vid kärnan<sup>2</sup>. Många gånger har jag kunnat konstatera att cellkärnan vars begränsning mot cytoplasman vanligen är mycket tydlig under hela tiden plasmasträngar utbildas, behåller sin form fullständigt oförändrad.

Först sedan ett större antal strängar kommit att ansätta på den del av cytoplasman, som ligger kärnan närmast kan dess form i någon mån förändras.

Vad MALTE beskrivit som kärnmembran kan icke hava varit ett morfologiskt differentierat gränsskikt mellan kärna och cytoplasma, utan har säkerligen också varit en anhopning av cytoplasma kring den i vakuolen inträngande cellkärnan. Någon egentlig kärnmembran har jag nämligen icke heller här kunnat iakttaga, ehuru kärnan i en del fall även i levande celler visat sig vara tydligt avgränsad från cytoplasmat.

De av LIDFORSS observerade kinoplasmatiska kärnutskotten i bladedidemiscellerna hos *Aucuba japonica*, *Bellis perennis*, *Lamium purpureum*, *Pyrola secunda*, *Senecio vulgaris*, *Sempervivum arboreum* och *Rumex acetosa* hava också vid närmare undersökning visat sig vara vanliga cytoplasmasträngar, som ansatte vid det cytoplasma, som omgiver den i vakuolen antingen genom plasmasträngar upphängda eller från väggplasmata inträngande cellkärnan.

### **Hyacinthus orientalis.**

Ett särskilt intresse erbjöd naturligtvis studiet av de »kinoplasmatiska upphängningstrådar», vilka MIEHE iakttagit i bladedidermiscellerna hos denna växt. Såsom i det föregående redan framhållits ansåg sig ju MIEHE (1899) hava fastställt,

<sup>1</sup> Maltes undersökningar hava uteslutande företagits på fixerat material emedan kärnans ringa dimensioner »enligt hans mening göra en undersökning av levande materiel ganska vanskligh». (S. 37).

<sup>2</sup> Angående orsaken härtill se Berthold (1886, s. 146).



att cellkärnorna, som här oftast äro utdragna i 3 eller 4 utskott (»Zipfeln») vid dessa utskott kontinuerligt övergingo i fina trådar, vilka antingen förlöpte till protoplasmats hudskikt eller också tycktes upplösas i ett nätverk av kinoplasma. (Es hatte den Anschein »als ob sie unmittelbar an das schwach hervortretende kinoplasmatische Fasernetz angeschlossen.») Dessa trådar skulle enligt MIEHE (s. 388) vara tydligt avgränsade gent emot det övriga cytoplasmat (»gegen den wabigen Bau des Trophoplasmas deutlich abgesetzt»), och då de dessutom också färgades

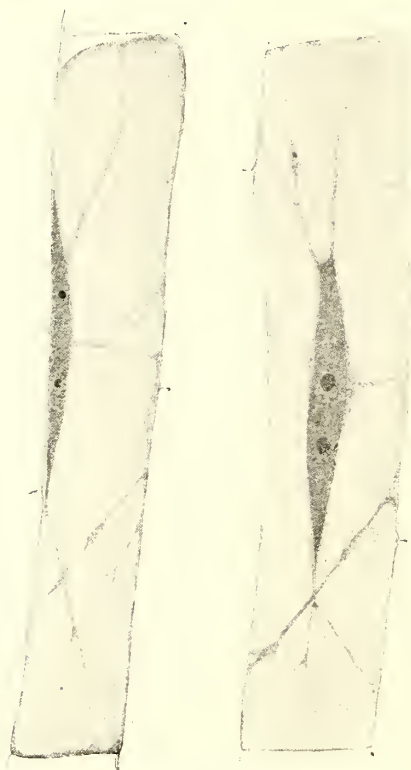


Fig. 11. Två bladerpidermisceller av *Hyacinthus orientalis* med väl utbildade plasmasträngar. Förstoring ung. 800. Fixering: osmiumalkohol.



Fig. 12. Bladerpidermiscell av *Hyacinthus orientalis* enligt MIEHE (fig. 11).

violett vid färgning med S-G-O, ansåg MIEHE dem böra betecknas som »kinoplasmatiska» upphängningstrådar.

LIDFORSS har också såväl på levande som fixerat material iakttagit dessa kinoplasmasträngar (1908, s. 22) och menar, att de äro identiska med de av honom hos andra växter iakttagna kärnutlöparna (s. 32).

Även dessa kinoplasmatiska kärnutlöpare visade sig emellertid vid närmare undersökning vara vanliga cytoplasmasträngar, som ansatte vid det cellkärnan omgivande cytoplasmat. Vid mycket hög förstoring kunde jag både på levande och fixerat material utan större svårighet konstatera, att de från cellkärnan utlöpande trådlika

bildningarna åtminstone i de allra flesta fall genomsatte vakuolen och således icke voro trådlika differentieringar i en annorlunda beskaffad grundsubstans. Liksom de av MIEHE avbildade kinoplasmatiska upphängningstrådarna voro även dessa strängar här och var förtjockade (se fig. 11). Utom de strängar, som ansatte vid det cellkärnan omgivande cytoplasmat fanns här vanligen också ett antal sådana, som förlöpte mellan tvänne motsatta cellväggar. De sistnämnda trådarna visade sig emellertid vara fullständigt identiska med de förra (se fig. 11).

Det finnes också här enstaka till väggplasmata bundna trådstrukturer. Att riktigt säkert avgöra deras lokalisation har på grund av cellernas byggnad här varit omöjligt. Då de emellertid i flera fall visat sig stå i direkt sammanhang med vakuolen otvivelaktligen genomkorsande strängar, och då jag dessutom sett dem direkt omvandlas i sådana på samma sätt som hos *Ranunculus Lingua* (se sid. 14) drar jag ej i betänkande att antaga, att de måste hava varit i vakuolen inträngande veckliknande plasmaanhopningar av det slag vi i det föregående åtskilliga gånger påträffat.

I snitt som undersökas i vatten eller 5 % rörsockerlösning råkar plasmata ofta i en mer eller mindre tydlig cirkulerande rörelse, varvid också strängarna beständigt ändra gestalt och riktning liksom hos *Ranunculus Lingua* (denna avh. s. 12). De omnämnda spolförmiga ansvällningarna förflyttas från en cellvägg till en annan och redan förhandenvarande strängar försvinna genom att sammansmälta med väggplasmata under det att andra uppstå därur på förut skildrat sätt (se s. 11).

Att dessa strängar icke, som MIEHE menat (s. 388) ansätta vid hyaloplasmat är i synnerhet i yngre relativt plasmarika celler lätt att konstatera och framgå ju också tydligt av fig. 11.

Återstår nu blott att undersöka dessa bildningars förhållande till cellkärnan. Som åtskilliga gånger redan påpekats hava såväl MIEHE som LIDFORSS framhållit, att de kinoplasmatiska upphängningstrådarna skulle vara bildade av samma substans som kärnmembranen. Även här råder emellertid fullständigt samma förhållande som hos *Ranunculus Lingua*. En kärnmembran i vanlig mening står i levande eller med osmium-alkohol fixerade celler ej att upptäcka (fig. 12), och vad som vid ytligt studium kan te sig som en sådan, har vid närmare undersökning blott visat sig vara det cytoplasma, som omger den i vakuolen inträngande kärnan.

Den av MIEHE lämnade figuren (fig. 10 i detta arbete) tyckes ju emellertid vid bestämt tala för riktigheten av hans uppfattning angående de s. k. kinoplasmatiska upphängningstrådarnas förhållande till hyaloplasma och kärnmembran. Jämför man denna figur, som är hämtad från ett snitt, som fixerats med FLEMMINGS lösning, med de bilder man har i de levande celler eller i sådana, som fixerats med osmium-alkohol, kan man lätt konstatera, att såväl protoplasma som kärna i den av MIEHE avbildade cellen äro synnerligen starkt deformerade. Det är därför omöjligt att avgöra, om icke i den levande cellen strängarna förhållit sig på samma sätt till cellkärna och hyaloplasma, som jag funnit vara fallet.

Att detta mycket väl kan hava varit förhållandet framgår av följande experiment. Till ett snitt av bladets epidermis, i vars celler ett väl utbildat nätverk av genom vakuolen förlöpande strängar var förhanden, sattes några droppar FLEMMINGS lösning. Så snart denna inträngde i cellerna uppstodo högst betydande förändringar. Cytoplasmat, vars grundsubstans förut var hyalin, blev tydligt granulerat och cellkärnan, som i levande celler är fingranulerad, blev förvandlad till en grovgranulerad massa. Dessutom kontraherade sig kärnan ganska betydligt. I en del celler skrumpnade hela protoplasten ungefär på samma sätt, som MIEHE avbildat det och att i detta fall få en riktig uppfattning angående strängarnas natur torde vara så gott som omöjligt.

Även i lökfjällen hos *Hyacinthus orientalis* skulle det enligt LIDFORSS (s. 20—21) förekomma kinoplasmasträngar, vilka, som han här mycket tydligt framhåller, icke äro vanliga plasmatrådar utan verkliga kärnutskott (»wirkliche Kernfortsätze, die offenbar mit den kinoplasmatischen Aufhängefasern in den Epidermiszellen homo-

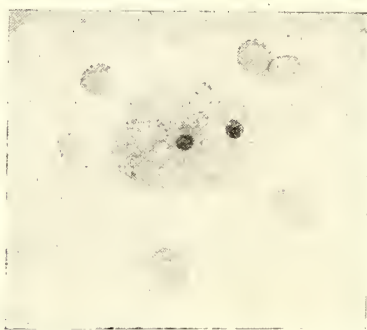


Fig. 13. *Hyacinthus orientalis*. Cellkärna från lökfjäll med »vibrioidlika bildningar». Förstoring 880. Efter levande material.

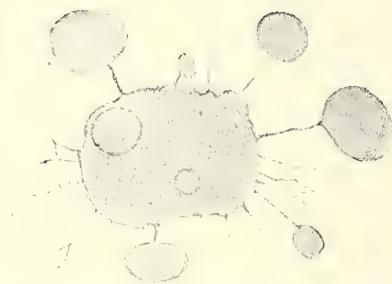


Fig. 14. *Hyacinthus orientalis*. Cellkärna från lökfjäll enligt LIDFORSS.

log sind»). Dessa trådar angivas av LIDFORSS (s. 20) som »entweder dünne Fäden, deren Natur als Membranfortsätze ganz augenfällig ist oder es sind dickere Stränge, die wenigstens in ihren basalen Enden wirklich Kernsubstanz einschliessen und erst weiter centrifugalwärts nur aus erythrophiler Membransubstanz bestehen». Endast genom ett allt för ensidigt studium av fixerat material kan man emellertid komma till en sådan uppfattning angående de från cellkärnan utstrålande strängarnas natur.

Vid undersökning av levande celler med användning av relativt hög förstoring kan man nämligen utan svårighet konstatera, att även dessa »kinoplasmastrådar» — liksom hos *Ranunculus Lingua* — kunna vara av två slag, nämligen dels vanliga plasmasträngar och dels ett slag av vibrioidliknande bildningar (fig. 13). Särskilt tydligt framträder detta under blomningstiden på våren, då nämligen cellerna äro mindre stärkelsesrika. De omtalade vibrioidliknande bildningarna ligga ofta anhopade kring cellkärnan och färgas av fuchsin-jodgrönt tydligt röda (se fig. 11 o. 12) varför jag icke anser det för uteslutet, att det kan vara sådana fibriller LIDFORSS menar, då han (s. 20) talar om fina trådar, som skulle förbinda kloroplasterna med



kärnmembranen<sup>1</sup>. Understundom saknas emellertid dessa fibriller och det förekommer då blott ganska grova strängar, vilka av skäl som förut anförts (s. 12—14) visat sig vara vanliga cytoplasmasträngar.

Någon verklig kärnmembran har även med de högsta förstoringar icke heller här kunnat iakttagas, varken i oskadade levande celler eller i sådana, som fixerats med fuchsin-jodgrönt. Det rödfärgade hölje, som ofta anträffas kring kärnan, är icke ett gränsskikt mellan kärnsubstansen och cytoplasmat, vilket man i många fall, i synnerhet i stärkelsefattiga celler relativt lätt kan konstatera. Kärnans utseende är för övrigt här mycket varierande. Ibland är den myntlikt utplattad med mycket ojämna kanter, men ibland alldeles klotrund och med jämn kant. För öfrigt torde det böra framhållas att kärnsubstansen ofta inskjuter i de grövre strängarnas basala delar. Om detta beror på en aktiv gestaltningförmåga hos kärnan eller om denna pseudopodiebildning är en från kärnans sida rent passiv företeelse och en följd av den i strängarna rådande spänningen låter sig svårigen avgöras.

Enligt MIEHE (1899, s. 386) skulle ju cellkärnornas spolforn i bladerpidermisceller hos *Hyacinthus orientalis* vara en tvångsform, som berodde på förekomsten av de vid hyaloplasmat fastväxta kinoplasmatiska upphängningstrådarna. Att detta MIEHES antagande icke kan vara riktigt framgår redan därav, att strängarna icke ansätta vid hyaloplasmat utan vid den mot vakuolen vettande delen av väggplasma, längs vilket de för övrigt lätt synas kunna förskjutas. Men ännu tydligare blir detta, om man undersöker celler, i vilka plasmasträngarna t. ex. genom inverkan av låg temperatur bringats att försvinna. Trots att plasmasträngar här fullständigt saknas, hava kärnorna icke antagit klotform utan äro fortfarande spolfornade.

### **Hæmanthus coccineus.**

I bladens epidermisceller framträda de av LIDFORSS beskrivna trådlika kärnutlöparna synnerligen tydligt.

Vid undersökning av levande material med hög förstoring kan man i regel med lätthet konstatera, att de från cellkärnan utstrålande strängarna genomsätta vakuolen samt att de i samband med protoplasmaströmningen undergå förändringar av samma slag som cytoplasmasträngarna hos *Tradescantia virginica* (HOFMEISTER, 1867, s. 36). Dessa strängar äro alltid i levande celler raka och förlöpa aldrig på det sätt som LIDFORSS (1908, fig. 31 o. 32) avbildat dem.

Cellkärnan är vanligen alldeles klotrund eller myntliknande och ofta upphängd i saftrummet förmedelst plasmasträngar. I unga celler förekomma invid densamma även cytoplasmaanhopningar, som vid färgning med fuchsin-jodgrönt färgas ganska starkt röda.

Det cytoplasmaskikt, som av LIDFORSS beskrives som kärnmembran, visade sig även här icke vara en kärnmembran i vanlig mening utan liksom hos förut i detta

<sup>1</sup> Dessa fibriller ligga ofta anhopade kring cellkärnan.



hänseende undersökta växter en cytoplasmamantel kring den i vakuolen inträngande eller upphängda cellkärnan. Från detta hölje är kärnan vanligen tydligt avgränsad (se LIDFORSS, fig. 30), men ett morfologiskt differentierat gränsskikt står ej att upptäcka varken i levande celler eller i sådana, som fixerats efter osmium-alkoholmetoden. Vid användande av FLEMMINGS lösning uppkommer även här en tydlig kärnmembran.

Utsättas dessa celler för abnormt låg temperatur (t. ex.  $\pm 0^{\circ}$  C.) under en kortare tid, försvinna samtliga de genom saftrummet förlöpande strängarna genom att indragas i väggplasmat varjämte plasmaströmningen upphör. Om temperaturen därpå



Fig. 15. Epidermisceller från ett ungt blad av *Hemanthus coccineus*,  $18^{\circ}$  temp. Förstoring 635. Fixering: osmium-alkohol.

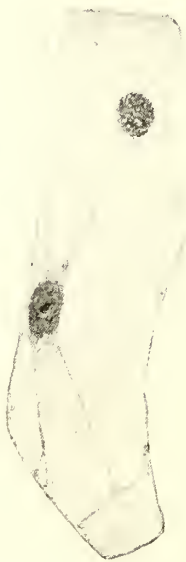


Fig. 16. Epidermiscell från blad av *Hemanthus coccineus* efter LIDFORSS (fig. 31).

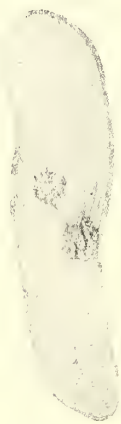


Fig. 17. Epidermiscell från samma blad som fig. 15.  $7^{\circ}$  temp. Förstoring 635. Levande.

får stiga till vanlig rumstemperatur, inträder snart en livlig plasmaströmning. Här och där i väggplasmat uppstå också liksom hos *Ranunculus Lingua* trådlika förtjockningar, av vilka en del på förut beskrivet sätt (sid. 14) giva upphov till strängar, som genomkorsa saftrummet. Fig. 17 är hämtad från en cell där strängar hålla på att bildas. I cellernas hörn och kring cellkärnan utbildas också vakuoler<sup>1</sup>, vilka på förut beskrivet sätt (se s. 20) kunna ge upphov åt plasmasträngar. Under hela tiden trådar utbildas, undergår kärnan ej några mera betydande formförändringar.

<sup>1</sup> Framgår ej av figuren.

**Tulipa gesneriana.**

De i bladens epidermisceller av LIDFORSS (s. 23—24) iakttagna kinoplasmasträngarna hava även här visat sig vara identiska med vanliga cytoplasmasträngar. Kärnan är i regel tydligt avgränsad från det omgivande cytoplasmat, vilket framgår av LIDFORSS' egen figur (1908, fig. 21), men något tydligt gränsskikt (membran) mellan cytoplasma och kärna förekommer ej, och vad LIDFORSS här beskrivit som kärnmembran kan icke hava varit annat än en cytoplasmamantel kring den i vakuolen mycket ofta upphängda kärnan.

Ett speciellt intresse erbjöd studiet av de av LIDFORSS (1908, s. 24—25 samt fig. 22 och 23) i lökfjällens vävnader iakttagna kinoplasma-anhopningarna kring cellkärnan.



Fig. 18. Cell med i vakuolen upphängd kärna, från löken av *Tulipa Gesneriana*. Förstoring 660. Fixering: osmium-alkohol.

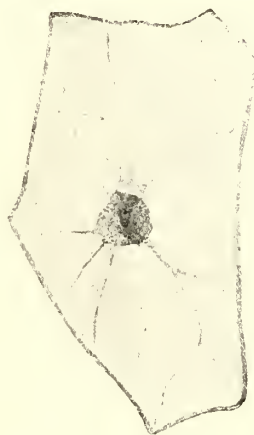


Fig. 19. Cell från samma vävnad som i föregående figur enligt LIDFORSS (fig. 23).

I det yttersta cellskiktet skulle enligt LIDFORSS endast förekomma ett tunnt kinoplasma-hölje kring kärnan (= kärnmembranen), vilket emellertid i de längre in belägna stärkelsefria resp. stärkelsefattiga cellskikten blir mera tydligt utbildat »so dass sie bald als eine dicke Hülle, bald als ein dem Kern einseitig angewachsenes Gebilde sichtbar wird». I de längre in belägna skikten visade sig dessa bildningar grovgranulerade, beroende på inlagring av leukoplaster. Dylika »leukoplasthaltiga kinoplasma-massor» har jag upprepade gånger varit i tillfälle iakttaga. Ingående undersökningar av desamma hava emellertid, såsom av det följande framgår, givit vid handen, att de antingen bestå av hopgyttrade leukoplaster, eller också av en anhopning av cytoplasma kring i vakuolen belägna cellkärnor.

I stärkelsefria resp. stärkelsefattiga celler ligga leukoplasterna i systrophe och vanligen kring cellkärnan. Vid tillsats av jodkalium färgas de tydligt gula utom

då stärkelsekorn förefinnas, då de naturligtvis färgas blå. I celler, som fixerats efter osmiumalkohol-metoden och färgats med fuchsin-jodgrönt, bliva dessa leukoplastklumpar färgade starkt röda. Att det emellertid är själva leukoplasterna och ej plasmat som omgiver dem, som sålunda färgas, kan man lätt övertyga sig om i celler, där dessa leukoplaster icke ligga så tätt anhopade som i de celler, LIDFORSS avbildat. Då kan man nämligen utan svårighet konstatera, att endast leukoplasterna och icke det omgivande plasmat färgas rödare än det övriga cytoplasmat.

Utom dessa leukoplasthopar förekomma i fixerade och färgade celler även rödfärgade bildningar av annan natur, vilka kunna uppträda på samma sätt, som de av LIDFORSS beskrivna kinoplasmabildningarna. Cellkärnan är, som redan framhållits i dessa celler oftast upphängd i vakuolen medelst plasmasträngar (fig. 18) och är då ofta omgiven av ganska betydande cytoplasmamassor. Liksom det väggställda cytoplasmat färgas dessa tydligt röda vid färgning med fuchsin-jodgrönt.

Dessa ofta ganska tjocka plasmahöljen kring kärnan äro tydligt avgränsade från den blåfärgade kärnsubstansen, men ett morfologiskt differentierat gränsskikt (= kärnmembran i vanlig bemärkelse) har jag aldrig kunnat iakttaga vid fixering med osmium-alkohol och färgning med fuchsin-jodgrönt. En sådan framträder först i skadade celler eller vid fixering med andra fixeringsmedel.

### ***Orchis angustifolia.***

De av LIDFORSS i bladen hos *Galanthus nivalis* och *Scilla sicula* samt i rotknölnarna hos *Orchis angustifolia* iakttagna kinoplasmatiska kärnutskotten hava också vid närmare undersökning av samma skäl som förut angivits (se under *Ranunculus Lingua*) visat sig vara identiska med vanliga cytoplasmasträngar.

Vad *Orchis* beträffar, har redan LIDFORSS själv framhållit, att plasmasträngarna ofta voro så tjocka, att han själv mycket tvivlade på, om man här verkligen var berättigad att tala om kinoplasmatiska förbindelsestrådar (s. 27). Fastmer antager han, att dessa strängar skulle bestå både av kinoplasma och trophoplasma. Som stöd för detta antagande anför LIDFORSS, att han i dessa strängar ibland kunnat iakttaga tydligt differentierade kinoplasmatrådar (»in dem die dicken Trophoplasmastränge von feine central verlaufenden Kinoplasmafäden durchsetzt waren»).

Dylika i grövre plasmasträngar förekommande fibriller har jag ofta iakttagit icke blott hos denna utan också hos flera andra växter såsom t. ex. *Ranunculus Lingua* (barkparenchym), *Solanum tuberosum* (reservnäringsceller).

Liksom de (sid. 18) förut omnämnda vibrioidlika strukturerna hos *Ranunculus Lingua*, äro de alltid lokaliserade till cytoplasmat. Bäst utbildade finner man dem i celler, vars plasma är statt i en livlig rörelse, där vanligen fibrillernas längdriktning sammanfaller med plasmaströmmarnas.

Liknande trådstrukturer i strömmande plasma hava också beskrivits av andra forskare t. ex. FROMMANN (1880, s. 32), WIGAND (1885, s. 178), BERTHOLD (1886, s. 120) m. fl. Enligt HABERLANDT (1901) skulle ju de av NEMEC (1901) beskrivna retningsledande strukturerna vara bildningar av detta slag.

Efter vad som förut anförts angående de av LIDFORSS beskrivna »kinoplasmatiska förbindelsestrådarna» förstår man lätt, att dessa nu senast omnämnda i cytoplasmat suspenderade fibrillerna icke kunna vara identiska med dem.

### **Tradescantia virginica.**

I fixerade och färgade snitt av stjälkens epidermisceller eller den där under liggande kollenchymartade vävnaden, finner man ofta trådlika strukturer, som vid flyktig granskning synes vara kinoplasmasträngar i LIDFORSS' mening, d. v. s. direkta trådlika i cytoplasmat förlöpande utskott från kärnmembranen. Vid noggrannare undersökning med hög förstoring visar det sig emellertid, att dessa strängar såväl i fråga om lokalisation och uppkomstsätt, som också i sitt förhållande till cellkärna resp. kärnmembran äro identiska med dem, som förekomma i ståndarhåren, och således vanliga cytoplasmasträngar.

I de yngre plasmarika cellerna från själva internodierna äro de i äldre celler tunna plasmasträngarna ersatta med breda plasmabryggor, som skilja de små vakuolerna åt. Cellkärnan är här vanligen belägen i en i cellens mitt befintlig rödfärgad cytoplasmamassa. Ju äldre cellerna äro, desto mindre bliva dessa plasmamassor och i utvuxna celler utgöras de blott av ett ytterligt tunt hölje. Något morfologisk differentierat gränsskikt mellan kärna och cytoplasma finnes ej.

Här har man således, liksom hos *Ranunculus Lingua* en kontinuerlig övergång mellan en bred plasmamassa och det tunna hölje, som av LIDFORSS betecknats som kärnmembran.

I celler, som skadats blir kärnans innehåll grovgranulerat, och innanför cytoplasmahöljet uppträder då i regel en tydlig kärngräns (kärnmembran). Denna är utan tvivel en artefakt. Fixerar man snitt med FLEMMINGS lösning, chromsyra, alkohol-ättiksyra eller andra fixeringsmedel, som verka starkt deformerande på cellkärnan, uppträder även en dylik membran.

### **Selaginella Martensii.**

I barkparenchymet hos denna växt har HABERLANDT redan år 1888 påvisat ett slag av förbindelsestrådar mellan kloroplasterna.

Då LIDFORSS (1908, s. 28) vid sina undersökningar över kinoplasmatiska förbindelsestrådar kunde konstatera, att »der längliche Zellkern bipolar in kinoplasmatische Ausläufer ausgezogen ist, welche in ihrem weiteren Verlaufe mit den von HABERLANDT abgebildeten, die Chloroplasten verbindenden Plasmasträngen identisch sind»,



drog han därav den slutsaten, att dessa trådlika strukturer skulle höra till samma kategori, som de kinoplasmatiska förbindelsestrådarna hos andra växter.

Genom mina i det föregående framlagda undersökningar över de kinoplasmatiska förbindelsestrådarnas uppkomst och lokalisation, blir det emellertid utan vidare klart, att detta LIDFORSS antagande icke kan vara riktigt.

HABERLANDT har ju redan själv visat, att förbindelsestrådarna hos *Sellaginella* tillhöra kloroplasterna, och att de uppstå genom ofullständig delning av dessa (1888, s. 302). De av LIDFORSS hos andra växter iakttagna förbindelsestrådarna hava däremot visat sig tillhöra cytoplasmat och uppkomma ju också på helt annat sätt (se denna avh. s. 14).

De hos *Asplenium decussatum* och andra ormbunkar av LIDFORSS iakttagna kinoplasmatiska förbindelsestrådarna mellan cellkärna och kromatoferer hava också vid närmare undersökning visat sig vara identiska med vanliga cytoplasmasträngar.

### Sammanfattning.

De i denna del offentliggjorda undersökningarna hava avsett att vinna en mera ingående kännedom om de trådlika protoplasmabildningar, som i den botaniska litteraturen betecknats som «kinoplasmatiska upphängningstrådar» (MIEHE 1899) och «kinoplasmatiska förbindelsestrådar mellan cellkärna och kromatoferer», (LIDFORSS 1908).

Dessa kinoplasmatrådar har man förut (LIDFORSS 1908, s. 31) ansett vara särskilt differentierade plasmatrådar («besonders differenzierte Plasmafäden»), som antingen voro direkta kärnutskott, vilka utan synbar gräns övergingo i kärnan eller också utlöpare från kärnmembranen, samt bildade av samma substans som denna (eller åtminstone av en mycket närstående sådan).

Ingående undersökning av dessa strukturer i levande celler med hög förstoring har emellertid givit vid handen, att de icke äro utskott från cellkärnan eller dess membran och icke heller — på ett par undantag när (denna avh. sid. 16 och 24) — trådlika differentieringar (kinoplasmasträngar) i ett annorlunda organiserat cytoplasma (trophoplasma) utan i stället antingen genom vakuolen förlöpande cytoplasmasträngar eller också ett slag av band- eller trådlika i vakuolen inträngande veck på väggplasmat.

Genom att närmare studera dessa trådlika protoplasmabildningars lokalisation, uppkomstsätt och de förändringar desamma vid protoplasmaströmningen undergå, har författaren kunnat fastställa, att de måste vara identiska med s. k. vanliga plasmasträngar, d. v. s. de sedan länge bekanta trådlika protoplasmabildningar som förekomma i celler med cirkulerande protoplasma (MOHL 1846, SCHLEIDEN 1861, UNGER 1855, HOFMEISTER 1867, HANSTEIN 1880, m. fl.). Dessa trådar uppkomma med all sannolikhet icke som Lidforss (1908, s. 34) menat genom en växling av protoplasmats aggregationstillstånd (se även PFEFFER 1897, s. 38) utan deras

uppkomst får väl snarare sättas i samband med lokala differenser i ytspänningen i beröringsytan mellan cytoplasma och cellsaft (se s. 56).

Enligt dessa iakttagelser kan man ju endast vänta sig finna dylika trådar eller strängar i celler med relativt stor vakuol. Detta har också visat sig vara fallet (se denna avh. s. 12 samt LUNDEGÅRDH 1910, s. 368).

Det erytrofila hölje kring cellkärnan, från vilket dessa trådstrukturer utstråla och som av LIDFORSS (1908, s. 1) ansågs vara kärnmembranen, kan ej hava varit ett morfologiskt differentierat gränsskikt mellan kärna och cytoplasma (d. v. s. en kärnmembran i vanlig bemärkelse), emedan ett dylikt gränsskikt här aldrig med säkerhet kunnat fastställas, varken i oskadade levande celler eller i sådana, som fixerats och färgats på ovan (s. 9) beskrivet sätt.

Det rödfärgade cytoplasmahölje kring kärnan, som man här även med relativt låg förstoring kan iakttaga, har alltid vid närmare undersökning visat sig vara en av med det övriga cytoplasmat fullständigt identisk plasmaanhopning, som omgav den i vakuolen upphända eller från väggplasmata i densamma inträngande kärnan.

Liknande uppgifter, att kärnmembran skulle saknas, förekomma också i andra arbeten, t. ex. av RETZIUS (1881), BERTHOLD (1886, s. 50), METZNER (1896), FLEMING (1879, s. 308) ALBRECHT (1903) m. fl. Överhuvudtaget tyckes en kärnmembran sällan hava iakttagits i levande celler (se LUNDEGÅRDH 1912, s. 276).

I skadade celler och i sådana som fixerats med andra fixeringsmedel (alkohol, FLEMMINGS, CARNOY'S, KAISERS lösningar m. fl.) uppträder ofta en tydlig kärnmembran, vilken, som LIDFORSS redan framhållit (s. 33), med all sannolikhet är en artefakt. Då man under de sista årtiondena vid cytologiska undersökningar huvudsakligen använt sig av med ovannämnda föreningsmedel fixerat material, ligger det ju närmast till hands att antaga, att det varit en dylik kärnmembran, som man i vanliga fall observerat.

Att en med våra optiska hjälpmedel synbar kärnmembran således icke i allmänhet tyckes förekomma kring växternas cellkärna, behöver icke innebära att en diosmotiskt verksam fällningsmembran emellan cytoplasma och kärna skulle saknas. En sådan membran kan nämligen mycket väl vara så tunn, att den är osynlig även vid användande av de högsta möjliga förstoringar (BECHHOLD 1912, s. 258 ff.).

---

## II. Fysiologiska undersökningar.

### Inledning.

I föregående del hava vi ju åtskilliga gånger haft tillfälle omnämna, att den anordning av protoplasmat i band eller trådar, som så ofta visat sig kunna förekomma även i äldre relativt plasmafattiga växtceller, kan vara underkastad betydande förändringar och till och med under vissa betingelser fullständigt upphävas därigenom, att strängarna ingå i väggplasmata.

Att dylika konfigurationsförändringar kunna äga rum i växternas protoplaster, har man sedan länge haft sig bekant. Så framhåller t. ex. HANSTEIN år 1880 i sitt bekanta arbete »Das Protoplasma als Träger der pflanzlichen und thierischen Lebensverrichtungen», att man ofta förgäves får leta efter band och trådar i växtceller, där sådana eljest normalt bruka förekomma. »Nur der Primordialschlauch mit dem irgendwo angehefteten Zellkern ist zu finden, und der ganze Innenraum ist von Saft und sonstigen, nicht unmittelbar zum Protoplasma gehörigen Dingen erfüllt. Wir haben nun Grund, anzunehmen,» fortsätter HANSTEIN »das für die Mehrzahl aller pflanzlichen Gewebzellen beiderlei geschilderte Zustände mit einander wechseln. Fehlen also die inneren Bänder, so pflegen auch die körnchenführenden Ströme zu fehlen, und dann auch wohl im Primordialschlauch nicht stattzufinden. So erscheint der einfache, der innern Glieder entbehrende Zustand ein Stand der Ruhe zu sein, in welchen die Zelle tritt, indem sie die Bänder auf Zeit einzieht und den Umtrieb des plasmatischen Binnensaftes oder Enchylems zeitweise vielleicht ganz zum Stillstand bringt.»

Några experimentella stöd för denna sin uppfattning har emellertid HANSTEIN ej anfört.

Dock förelågo redan vid denna tidpunkt i arbeten av MOHL (1846), KÜHNE (1864) och HOFMEISTER (1867), en del iakttagelser över protoplasmats konfiguration, vilka delvis mycket väl kunnat användas såsom stöd för HANSTEINS antagande, att frånvaron av plasmasträngar skulle tyda på att cellerna befinna sig i ett vilostadium.

Så har t. ex. MOHL (spalt 91) visat, att plasmasträngarna försvinna, om cellerna utsättas för uttorkning, samt KÜHNE (s. 100 ff.) och HOFMEISTER (s. 55) att detsamma inträder vid abnormt låg temperatur.



Under de sista årtiondena hava dessa konfigurationsförändringar blott ett par gånger (KLEMM 1895, BORESCH 1914) varit föremål för undersökningar. Den moderna mikroteknikens framträdande och de storartade resultat, som man på cytologiens område till en början tack vare densamma lyckades ernå, resulterade, som bekant, under en lång följd av år i en viss obenägenhet för cytologiska studier av levande material. Att emellertid detta måste anses såsom en nära nog oundgänglig förutsättning härför framgår omedelbart därav, att vid fixering med de flesta fixeringsmedel det ofta av ytterligt tunna plasmasträngar bildade nätverket vanligen undergår så betydande förändringar (SCHWARZ 1892, s. 136), att det är så gott som omöjligt att få en riktig uppfattning av dess utseende i den levande cellen.

KLEMMS ovan citerade arbete över desorganisationsföreteelser i växtceller innehåller visserligen, såsom av det följande framgår, en hel del intressanta iakttagelser rörande de oss här intresserande konfigurationsförändringarna, men dels äro de här helt naturligt något ensidigt behandlade och dels hänföra sig KLEMMS iakttagelser, för så vitt det gäller dessa förändringar, till ett relativt begränsat material. Den kännedom man för närvarande har om protoplasmats anordning i utvuxna växtceller under olika betingelser är därför ganska ofullständig.

De undersökningar, för vilka i det följande redogöres, avse emellertid att komplettera de föreliggande äldre iakttagelserna för att vinna en mera ingående kännedom om de berörda konfigurationsförändringarna och deras orsaker.

Vid dessa undersökningar har kännedomen om den här förut refererade osmium-alkohol-metoden visat sig vara av synnerligen stor betydelse. Med denna metod låta sig nämligen, såsom redan framhållits, de allra finaste plasmasträngar på ett synnerligen naturtroget sätt fixeras. När det gällt att göra iakttagelser rörande plasmasträngarnas antal och utbildning i en vävnad under vissa givna betingelser, har jag vanligen använt mig av fixerat material, då det ju här varit lättare att få en riktig föreställning om plasmats konfiguration i ett givet ögonblick än hos levande material, där plasmasträngarna undergå ständiga förändringar, och där sådana för övrigt i många fall uppstå i följd av de förändrade förhållanden, för vilka cellerna vid mikroskopiska undersökningar bliva utsatta (se Dehnecke Flora 1881, s. 12).

Som undersökningsmaterial har jag dels använt samma objekt som vid de i föregående del framlagda undersökningarna och dels en del av de för protoplasma-studier klassiska objekten, såsom t. ex. hår av *Cucurbita pepo*, *Momordica elaterium* och *Urtica dioica*, ståndarhår av *Tradescantia virginica* och rothår av *Trianea bogotensis* m. fl.



## Temperaturesens inflytande på protoplasmats konfiguration.

### A. Låg temperatur.

Att de trådlika protoplasmabildningar, som så ofta anträffas i äldre, med relativt stor vakuol försedda växtceller, vid låg temperatur kunna undergå betydande förändringar, har man sedan länge haft sig bekant. Redan år 1864 lyckades nämligen KÜHNE (s. 100) konstatera, att plasmanätet i ståndarhåren hos *Tradescantia virginica* vid hastig avkylning i luft till  $-14^{\circ}$  sönderföll i ett stort antal runda plasmaklumpar. Då temperaturen åter fick stiga, råkade dessa i livlig rörelse och började efter några minuter sammanflyta till större plasmamassor, vilka till slut även förenade sig med varandra, så att efter 10 minuter det ursprungliga nätverket av strängar hade återställts.

Detta försök har senare återupprepats av HOFMEISTER (1867, s. 54) med samma resultat. HOFMEISTER har emellertid också iakttagit (sid. 55), att plasmasträngarna i ståndarhåren hos *Tradescantia* även kunna försvinna genom att indragas i väggplasmats, om dessa hår under en längre tid utsätts för omkring  $0^{\circ}$  temperatur. »Bei *Cucurbita*» fortsätter HOFMEISTER, »wird unter gleichen Verhältnissen das Protoplasma zu einen durch zahlreiche Vacuolen schaumigen Wandbelege. Nach 15—30 Minuten Aufenthalt in einer Temperatur von beiläufig  $+18^{\circ}$  C. stellt sich die normale Anordnung des Protoplasma zu einem Netzwerk von Strängen und die Strömung in denselben wieder her.»

Enligt KLEMM (1895, s. 641), som ganska ingående studerat de vid abnormt låg temperatur inträdande konfigurationsförändringarna, skulle de av KÜHNE iakttagna förändringarna blott inställa sig, ifall cellerna utsätts för hastig temperatursänkning till en icke alltför låg temperatur ( $-6^{\circ}$ ). Drives en plötslig temperatursänkning ännu lägre ( $-13^{\circ}$ ), äga enligt KLEMM (s. 642) inga dylika förändringar rum. Detta får enligt mitt förmenande sättas i samband därmed, att vid en dylik temperatursänkning köldstelhet säkerligen så plötsligt inträder, att alla konfigurationsförändringar bliva omöjliggjorda <sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Av samma skäl behålla för plötslig temperatursänkning till  $0^{\circ}$  utsatta amöbor den form som de förut hade (VERWORN 1909, s. 464).

Vid långsamt skeende temperatursänkning skulle enligt KLEMM (s. 643) inga »abnorma» förändringar inträda. Endast plasmaströmningen blir allt långsammare för att till sist upphöra.

Det torde i detta sammanhang vara lämpligt påpeka, att LIDFORSS (1908, s. 34) även observerat, att i celler där vid rel. hög temperatur »kino»-plasmasträngar normalt äro förhanden, dessa vid låg temperatur voro dåligt utbildade. Däremot förorsakade värmetillförsel nästan alltid en förstärkning och numerisk ökning av dessa strukturer.

I det följande redogöres nu först för några experiment företagna i avsikt att närmare undersöka, hur plasmasträngarna förhålla sig i celler, som under någon tid

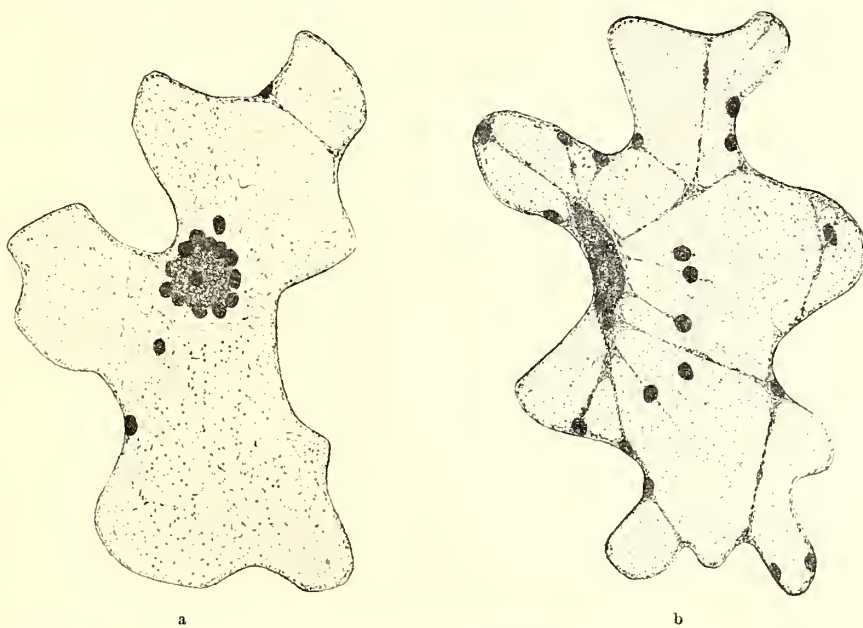


Fig. 20. Epidermisceller från ett och samma blad av *Ranunculus ficaria*; a vid en temp. av 0°, b vid 18°. Förstoring 880 ggr. Fixering: osmium-alkohol.

varit utsatta för låg temperatur. Dessa undersökningar hava företagits på ett sådant sätt, att lädering av cellerna i högsta möjliga mån undvikits.

#### Exp. 1.

Ett par stora individer av *Ranunculus ficaria* och *Anemone nemorosa* delades ungefär mitt itu. Den ena hälften av de båda plantorna planterades i jord i en glasburk, som ställdes i laboratoriet, där temperaturen var omkring 18° C. Den andra hälften av de båda plantorna planterades i en liknande glasburk, vilken placerades i ett kärl med vatten<sup>1</sup>. Detta senare nedsattes därpå i en köldblandning, vars temperatur var ungefär — 10° C. Isbildningen i det vattenfyllda kärlet, som var ganska stort, gick

<sup>1</sup> Båda glasburkarna voro klädda med fuktigt filterpapper och tillslötos med en vanlig, icke fullständigt tätt slutande kork, genom vilken en termometer kunde nedföras.

relativt långsamt, varför temperaturen här under en längre tid höll sig så gott som konstant vid omkring  $0^{\circ}$  för att sedan mycket sakta sjunka djupare.

Innan försöket påbörjades hade det konstaterats, att i samtliga epidermisceller ett väl utbildat nätverk av plasmasträngar var förhanden.

Temperaturen i den för kylförsöket använda glasburken sjönk ganska långsamt, så att densamma först ungefär efter  $\frac{1}{2}$  timme var nere vid  $+1^{\circ}\text{C}$ . Sedan de båda växterna under ytterligare 2 timmar varit utsatta för en temperatur, varierande mellan  $+1^{\circ}$  och  $-2^{\circ}$ , gjordes med en i det  $0^{\circ}$ -gradiga vattnet avkyld rakkniv snitt av epidermis från bladens undersida, vilka omedelbart fixerades med osmiumångor. Efter behandling med alkohol och färgning med fuchsin-jodgrönt kunde jag konstatera, att hos *Ranunculus ficaria* plasmasträngarna fullständigt försvunnit i så gott som samtliga epidermisceller (se fig. 20) samt att deras antal hos *Anemone nemorosa* högst betydligt reducerats. I ett flertal celler hade de även här fullständigt försvunnit. Cellkärnorna, som hos båda dessa växter vid försökets början, då plasmasträngar voro för handen, voro mer eller mindre tydligt spolförmiga, voro hos *Ranunculus ficaria* nu i de flesta celler alldeles klotrunda (se fig. 20), under det att de hos *Anemone nemorosa* ännu voro tydligt spolförmiga ehuru dock betydligt mera avrundade än vid en temperatur av  $18^{\circ}\text{C}$ . Kloroplasterna hade hos båda anhopat sig kring kärnan.

I blad, som efter temperatursänkningen utsatts för  $18^{\circ}$  temperatur, hade efter  $\frac{1}{2}$  timme åter ett mycket rikt förgrenat nätverk av strängar utbildats.

## Exp. II.

Groddplantor av *Impatiens parviflora*.

Samma försöksanordning som i föregående experiment.

Vid  $0^{\circ}$  temperatur, hade så gott som alla de vid  $15^{\circ}$  i epidermiscellerna från hjärtbladens undersida förhandenvarande plasmasträngarna försvunnit. Cellkärnan, som under normala förhållanden är synnerligen lång och smal, hade blivit kortare och bredare, ehuru den dock ej fullständigt förlorat sin spolförm.

Då temperaturen åter fick stiga till  $15^{\circ}$  utbildades ett rikt förgrenat nätverk av plasmasträngar.

Liknande experiment hava företagits med ett flertal andra objekt, såsom t. ex. *Aucuba japonica* (svampparenchym), *Mercurialis annua* (epidermis från stjälken), *Momordica elaterium* (hår), *Ranunculus Nyssanus* (bladeperidermis), *Solanum tuberosum* (reserv-näringsceller, se denna avh. s. 40), *Vicia phaba* (bladeperidermisceller) m. fl.

Vid dessa experiment har temperatursänkningen gått relativt långsamt och vanligen icke drivits lägre än till omkring  $-2^{\circ}$ , vid vilken temperatur de olika objekten fått förbliva under minst 2 timmars tid. Plasmasträngarna, vilkas antal innan försökets början genom undersökning av ett större antal snitt så noggrant som möjligt fastställdes, visade sig i de allra flesta fall hava fullständigt försvunnit, eller också hade deras antal åtminstone betydligt reducerats.

Ett ytterligare bevis för att plasmasträngar saknas vid låg temperatur utgöra följande iakttagelser. Vid tillfällen, då temperaturen i Lund under mars eller april månader



kl. 9 f. m. varit ett par grader under  $0^{\circ}$  ( $-2^{\circ}$  till  $-4^{\circ}$ ), gjordes ute i det fria med en rakkniv snitt av en del på en skuggig plats växande frilandsväxter och av sådana organ, i vars celler jag genom en längre tids erfarenhet visste, att plasmasträngar vid relativt hög temperatur normalt brukar vara för handen. Dessa snitt fixerades ute på växtplatsen omedelbart i osmiumångor och nedlades därpå i en skål med 10 % alkohol, varefter de i laboratoriet härdades i starkare alkohol på vanligt sätt.

Med användande av detta förfaringssätt har jag flerfaldiga gånger hos nedan angivna objekt kunnat konstatera, att plasmasträngar vid en temperatur varierande mellan  $0^{\circ}$  och  $-4^{\circ}$  C. antingen fullständigt saknas, eller att deras antal i varje fall ytterligt reducerats.

Olika delar av följande växter hava på detta sätt undersökts, nämligen *Ane-mone nemorosa* och *Bellis perennis* (blad-epidermis), *Helleborus niger* (svamp-parenchym), *Ranunculus ficaria* och *Ranunculus Lingua* (bladepidermis); *Sambucus nigra* (fig. 21, assim. bark-parenchym), *Senecio vulgaris* (blad-epidermis), *Tradescantia virginica* (epidermis och assim. parenchym från stjälken, fig. 22) m. fl.

Kloroplasterna voro vid denna temperatur i regel anhopade kring cellkärnan, vilken åtminstone hos *Ranunculus Nyssanus*, *R. ficaria* och *R. Lingua* samt *Sambucus nigra* alltid var klotformig. Vid högre temperatur har densamma vanligen en mera ore-gelbunden form.

Ett sönderfallande av plasma-strängarna i små rundade kroppar på det sätt KÜHNE (1864, s. 100) beskrivit, har jag vid dessa undersökningar aldrig iakttagit.

Om dessa växter eller de undersökta delarna därav omedelbart efter snittens förfärdigande inflyttades i laboratoriet, där de placerades under en glasklocka, som fick stå i relativt svagt ljus vid  $18^{\circ}$ — $20^{\circ}$  temperatur, utbildades inom kort vanligen ett stort antal plasmasträngar.

Vid undersökning av samma objekt under olika tider på dagen ute i det fria vid  $12^{\circ}$ — $18^{\circ}$  C. voro alltid, som redan framhållits, plasmasträngar för handen. Även vid  $+5^{\circ}$ , ja ibland vid  $+2^{\circ}$  funnos i de flesta fall plasmasträngar, ehuru i mindre antal än vid  $18^{\circ}$  temperatur.

Det torde i detta samband böra framhållas, att åtskilliga försök gjorts för att noggrant fastställa den temperatur, vid vilken plasmasträngarna försvinna. Dessa

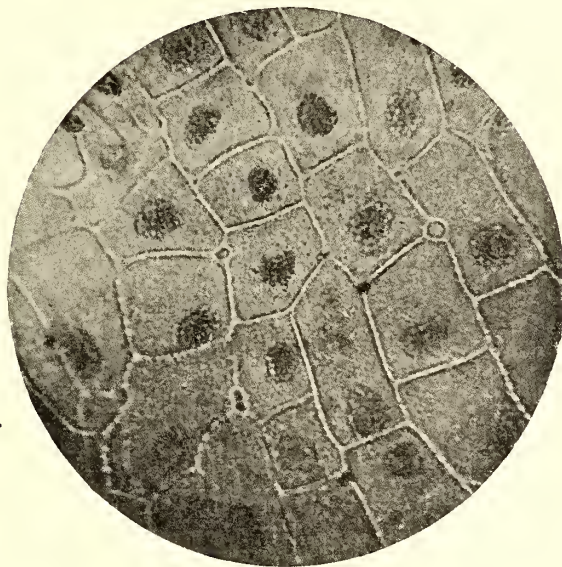


Fig. 21. *Sambucus nigra*. Celler från barkparenchymet vid  $-2^{\circ}$  temp. Förstoring 400 ggr. Fixering: osmium-alkohol. MATTSON foto.



undersökningar hava, som man kunde vänta, givit till resultat, att denna temperatur är mycket olika för olika växter. Så saknas t. ex. redan vid  $+5^{\circ}$  hos *Cucurbita pepo* (stjälkhår) i de flesta fall plasmasträngar, under det att de hos *Anemone nemorosa* (bladepidermis) försvinna först vid omkring  $0^{\circ}$ .

Av dessa undersökningar framgår ju med all önskvärd tydlighet, att protoplasmats anordning vid relativt låg temperatur är enklare än vid temperaturgrader, som ligga närmare den för växterna optimala temperaturen.

Hur KLEMM (1895, s. 641) kunnat komma till en motsatt uppfattning, att abnormalt låg temperatur i och för sig icke kan åstadkomma några väsentliga formförändringar har jag icke lyckats att förklara.

I detta sammanhang torde det också vara lämpligt omnämna, att det

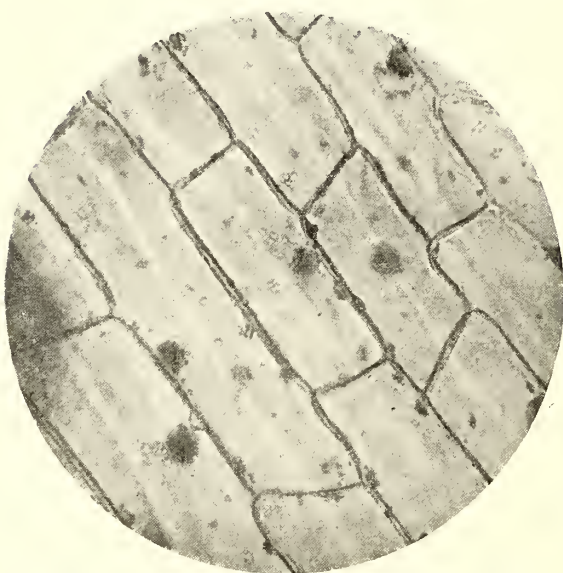


Fig. 22. Epidermisceller från stjälken av *Tradescantia virginica* vid  $0^{\circ}$  temp. Förstoring 300 ggr. Fixering: osmium-alkohol. MATTSON foto.

även vid högre temperatur, åtminstone inom vissa gränser, har kunnat påvisas ett bestämt samband mellan antalet plasmasträngar och temperaturen. Vid undersökning av *Ranunculus ficaria*, *Hemanthus coccineus*, *Tradescantia virginica* vid omkring  $+5^{\circ}$  temperatur och  $+25^{\circ}$  i mörker, fanns i regel vid  $+25^{\circ}$  ett ojämförligt större antal plasmasträngar än vid  $5^{\circ}$ . Dessa undersökningar företogs först sedan de ovan nämnda växterna under minst 12 timmar varit utsatta för konstant  $5^{\circ}$  resp.  $25^{\circ}$  temperatur.

De föregående undersökningarna hava ju också ådagalagt, att även vid långsamt skeende temperatursänkning betydande förändringar i protoplasmats konfiguration kunna äga rum. Detta bestyrkes också av följande experiment.

Ett övervintrande, med ett större antal submersa vinterblad försett individ av *Ranunculus Lingua*, som under ett par dagar förvarats i ett större kärl med vatten av  $+10^{\circ}$  temperatur, delades i två lika stora delar, av vilka den ena fortfarande fick ligga i vatten av  $+10^{\circ}$  temp. Den andra delen däremot nedlades i ett kärl, som vid försökets början även innehöll vatten å  $+10^{\circ}$ , men i vilket under ständig omröring isstycken nedlades, så att temperaturen efter 1 timme och 20 minuter hade sjunkit till omkr.  $\pm 0^{\circ}$ . Med en avkyld rakkniv gjordes från bladens och stjälkens epidermis snitt, vilka omedelbart fixerades med osmiumångor. Samtidigt gjordes snitt från samma vävnad av den del, som fått kvarligga i vatten å  $+10^{\circ}$  temp. Snitten härdades i alkohol på vanligt sätt och färgades med fuchsin-jodgrönt.

I snitten från den del, som utsatts för  $0^{\circ}$  temp., saknades plasmasträngar så gott som fullständigt, och cellkärnan hade också antagit en mera avrundad form. I snitt från den del av *Ranunculus*-plantan, som förvarats i vatten å  $10^{\circ}$ , funnos däremot — liksom vid försökets början — i varje cell ett större antal plasmasträngar, vilka till stor del ansatte sig vid cellkärnan.

Resten av den för låg temperatur utsatta delen av *Ranunculus*-plantan nedlades därpå i vatten å  $20^{\circ}$ . Efter  $\frac{1}{2}$  timme hade i bladens och i stjälkens epidermisceller ett rikt förgrenat nätverk av plasmasträngar utbildats.

Men även en relativt hastig temperatursänkning har i flera fall visat sig hava samma effekt, såsom av följande experiment framgår.

Ett stort blad av *Hæmanthus coccineus* delades mitt itu, varefter båda delarna under 5 timmars tid placerades under en med fuktigt filtrerpapper klädd glasklocka, som var insatt i en termostat, där temperaturen höll sig ungefär konstant vid  $+28^{\circ}$  C. Efter denna tid gjordes med en till samma temperatur uppvärmd rakkniv en del snitt av epidermis från de båda bladhalvornas över- och undersida, vilka på vanligt sätt omedelbart fixerades. I samtliga undersökta celler i dessa snitt funnos ett större antal plasmasträngar (se fig. 15).

Sedan bladhalvorna åter under 15 min. varit utsatta för  $28^{\circ}$  temp. överfördes den ena hastigt i en med fuktigt filtrerpapper klädd, ganska stor glasburk, i vilken temperaturen förmedelst en köldblandning nedbringats till ung.  $-1^{\circ}$ . Förmedelst en i glasburken nedsatt termometer kunde jag konstatera, att temperaturen vid bladets nedbringande steg något, för att sedan inom 5 min. åter sjunka till  $0^{\circ}$ . Efter 10 minuter, under vilken tid temperaturen i glasburken sjunkit till  $-1,9^{\circ}$ , gjordes med en till  $0^{\circ}$  avkyld rakkniv en del snitt av epidermisvävnaden från bladets över- och undersida, vilka fixerades på vanligt sätt. Samtidigt gjordes även snitt av den andra bladdelen, vilken fått kvarligga i termostaten.

I de förra snitten saknades plasmasträngar i cellerna så gott som fullständigt; i de senare voro sådana förhanden ungefär i samma antal som förut. Plasmasträngarna hade även här försvunnit genom att indragas i väggplasmata.

Även vid användande av levande tunna snitt (bladepidermis av *Tradescantia virginica* (fig. 23), *Ranunculus ficaria* och *Ranunculus Nyssanus*, samt hår av *Momordica elaterium*), vilka på det av KLEMM (1895, s. 642) beskrivna sättet utsattes för

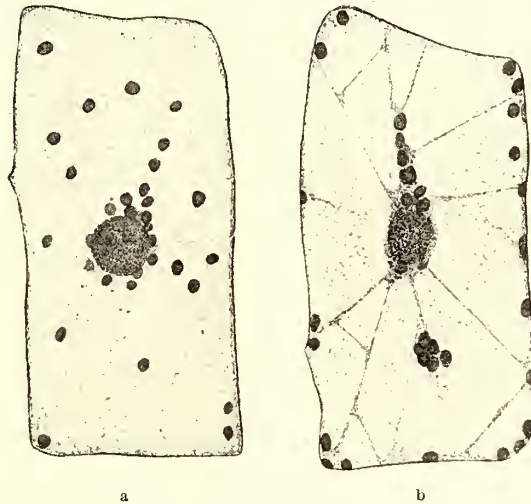


Fig. 23. Epidermisceller från stjälken av *Tradescantia virginica*; a från ett snitt, som plötsligt utsattes för  $-2^{\circ}$  temp. (se texten), b en cell från kontrollsnittet vid  $20^{\circ}$  temp. Förstoring 635 ggr.

Fixering: osmium-alkohol.

en plötslig temperatursänkning från  $20^{\circ}$  till  $-2^{\circ}$  har ett sönderfallande av plasmasträngarna i runda kroppar på det sätt KÜHNE (1864, s. 100) och HOFMEISTER (1867, s. 54) beskrivit, blott i sällsynta fall iakttagits. Den vanligaste vid låg temperatur inträdande förändringen i protoplasmats konfiguration är således utan tvivel, att strängarna indragas i väggplasmata.

I vissa fall har jag kunnat konstatera, att plasmasträngarna icke försvunnit trots en längre tids uppehåll vid låg temperatur, oberoende av om temperatursänkningen gått hastigt eller långsamt. Detta har t. ex. visat sig vara förhållandet med plasmasträngarna hos ett par av mig undersökta *Oedogonium*-arter, samt i vissa fall med de av LIDFORSS beskrivna »kino»-plasmasträngarna i lökfjällen av *Tulipa Gesneriana* och *Hyacinthus orientalis*, nämligen då dessa innehålla stora mängder reservnärning. Troligen får detta sättas i samband därmed, att plasmat i dessa celler är relativt trögflytande, så att konfigurationsförändringarna icke hinna att utföras innan köldstelhet inträder.

Följande iakttagelser utgöra ett stöd härför.

I potatisknölar, som några dagar legat vid rumstemperatur under en glasklocka i laboratoriefönstret, hade i de yttre, närmast korkvävnaden belägna cellagren, där leucoplasterna höllo på att grönska, en betydande nybildning av strängar ägt rum, och plasmat befann sig där även i jämförelsevis livlig rörelse. Dessa strängar försvunno åtminstone till en mycket stor del, om potatisen utsattes för  $-2^{\circ}$  temperatur. Däremot försvunno icke de ofta ganska grova plasmasträngar i de stärkelserika cellerna hos en annan potatis, som icke varit utsatta för ljus eller relativt hög temperatur. Detta står sannolikt även här i samband därmed att i det förra fallet plasma-rörelsen var relativt livlig, under det att i det senare plasmat var mycket trögflytande.

Plasmasträngarnas försvinnande står nämligen i intimaste samband med plasmaströmningen och sker, som jag genom undersökning av levande celler kunnat övertyga mig om, antingen på det sätt, att strängarna brista sönder och de i vakuolen inskjutande resterna indragas i väggplasmata eller också så att de under ständiga lägesförändringar allt mer och mer närma sig intill en annan sträng eller till väggplasmata för att till sist sammansmälta därmed.

Då plasmasträngarna vid stigande temperatur åter utbildas, sker detta på det sätt, som i föregående kapitel redan åtskilliga gånger beskrivits. Ett synnerligen lämpligt objekt för studiet härav utgöra håren hos en del *Cucurbitaceer*, t. ex. *Momordica elaterium*.

I dessa hår försvinna plasmasträngarna lätt, om de utsätts för låg temperatur ( $0^{\circ}$  till  $-2^{\circ}$  C.). Om håret därpå, placerat på ett objektglas i vatten à  $\pm 0^{\circ}$ , så småningom utsättes för rumstemperatur (omkr.  $15^{\circ}$  C.), finner man snart, att de i plasmat förekommande små kornen (mikrosomer) börja att utföra oscillerande rörelser. Denna rörelse blir allt livligare och livligare och övergår från en oscillerande sådan till en verklig strömning längs bestämda banor. Samtidigt ser man också, hur det i det ursprungligen likformigt fördelade väggplasmata här och där uppstår plasmaanhopningar (se även sid. 14 och fig. 4). En del av dessa försvinna snart igen under det att andra bliva



allt längre och längre och tränga så småningom allt djupare in i vakuolen, tills de ibland slutligen på mitten frigöras, så att en plasmasträng i vanlig mening således uppkommer (se även HANSTEIN 1870, s. 221).

På nu beskrivet sätt uppstå plasmasträngarna, så vitt jag kunnat finna, i de flesta fall. Under stundom har jag emellertid också, t. ex. hos *Hæmanthus coccineus* iakttagit, att plasmasträngar kunnat uppstå i samband med en vakuolbildning på sätt som av HOFMEISTER (1867, s. 57) och BERTHOLD (1886, s. 105) förut beskrivits.

I bladepidermisceller av *Ranunculus Nyssanus*, *Hæmanthus coccineus*, *Solanum tuberosum* m. fl. uppträda, när plasmasträngarna vid stigande temperatur hålla på att återbildas, då och då också ring- eller hästskoliknande bildningar av det slag, som BORESCH (1914) iakttagit hos en del mossor. Huruvida dessa kunna övergå till strängar, som BORESCH observerat (s. 121), har jag icke med säkerhet kunnat fastställa.

Av dessa undersökningar har således framgått, att det nätverk av plasmasträngar, som under normala förhållanden så ofta anträffas i cellerna, vid lägre temperatur i regel saknas. I de allra flesta fall synes försvinnandet bero på att strängarna indragas i väggplasmata. Mera sällan sönderfalla plasmasträngarna i runda klumpar på det sätt äldre forskare beskrivit (denna avh. s. 40). Detta förekommer säkerligen aldrig i naturen, då en så betydande och plötsligt skeende temperaturförändring, som härför visat sig nödvändig, där sannolikt aldrig förekommer.

Redan vid en temperatur av ett par grader över 0° regenereras i regel plasmasträngarna. Vanligen uppstå till en början ett mycket stort antal, av vilka dock de flesta så småningom tillbakabildas.

### B. Hög temperatur.

Även abnormt hög temperatur kan enligt den föreliggande litteraturen förorsaka att betydande konfigurationsförändringar äga rum i växternas protoplaster.

De första iakttagelserna häröver härröra från M. SCHULTZE (1863, s. 48), som observerat, att vid hastig uppvärmning av brännhår hos *Urtica* till 40° och däröver, »dieselben merkwürdigen Veränderungen des Protoplasma eintreten, wie sie BRÜCKE durch starke Schläge des magnetelektromotors erzeugte. Der glatte Contour, welchen das wandständige Protoplasma gegen die Intracellularflüssigkeit besitzt, verändert sich durch Hervortreibung von kugeligen, keulenförmigen und fadenartigen Fortsätzen, deren feinste oft eine schlängelnde oder wie tastende Bewegung zeigen» (Se BRÜCKE 1862, s. 1). »Wird die Erwärmung plötzlich auf 45° und darüber getrieben», fortsätter SCHULTZE, »so treten oft die bereits oben erwähnten Varikositäten an den freien Protoplasmafäden auf, wie sich besonders deutlich bei *Tradescantia* beobachten lässt. In andern Fällen erstarren die Fäden in der Lage, die sie einnehmen und verharren noch lange in derselben, bis sie der allmählich um sich greifenden Auflösung des Plasma anheimfallen».

SACHS (1864, s. 67) har iakttagit liknande förändringar i *Cucurbita*-hår, som under 10 minuter i luft varit utsatta för 40—50,5° temperatur. HOFMEISTER (1867, s. 55. ff.)



har också iakttagit dylika konfigurationsförändringar vid abnormt hög temperatur. Han framhåller dessutom på flera ställen, att han vid plötslig uppvärmning sett plasmanätet förenklas.

KLEMM (1895, s. 635 ff.) har närmare undersökt de vid hög temperatur i protoplasmat inträdande konfigurationförändringarna och lyckats fastställa, att de ovan omnämnda gestaltsförändringarna blott inträda vid hastigt försiggående temperaturstegring och i synnerhet «wenn man die Objecte während des Erregungsstadiums der Einwirkung der höheren Temperatur wieder entzieht».

Mina egna experiment rörande abnormt hög temperaturs inverkan på plasmats konfiguration hava företagits med tillhjälp av det av PFEFFER (1890) konstruerade objektbordet för hög temperatur och hänföra sig till följande material: *Tradescantia virginica* (bladepidermis och ståndarhår), *Ranunculus ficaria* och *Ranunculus Lingua* (bladepidermis), *Momordica eluterium* (hårbildningar) och *Trianea bogotensis* (rothår).

De resultat, till vilka jag vid dessa undersökningar kommit, bekräfta till fullo riktigheten av de ovan nämnda iakttagelserna, varför en ingående redogörelse härför torde vara överflödig.

Vid långsamt skedande temperaturstegring (från 18° till 40° på en timme) inträdde t. ex. hos *Ranunculus Lingua* inga genomgripande förändringar i plasmanätet. Visserligen stegrades plasmaströmningen högst betydligt och nådde efter ungefär 1/2 timme vid omkring 35° C. sitt maximum. Vid denna temperatur förändrades också plasmanätets utseende relativt hastigt. En del av strängarna, försvunno genom att sammanflyta med väggplasmats eller med andra strängar, men andra uppstodo i deras ställe, så att antalet plasmasträngar snarare till- än avtog. Vid ytterligare uppvärmning upphörde efter 48 minuter — vid ungefär 38° temperatur — plasmaströmningen, vanligen utan att stängarna försvunno.

Om samma objekt plötsligt utsattes för 40° temperatur, inträdde ofta betydande förändringar. Plasmaströmningen blev mera oregelbunden, och på strängarna uppstodo rundade ansvallningar för så vitt de icke brusto sönder och indrogos i väggplasmats.

Mycket våldsamma formförändringar av detta slag har jag hos *Hæmanthus coccineus* och *Ranunculus Lingua* också kunnat iakttaga vid övergången från maximal till lägre temperatur. (Se även KLEMM 1895, s. 640).

Sammanfatta vi nu resultatet av dessa undersökningar över temperaturens inflytande på plasmats konfiguration, så har ju därav framgått, att i celler, där plasmasträngarna under normala förhållanden förefinnas, dessa i de flesta fall saknas vid låg temperatur, oberoende av om temperatursänkningen sker hastigt eller långsamt. Vid maximal temperatur inträder däremot mera betydande förändringar blott i den händelse temperaturstegringen sker mycket plötsligt samt vid återgången till lägre temperatur, vilka förändringar för övrigt äro indentiska med dem, som enligt KÜHNE (1864, s. 100) och KLEMM (1895, s. 642) skola inträda vid en plötslig temperatursänkning. Liknande förändringar inträda även (KLEMM 1895) vid inverkan av induktionsslag och vid kemisk retning. Som KLEMM (s. 640) redan påpekat, tyder

detta på, »dass diese Veränderungen nicht eine spezifische Wirkung der Wärme sind, sondern als die spezifische Wirkung, des plötzlichen Wechsels der temperatur, als eine Schreckwirkung aufzufassen sind.» Mellan den temperatur, vid vilken plasmasträngarna i allmänhet saknas, och maximal temperatur har i de flesta fall antalet plasmasträngar visat sig vara större ju högre den temperatur varit, för vilken cellerna under den närmast föregående tiden varit utsatta (se sid. 37). Så har ju t. ex. hos en del växter (se s. 38) efter någon tids uppehåll vid  $+ 25^{\circ}\text{C}$ . i regel ett större antal plasmasträngar varit förhanden än efter ett lika långt uppehåll vid  $+ 5^{\circ}\text{C}$ .

### Ljusets inflytande på protoplasmats konfiguration.

Så vitt av de föreliggande äldre undersökningarna framgår (PRINGSHEIM 1880 och KLEMM 1895), tyckes protoplasmats konfiguration liksom plasmaströmningen (HAUPTFLEISCH 1892, s. 210) blott i ringa grad påverkas av ljuset<sup>1</sup>.

Endast PRINGSHEIM har undersökt de vid mycket starkt ljus inträdande förändringarna i plasmanätet. Enligt hans iakttagelse angående *Spirogyra* synas dessa vara identiska med de konfigurationsförändringar, som uppträda vid extremt hög eller låg temperatur (PRINGSHEIM 1880, s. 328). Säkerligen skulle det kunna varit av intresse att närmare undersöka, hur plasmats konfiguration i växtcellerna påverkas av mycket starkt ljus, liksom det naturligtvis även skulle varit av betydelse att undersöka, om spektrums olika delar härvid förhålla sig på olika sätt. Då jag emellertid ej haft tillgång till den för dylika undersökningar nödvändiga apparaturen, har jag måst avstå därifrån. Mina egna undersökningar hava blott gått ut på att fastställa, om vid plötslig övergång från relativt starkt ljus till mörker (resp. mycket svagt ljus) eller omvänt förändringar i plasmats konfiguration kunna äga rum.

Vad nu först en förändring av ljusintensiteten från relativt starkt ljus<sup>2</sup> till mörker eller mycket svagt ljus angår, har jag därvid, trots ett stort antal undersökningar, aldrig kunnat konstatera några förändringar i plasmats konfiguration. Dessa experiment hava företagits både med snitt och med hela växter. Först efter en längre tids uppehåll i mörker har i vissa fall (*Ranunculus Lingua*, *Aucuba japonica*) antalet plasmasträngar blivit mindre än hos kontrollväxterna, som fått stå i ljus. Även en övergång från mörker (resp. mycket svagt ljus) till starkare ljus synes vara av

<sup>1</sup> I ett nyligen utkommet arbete har emellertid NOTHMANN-ZUCKERKANDL visat, att man genom att intensivt belysa *Elodea*-blad kan framkalla plasmaströmning.

<sup>2</sup> Vid dessa försök har använts en vanlig auerlampa uppställd på ungefär 5 dm. avstånd från mikroskopet. Mellan detta och ljuskällan insköts alltid en kuvett med kallt vatten för att förhindra uppvärmning. Denna inrättning är naturligtvis icke fullt betryggande, men genom att kombinera densamma med det av PFEFFER (1890) konstruerade objektbordet för konstant temperatur, genom vilket leddes vatten av  $15^{\circ}$  temperatur, torde med all säkerhet mera betydande temperaturstegring hava undvikits.

ringa betydelse. Dock har jag i en del fall, som av följande experiment framgår, kunnat konstatera att plasmasträngar utbildats vid belysning.

Relativt tjocka snitt från rhizomet av *Ranunculus Lingua*, vilka utom epidermis innehöll åtminstone ett oskadat cellager, fingo ligga 12 timmar i vatten i ett mörkrum. Ett sådant preparat belystes därpå med ljus från en auerlampa. Vid försökets början saknades plasmasträngar så gått som fullständigt, men då belysningen fortgått några minuter blev plasmarörelsen synbart livligare och här och var utbildades strängar, som genomkorsade vakuolen. Dessa trådlika bildningar uppträdde som vanligt först som veck på den emot vakuolen vettande delen av väggplasmata.

Liknande iakttagelser har också gjorts på andra objekt, t. ex. epidermisceller av *Ranunculus Nyssanus* och *Tradescantia virginica*. Även hos vissa mossor tyckes vid belysning liknande trådstrukturer uppstå (BORESCH 1914, s. 136). Huruvida dessa verkligen äro plasmasträngar är emellertid ännu icke fastslaget (BORESCH s. 130, LINSBAUR och ABRANOWICZ 1909, s. 170).

Det torde här också våra skäl framhålla, att plasmasträngarna vid låg temperatur försvinna lika fort i diffust ljus som i mörker.

### Förändringar i protoplasmats konfiguration vid inverkan av narkotica.

Det är ju ett sedan länge känt förhållande (KÜHNE 1864, s. 47), att vid narkos av amöbornas nakna plasmamassor förhandenvarande pseudopodier indragas. Om i det inom en fast membran inneslutna protoplasmat i växtcellerna vid narkos gestaltningsförändringar äga rum, är emellertid ännu icke med säkerhet fastställt.

Rörande narkotiserande substansers inflytande på de i växtceller uppträdande trådlika protoplasmabildningar föreligger visserligen en del mycket intresanta iakttagelser i ett i föl utkommet arbete av BORESCH (1914), men dessa iakttagelser hänföra sig så gott som uteslutande till de hos en del mossor förekommande, redan av KLEBS (1888) iakttagna tråd- eller nätlika strukturerna, vilkas plasmatiska natur emellertid icke är definitivt fastslagen (BORESCH, s. 130).

De omnämnda förändringarna skildras av BORESCH (s. 154) på följande sätt: »Sämtliche Filarbildungen mannigfachster Gestalt zerfallen unter der Einwirkung gewisser in die lebende Zelle diosmierenden Mittel nach Durchlaufen charakteristischer Zwischenstufen (myelinartige Bildungen, Fadenstücke, Schleifen, Ringe, usw.) schliesslich in feine, meist mikroskopisch sichtbare Tröpfchen mit lebhafter Brownscher Molekularbewegung und bilden siche bei Beseitigung des in dieser Weise wirksamen Stoffes durch Auswässern, wiederum zurück auf Kosten der immer mehr schwindenden Tröpfchen, durch Wiedervereinigung derselben, wobei die erwähnten Zwischenstadien dieser Veränderungen nunmehr in umgekehrter Reihenfolge zur Beobachtung gelangen.»



BORESCH har också undersökt vissa narkotiserande substansers (alkohol och kinin) inverkan på hos andra växter förekommande filarstrukturer i avsikt att fastställa, huruvida dessa förhöllo sig på liknande sätt. Hos vissa lägre växter (hos *Vaucheria* och *Pteris cretica*) var detta fallet (s. 150 och 151) under det att de av LIDFORSS beskrivna kinoplasmasträngarna hos *Bellis perennis* och *Hemanthus coccineus* i detta hänseende visade avvikande förhållanden. Alkohol tycktes hos dessa senare icke åstadkomma synbar inverkan. »Bei Einwirkung der Chininbase kam es häufig zu Stauungen und Knotenbildung in diesen Fäden, die immer feiner wurden und schliesslich wahrscheinlich zerrissen. Die Plasmaballungen gerichten in lebhafte Brownsche Molekularbewegung, wurden eine Zeit lang noch von der Strömung mitgeführt, schliesslich an einer Stelle anscheinend abgesetzt. Bei rechtzeitigem Auswachsen bildeten sich wieder Fäden, und boten, nach dem auch die Plasmaströmung wieder aufgenommen worden war, dasselbe Aussehen dar, wie früher» (BORESCH s. 152).

Vid mina egna experiment rörande vissa narkotiserande substansers inverkan på protoplasmats konfiguration har jag vanligen förfarit på följande sätt: Av den växtedel jag önskade undersöka gjordes 2 snitt, vilka på vanligt sätt inneslötos i vattenledningsvatten under täckglas, som stöddes med små kapillärer. Båda snitten fingo därpå ligga några timmar under en med fuktigt filtrerpapper klädd glasklocka, varefter antalet plasmasträngar i ett större antal celler så noggrant som möjligt fastställdes. Till det ena preparatet sattes därefter droppvis vid täckglasets ena kant, den lösning jag önskade undersöka, samtidigt som vätska med filtrerpapper utsögs vid den andra.

#### Exp. 1.

Avskurna hår från stjälken av *Cucurbita pepo*, i vilkas celler funnos en mängd plasmasträngar, behandlades på beskrivet sätt med en 2 % (vol. proc.) lösning av etyleter i vattenledningsvatten. Efter 15 minuter hade strängarna till allra största delen indragits i väggplasmata, och plasmaströmningen hade även så gott som fullständigt upphört. I kontrollpreparaten funnos fortfarande plasmasträngar i stort antal.

Då eterlösningen på objektglaset borttvättades med vattenledningsvatten utbildades ganska snart åter strängar, vilket försiggick på sätt som förut beskrivits (se s. 40). Ibland uppstodo i cellens hörn och kring cellkärnan, där större plasmamassor voro anhopade, vakuoler, vilka också (se s. 41) gävo upphov till strängar, som genomkorsade saftrummet. Efter någon tid hade i vanliga fall ett större antal strängar utbildats än i kontrollpreparatet i vatten.

#### Exp. 2.

Avskurna hår av *Momordica elaterium* inneslötos på vanligt sätt i vattenledningsvatten under med kapillärer stödda täckglas. Vid tillsats av 1 % eterlösning indrogos efter några minuter de flesta plasmasträngarna i väggplasmata.

Efter  $\frac{1}{2}$  timme, varvid ny eterlösning alltjämt tillsattes, under det att den gamla avsågs med filtrerpapper, strömmade ännu plasmata. Enstaka trådar hade åter utbildats och efter hand uppstodo allt flera och flera.



*Exp. 3.*

*Allium cepa*. Snitt av epidermis från lökfjällens morfologiska undersida nedlades i en fuktig kammare i en droppe 1 % eterlösning. Efter 15 minuter hade plasmaströmningen upphört och alla plasmasträngar indragits i väggplasmata. Då preparatet överförts i vatten, uppstod snart en livlig plasmaströmning, varjämte ett stort antal strängar utbildades.

*Exp. 4.*

*Ranunculus ficaria*. Bladepidermisceller, 2 % eterlösning. Efter 15 minuter hade alla plasmasträngar indragits i väggplasmata och plasmaströmningen fullständigt upphört. På samma sätt verkade en till hälften mättad lösning av kloroform i vatten.

*Exp. 5.*

*Mercurialis annua* (epidermisceller från stammen) och *Ranunculus Lingua* (bladepidermisceller). Vid behandling med 7,5 % alkohol indrogos de flesta plasmasträngarna mycket snart, varjämte plasmaströmningen upplörde. Efter uttvättning med vatten började strömningen åter, varjämte plasmasträngar ånyo utbildades.

*Exp. 6.*

Brännhår av *Urtica ureus* utsattes i fuktig kammare för inverkan av en 2 % eterlösning. Efter 20 minuter hade samtliga strängar försvunnit, ehuru plasmaströmningen ännu icke upphört. Efter 3 timmar förhöll sig plasmata på samma sätt. Cytoplasmat hade vid försökets början en fibrillär struktur men även dessa fibriller försvunno vid behandlingen med eter. Liknande iakttagelser omnämnas av NEMEC (1901, s. 71). Enligt EWART (1903, s. 102) skulle däremot dylika fibriller uppstå i plasmata vid behandling med eter.

*Exp. 7.*

*Urtica ureus*. 1 % antipyrinlösning. Samma resultat som i föregående experiment.

*Exp. 8.*

*Trianea bogotensis* (rothår). 1 % antipyrinlösning. Efter 15 minuter hade plasmats konfiguration mycket förenklats, i det att alla plasmasträngar indragits i väggplasmata. Ännu tydlig strömning. Efter 2 timmar ännu svag plasmaströmning. Vid tillsats av vatten uppstodo snart åter plasmasträngar på det sätt som å sid. 41 beskrives.

*Exp. 9.*

Hår av *Momordica elaterium*. Mättad lösning av kinin i vattenledningsvatten. Kinin tränger ganska lätt in i cellerna, och redan efter några minuter börja i de celler, som ligga snittytan närmast, plasmasträngarna försvinna genom att indragas i väggplasmata. Samtidigt uppstå också i vakuolan runda plasmabollar, dels genom att plasmatrådar brista sönder, men dels kunna också sådana avsnöras från väggplasmata. Trots dessa genomgripande förändringar strömmar plasmata en längre tid, varvid plas-

mabollarna föras med den roterande cellsaften. Ännu tydligare framträda dessa av kinin framkallade konfigurationsförändringar i rothåren hos *Trianea bogotensis* och i brännhåren hos *Urtica urens*, vid användande av en med lika stor volym vatten utspädd mättad lösning av kinin. Mera sällan utbildades vid behandling av dessa objekt med kinin vakuoler, något som eljest är fallet, då växtceller utsätts för inverkan av alkaloider eller alkalier (KLEMM 1895, s. 665.) Vid tillsats av vatten försvunno de omtalade, i vakuolen belägna plasmabollarna åter och vanligen genom att sammansmälta med väggplasmata, från vilket också strängar började utbildas. Detta sker här, som redan BERTHOLD (1886, s. 105) konstaterat vanligen i samband med en vakuolisering av plasmata.

*Exp. 10.*

Snitt av *Allium cepa* (epidermis från lökfjäll) behandlades med mättad kininlösning. På plasmasträngarna uppstodo efter ett par minuter en mängd runda plasmaklumpar. En del av strängarna indrogos i väggplasmata. Vid tillsats av vatten inträdde snart åter normala förhållanden.

*Exp. 11.*

*Mercurialis annua*. Epidermis från stjälken. Vid tillsats av en mättad kininlösning ökades plasmaströmningens hastighet snart ganska betydligt. Strängarna blevo här och var tunnare, under det att det på andra ställen uppkom runda eller spolförmiga ansvällningar. Dessutom uppstodo ganska ofta vibrerande ringar och plasmalyngor av det slag, som BORESCH (1914, s. 109) iakttagit vid behandling av celler från mossblad med kinin. Plasmasträngarna försvunno emellertid icke fullständigt.

*Exp. 12.*

*Momordica*-hår. 0,5 % koffeinsteinlösning. Redan efter 10 minuter hade de flesta plasmasträngarna försvunnit, ehuru plasmaströmningen ännu fortgick. Koffein i denna och högre koncentration tyckes emellertid ej verka så våldsamt omgestaltande som en mättad lösning av kinin.

*Exp. 13.*

*Ramunculus Lingua*. Anthocyanförande barkparenchymceller från en luftstam. I samtliga undersökta celler funnos vid försökets början en del plasmasträngar. Vid tillsats av en mättad chininlösning ökades till en början plasmaströmningens hastighet, men snart blev den åter långsammare och plasmasträngarna började försvinna genom att indragas i väggplasmata. Även här uppstodo enstaka plasmabollar och ringliknande bildningar. Vid tillsats av vatten inträdde efter någon tid åter normala förhållanden.

Att i narkotiserade protoplaster plasmasträngar icke kunna utbildas framgår också av följande experiment.

Såsom vi i det följande skola se, utbildas det ibland vid plasmolys ofta ett stort antal plasmasträngar. Så erhåller man t. ex. vid plasmolys av *Allium cepa* (assim. parenchymceller från stjälken) med 0,75 n. glykoslösning efter några timmar, ett rikt förgrenat plasmanät (fig. 24 a och 25 a). Innehåller den plasmolyserande

lösningen däremot även 5 % (vol. %) alkohol, inträder visserligen även plasmolys, men plasmasträngar utbildas ej (fig. 24 b och 25 b). Att cellerna icke voro döda framgick därav, att det i desamma förekommande färgämnet icke utdiffunderat. Vid tillsats av vatten gick också plasmolysen tillbaka.

Ett annat experiment med *Ranunculus Lingua* och *Mercurialis annua* gav samma resultat. Snitt av stälken (epidermis + underliggande parenchym) plasmolyserades med 0,7 n. glykoslösning. Efter 5 timmar hade i samtliga celler upp-

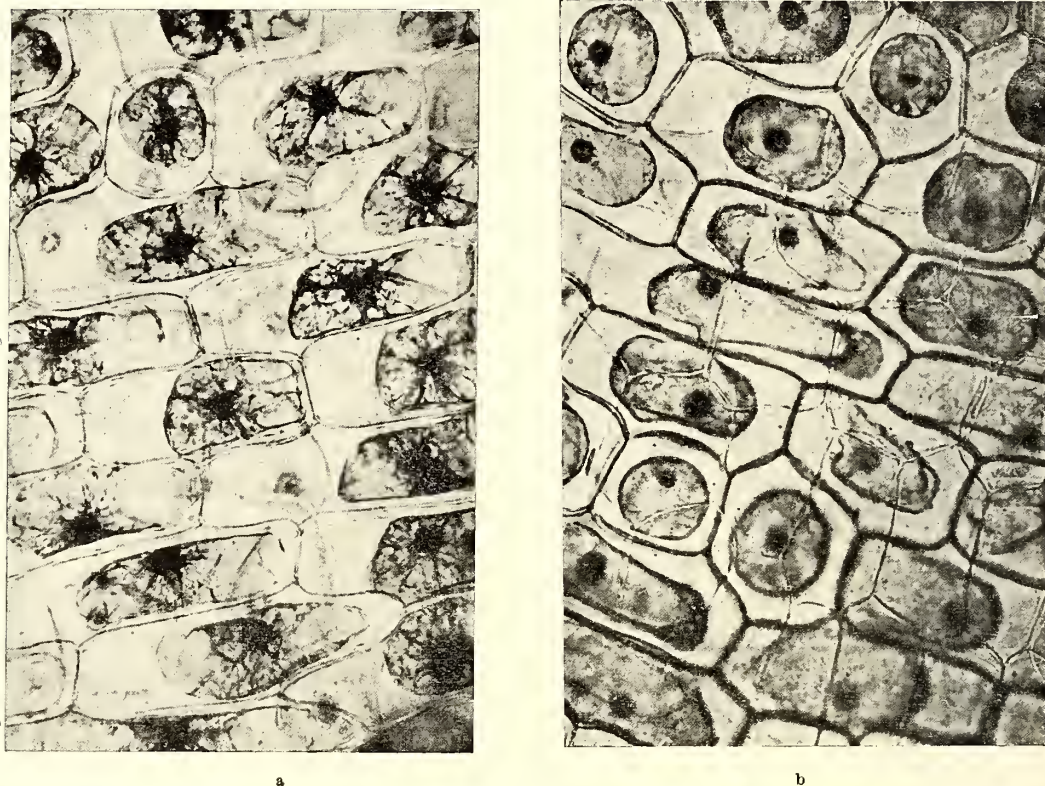


Fig. 24. *Allium cepa*. Epidermisceller från lökfjällens morfologiska undersida.

a. Plasmolys med 0,75 n. druvsockerlösning.

b. „ „ „ „ „ + 5 % etylalkohol.

MATTSON foto. Förstoring 150. Fixering: osmium-alkohol.

kommit ett rikt förgrenat nätverk av cytoplasmasträngar. Vid plasmolys med en lika koncentrerad glykoslösning, som dessutom var mättad med kinin, utbildades inga plasmasträngar. Hos *Tradescantia virginica* (epidermisceller) utbildades emellertid plasmasträngar även vid plasmolys med kininhaltig glykoslösning. De under normala förhållanden i dessa celler förekommande trådlika protoplasmabildningarna försvinna icke heller vid inverkan av kinin.

Av dessa undersökningar har således framgått, att vid behandling av växtceller med relativt koncentrerade lösningar av etylalkohol, eter, kloroform och antipyrin

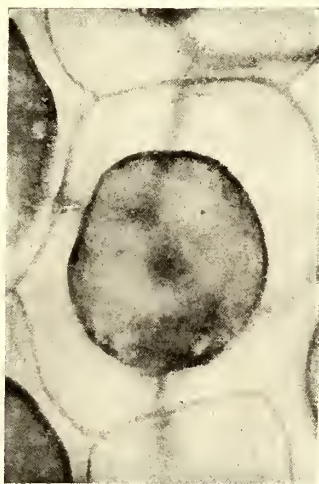


protoplasmatets gestalt så mycket som möjligt förenklas genom att de under normala förhållanden förekommande plasmasträngarna indragas i väggplasmata. I en del fall har jag emellertid härvid kunnat fastställa, att under de första ögonblicken en tendens till utbildning av plasmasträngar gjort sig gällande, vilket åtminstone hos *Allium cepa* också ibland varit fallet vid en längre tids inverkan av svaga lösningar (1 till 2 procent) av etylalkohol.

Även de undersökta alkaloiderna hava understundom verkat på samma sätt som andra av mig undersökta narkotica. I synnerhet kinin framkallar emellertid ett annat slag av gestaltningsförändringar analoga med dem BORESCH (1914) iakttagit hos en del mossor. Plasmasträngarna sönderfalla, då cellerna behandlas med kinin vanligen till en del i större eller mindre plasmabollar. Sådana plasmabollar avsnöras emellertid också i plasmarika celler från väggplasmata.



a



b

Fig. 25. Celler från samma snitt som i föregående figur men fotograferade med 450 ggrs. förstoring.

Detta förhållande, att vid kemisk retning dylika i vakuolen suspenderade plasmakulor kunna uppstå har iakttagits av åtskilliga forskare. PEEFFER (1886, s. 262) har t. ex. iakttagit en liknande utbildning av plasmabollar vid inverkan av anilinfärger, särskilt Bismarkbrunt, och KLEMM (1895, s. 676) vid inverkan av syror samt relativt koncentrerade lösningar av alkalier (se även denna avh. s. 44 o. 45). Såsom vi förut haft tillfälle konstatera (s. 42), uppstå sådana plasmabollar också vid plötsligt skeende temperaturförändringar.

Utom de här omnämnda experimenten med kinin har jag också undersökt en del andra alkaloiders och även alkaliers inverkan på protoplasmat och särskilt den därvid inträdande vakuolbildningen (KLEMM 1895, s. 669 ff.). Dessa undersökningar komma emellertid att på annat ställe offentliggöras.



## Förändringar i protoplasmats konfiguration vid plasmolys.

I den botaniska litteraturen föreligger hittills blott ett fåtal uppgifter rörande förändringar i protoplasmats konfiguration vid plasmolys.

Enligt tvänne arbeten av KLERCKER (1892) och KÜSTER (1910) skulle vid plasmolys av växtceller största delen av cytoplasmat efter någon tid anhopas kring cellkärnan. Angående de oss här intresserande trådlika bildningarnas förhållande vid plasmolys omnämner HOFMEISTER i det ofta förut citerade arbetet »Die Lehre von der Pflanzenzelle» (1867, s. 52), att han vid behandling av ståndarhåren hos *Tradescantia virginica* med en 10 % lösning av salpetersyrat kali konstaterat,

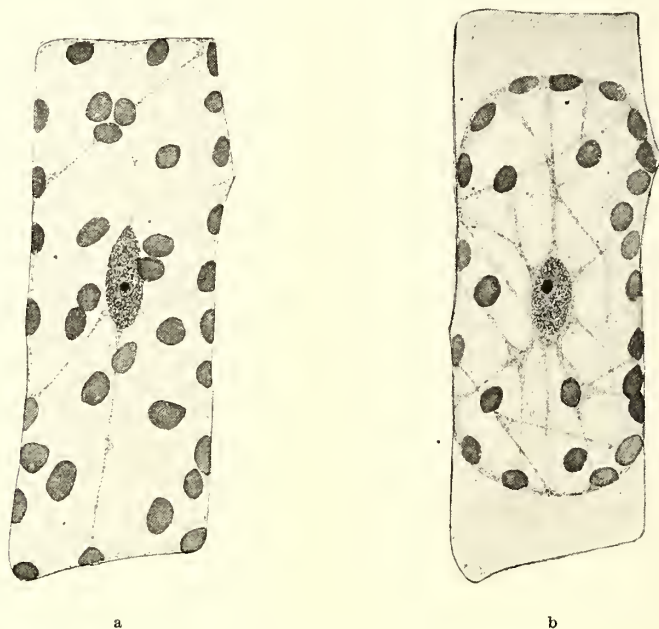


Fig. 26. *Ramunculus Lingua* (rhizom). Cell från det subepidermala parenchymet; a efter 5 timmars uppehåll i vatten, b efter 2 timmar i 0,75 n. druvsockerlösning. Förstoring 600<sup>1</sup>. a efter levande, b efter fixerat material. Fixering se texten.

att de genom vakuolen förlöpande strängarna till största delen indrogos i väggplasmat för att vid tillsats av destillerat vatten under loppet av 10—12 minuter åter utbildas.

Att plasmolys emellertid, som av de i det följande framlagda undersökningarna kommer att framgå, i en del fall leder till utbildandet av ett stort antal cytoplasmasträngar, tyckes man hittills fullständigt hava förbisett.

Vid dessa experiment användes vanligen följande metodik. Relativt tjocka snitt av de växtdelar, som jag önskade undersöka, plasmolyserades på vanligt sätt i små med lock försedda glasskålar, rymmande ungefär 20 ccm., med olika starka lösningar av rörsocker, druvsocker, fruktsocker, galaktos, kaliumnitrat eller kalcium-

<sup>1</sup> Fig. 26 b förminskad  $\frac{1}{4}$  i stället för  $\frac{1}{3}$ .

nitrat. Efter en viss tid undersöktes snitten sedan på vanligt sätt under mikroskopet antingen levande, eller också fixerades de efter den av mig förut beskrivna metoden (ÅKERMAN 1914). Experimenten förtogs vanligen, då annat ej framhålles, vid ungefär 18° temperatur och i svagt diffust ljus. Vid varje experiment förekomma kontrollpreparat i vatten.

### Exp. 1.

*Ranunculus Lingua*. Snitt från bladskaftets nedre del, vilka jämte epidermisvävnaden innehöllo åtminstone ett av de under denna vävnad belägna parenchymatiska cellagren, plasmolyserades med  $\frac{1}{2}$  n. kaliumnitratlösning. Redan efter 5 minuter hade tydlig plasmolys inträtt, och efter ytterligare 10 minuters förlopp hade antalet plasmasträngar, som vid försökets början var helt ringa, högst betydligt ökats. Efter 2 timmar hade i samtliga celler ett rikt förgrenat nätverk utbildats. Kärnan, som ursprungligen var belägen i väggplasmata, hade nu i flertalet celler blivit »upphängd» i vakuolens centrum (se fig. 26).

### Exp. 2.

*Ranunculus Lingua* (assimilerande barkparenchym), *Mercurialis annua* och *Tradescantia virginica* (stjälkens epidermis). Plasmolys med 0,75 n. glykoslösning.

Efter 1 timmes uppehåll i den plasmolyserande lösningen hade i samtliga celler ett rikt förgrenat nätverk av plasmasträngar utbildats (se fig. 27). Efter 24 timmar kvarstod detta blott hos *Ranunculus*



Fig. 27. En del av ett i 0,75 n. druvsockerlösning plasmolyserat snitt av *Ranunculus Lingua* (barkparenchym). Förstoring 250. Fixering: se texten. MATTSO foto.

*Lingua* och *Mercurialis annua*. Hos *Tradescantia virginica* hade de allra flesta strängarna försvunnit och plasmata anhopat sig kring cellkärnan på det sätt, som KÜSTER (1910) beskrivit.

### Exp. 3.

*Hemanthus coccineus*. Bladepidermisceller, plasmolyserade med 0,5 n-glykoslösning.

Efter 1 timme var antalet plasmasträngar i de plasmolyserade cellerna ojämförligt mycket större än hos kontrollpreparaten, som lågo i vattenledningsvatten. Efter 3 timmar funnos ännu ett stort antal plasmasträngar, ehuru plasmata redan hade börjat anhopa sig kring kärnan på det sätt som KÜSTER (1910) beskrivit. Efter 5 timmar var plasmasträngarnas antal åter helt obetydligt. Plasmata hade nämligen då till största delen anhopats kring cellkärnan. Samma resultat erhöles med 0,3 n.  $\text{KNO}_3$ -lösning.



Liknande försök hava företagits med *Allium cepa* (epidermisceller från lökfjäll: 0,75 n. druvsockerlösning), fig. 28), *Ranunculus Lingua* (bladeperidermis: 0,75 n. fruktsockerlösning) *Vicia phaba* (bladeperidermisceller: 0,6 rörsockerlösning) m. fl. och hava alla givit samma resultat, nämligen det att plasmasträngar efter 1—2 timmar i större eller mindre grad utbildats i samband med plasmolysen.

Denna utbildning av plasmasträngar vid plasmolys förutsätter, att plasmolysen icke sker med allt för stor våldsamhet. Vid plasmolys med mycket koncentrerade lösningar av t. ex.  $\frac{1}{2}$  n. lösningar av druvsocker eller kaliumnitrat har jag hos *Ranun-*

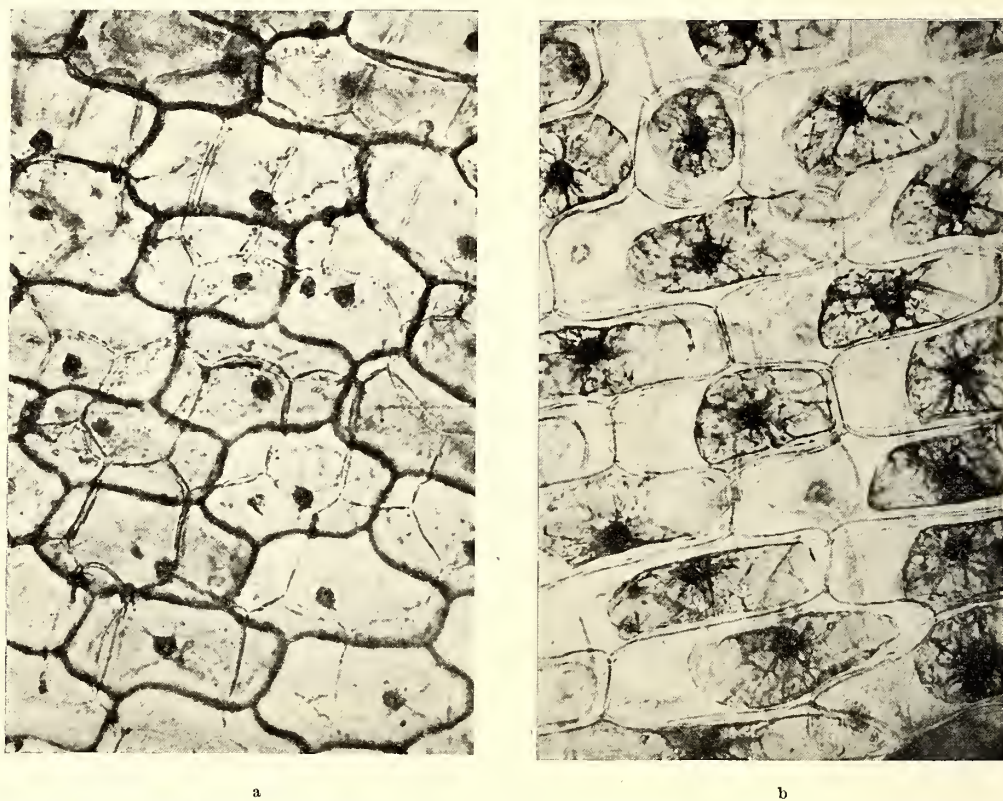


Fig. 28. *Allium cepa*. Epidermisceller från den morfologiska undersidan av ett lökfjäll;  
a i vatten, b plasmolyserade med 0,75 n. druvsockerlösning.

Förstoring 150. Fixering: osmium-alkohol.

*culus Lingua* (barkparenchym), *Hæmanthus coccineus* (bladeperidermis), *Umbilicus sp.* (epidermis fr. stjälken) liksom Hofmeister (1867, s. 52) iakttagit, att plasmasträngarna vanligen försvinna för att dock i många fall efter någon tid åter utbildas. Det mest ändamålsenliga förfaringssättet vid undersökningar av detta slag torde därför vara att innesluta snitten under täckglas i en lösning av så låg koncentration, att den icke framkallar plasmolys och därpå helt enkelt låta preparatet ligga någon tid, så att lösningen genom avdunstning av vatten så småningom blir så koncentrerad att plasmolys inträder.

Med denna metod, hava experiment företagits med följande växtdelar: *Bellis perennis* (epidermis från bladundersidan: druvsocker), *Ranunculus Lingua* (blad-

epidermis: galaktos, kaliumnitrat, kalciumnitrat), *Aucuba japonica* (svampparenchym: druvsocker och kaliumnitrat), *Hyacinthus orientalis* (bladepidermis: druvsocker och galaktos) *Selaginella Martensii* (barkparenchym: rörsocker). Även vid användande av detta förfaringssätt uppstod det i samband med plasmolysen ett stort antal plasmasträngar.

Utbildningen av plasmasträngar vid plasmolys sker på samma sätt som förut beskrivits alltså vanligen därigenom, att ett slags veckliknande bildningar uppstå, vilka kunna frigöras och bilda genom vakuolen förlöpande strängar (se denna avh. s. 14).

Att närmare avgöra varpå denna vid plasmolys inträdande ofta mycket betydande ökningar av plasmasträngarnas numeriska antal beror, torde för närvarande vara så gott som omöjligt. Då plasmasträngarnas antal i cellerna naturligtvis i hög grad är beroende av hur stor plasmats volym är i förhållande till vakuolens, så ligger det utan tvivel närmast till hands att antaga, att anledningen till att plasmasträngar utbildas vid plasmolys skulle vara den att vakuolens volym minskats och plasmats samtidigt undergått en relativ ökning.

Detta bestyrkes i viss mån därav, att åtminstone hos *Ranunculus Lingua* antalet plasmasträngar visat sig bliva större vid stark än vid svag plasmolys. I andra fall (t. ex. hos *Allium cepa*) har emellertid ofta ett lika stort antal strängar anträffats vid svag plasmolys som vid stark, vilket tyder på att även upphävandet av turgorn och den vid plasmats kontraktion från cellväggen inträdande läderingen (Нечт 1912) också skulle vara av betydelse.

I de flesta fall samlas till sist plasmats, som KÜSTER (1910) redan påvisat, kring kärnan, och plasmasträngarnas antal avtager då också allt mer och mer. Dessa plasmaanhopningar uppstå i vissa fall efter ganska kort tid, och »strängstadiet» blir därför av kort varaktighet. I andra fall t. ex. hos *Ranunculus Lingua* och *Mercurialis annua* (stjälkepidermis och assimilerande parenchym) fortfar plasmats anordning i trådar eller strängar ännu efter 24 timmar; vid plasmolys av *Ranunculus Lingua* med 0,7 n. rörsockerlösning t. o. m. 3 dygn eller längre.

Denna utbildning av plasmasträngar vid plasmolys har också i hög grad visat sig beroende av temperaturen. Så utbildas t. ex. hos *Ranunculus Lingua* ett mycket större antal plasmasträngar vid  $+20^{\circ}$  temperatur än vid  $+5^{\circ}$ . Vid ännu lägre temperatur,  $0^{\circ}$  och därunder, utbildas inga strängar alls, utan de redan förekommande indragas, något som jag genom ett flertal experiment kunnat övertyga mig om. Av dessa experiment anföres blott följande:

Av en *Ranunculus Lingua*-planta gjordes med en rakkniv en del tangentiella längdsnitt, vilka utom epidermis innehöllo åtminstone ett lager av de därunder liggande parenchymcellerna. En del av dessa snitt nedlades i en liten glaskål i 20 ccm. av en 0,7 n. glykoslösning av  $18^{\circ}$  temperatur och resten i en lika koncentrerad lösning, vars temperatur förmedelst en köldblandning nedbringats till omkring  $\pm 0^{\circ}$  C. Såväl i epidermis som i parenchymcellerna funnos vid försökets början blott ett ringa antal plasmasträngar. Efter 1 timme hade i båda försökskärlen såväl epidermisceller som de underliggande parenchymcellerna blivit tydligt plas-



molyserade, men endast i de celler, som plasmolyserats vid 18° temperatur förekom plasmaströmning och strängar. I de, som plasmolyserats vid 0° temperatur, var plasmaströmning ytterligt långsam, och där hade icke heller plasmasträngar uppstått.

Att de för en temperatur av  $\pm 0^\circ$  utsatta snitten icke tagit någon skada, framgick därav, att då de överflyttades i en lika koncentrerad glykoslösning av 18° temperatur, inställde sig så gott som omedelbart en ganska livlig plasmaströmning, i samband med vilken plasmasträngar på förut beskrivet sätt också började utbildas.

### Sammanfattning.

Det är ju ett sedan länge bekant förhållande, att det inom en fast membran inneslutna protoplasmat i äldre, med en relativt stor vakuol försedda växtceller — liksom Amöbornas och Myxomyceternas nakna plasmamassor — kan undergå betydande gestaltningsförändringar. Under det att dessa hos Myxomyceter och framför allt Amöbor ganska ingående undersökts, hava desamma hos högre växter hittills blott varit föremål för ringa uppmärksamhet. Visserligen föreligger redan, framför allt i KLEMMS (1895) förtjänstfulla arbete om desorganisationsföreteelser i cellen åtskilliga iakttagelser häröver, men en systematiskt genomförd undersökning har emellertid hittills saknats.

De undersökningar, för vilka i det föregående redogjorts, hava framför allt behandlat temperaturens inflytande på protoplasmats konfiguration, men dessutom hava också de vid narkos och plasmolys inträdande konfigurationsförändringarna varit föremål för uppmärksamhet. Någon hänsyn har också tagits till ljusets inflytande på protoplasmats anordning i växtcellerna, ehuru ingående undersökningar däröver icke kunnat företagas.

Undersökningarna över temperaturens inflytande på protoplasmats konfiguration hava ådagalagt, att vid relativt låg temperatur den under normala förhållanden så ofta förekommande anordningen av protoplasmat i trådlika bildningar i de flesta fall fullständigt uppläses genom att strängarna ingå i väggplasmata. Så våldsamma gestaltningsförändringar som KÜHNE (1864, s. 100) beskrivit, hava ytterst sällan iakttagits och uppträda, som redan KLEMM (1895, s. 644) konstaterat, endast vid mycket hastig temperaturväxling. Mellan den temperatur, vid vilken strängar i allmänhet saknas och den temperatur, vid vilken värmestelhet inträder, synes plasmats konfiguration vara mera komplicerad vid rel. hög än rel. låg temperatur, förutsatt naturligtvis att protoplasmat icke utsatts för retningar av annat slag. (Se även LIDFORSS 1908, s. 34).

Vid abnormt hög temperatur inträda, som redan KLEMM (s. 640) visat, mera betydande konfigurationsförändringar endast vid plötslig temperaturstegring och

framför allt om man plötsligt utsätter objekt, hos vilka värmestelhet redan inträtt, för lägre temperatur.

Liknande förändringar inträda även vid inverkan av induktionsslag (KLEMM 1895, s. 647 ff.) och vid kemisk retning (se denna avh. s. 49), vilket tyder på, att desamma äro att uppfatta som en specifik verkan av plötsligt inträdande förändringar, alltså som ett slags »Schreckwirkung» (se sid. 42).

Ljusets inflytande på protoplasmats konfiguration har, som förut framhållits, icke kunnat så ingående undersökas som önskvärt vore. Författaren har emellertid kunnat fastställa, att vid plötslig förändring av ljusintensiteten från relativt starkt ljus till svagt (resp. mörker) inga synbara förändringar i protoplasmats konfiguration äga rum. Däremot har vid en förändring av ljusintensiteten i motsatt riktning under stundom en numerisk ökning av plasmasträngarnas antal observerats.

Mycket genomgripande konfigurationsförändringar hava konstaterats vid behandling av växtceller med narkotiserande ämnen, såsom etylalkohol, eter, kloroform, antipyrin och några alkaloider (kinin och koffein). Vid användande av relativt starka lösningar (2 % eter el. antipyrin, mättad vattenlösning av kloroform 7,5 eller 5 % etylalkohol), indrogos vanligen plasmasträngarna i väggplasmata, varjämte plasmaströmningen i allmänhet upphörde. Användes svagare lösningar kunde under stundom en ökning av plasmasträngarnas numeriska antal konstateras, samtidigt som plasmaströmningen blev livligare. Även vid behandling av cellerna med kinin försvunno ofta plasmasträngarna — åtminstone till en del — genom att indragas i väggplasmata. Ofta sönderfölo de emellertid i runda klumpar eller bollar på det sätt, som BORESCH (1914) iakttagit hos vissa mossor.

Slutligen har i denna del också redogjorts för några undersökningar rörande vid plasmolys inträdande konfigurationsförändringar i växtcellerna. Enligt äldre iakttagelser (HOFMEISTER 1867, s. 57) skulle plasmasträngarna vid plasmolys indragas i väggplasmata. Detta har emellertid endast visat sig vara fallet vid plasmolys med mycket koncentrerade lösningar. Vid svag eller måttligt stark plasmolys utbildas i stället mycket snart ett stort antal strängar, som i alla riktningar genomkorsa saftrummet. Till sist anhopas emellertid i plasmolyserade celler cytoplasmat vanligen kring cellkärnan på det sätt som KÜSTER (1910) beskrivit. Hos vissa växter sker detta efter en relativt kort tid, men hos andra inträffar det först efter flera dygn och i vissa fall icke alls.

Av dessa undersökningar och särskilt av dem, som berört plasmasträngarnas förhållande vid olika temperaturgrader och vid narkos, har således framgått, att den så ofta observerade mera komplicerade anordningen av växternas protoplasma i trådar och strängar endast förekommer under gynnsamma yttre betingelser. I följd härav ligger det ju nära till hands att antaga, att närvaron av plasmasträngar i en växtcell skulle tyda på att en livlig ämnesomsättning där äger rum (se även KLEMM s. 677). Undertryckes denna t. ex. genom att cellerna utsättas för abnormt låg temperatur, en längre tids mörker eller narkos försvinna plasmasträngarna, och plasmat antager den relativt enkla gestalt, som det normalt har i

celler där rotationsströmning förekommer<sup>1</sup>. Som ett ytterligare stöd för mitt antagande, att närvaron av plasmasträngar tyder på en livlig ämnesomsättning, anföras följande iakttagelser.

I de under korkvävnaden belägna cellerna i rotknölar av *Solanum tuberosum* finnes, då dessa en längre tid förvarats i mörker, även vid relativt hög temperatur vanligen ett ganska litet antal plasmasträngar. Utsättas emellertid samma objekt för direkt solljus, så uppträda samtidigt med en livlig klorofyllbildning ett stort antal strängar. Detsamma äger också rum i de subepidermala cellerna hos lökar av *Hyacinthus orientalis*, då dessa utsättas för direkt solljus. Även i samband med stärkelsebildning har i vissa fall en numerisk ökning av plasmasträngarna kunnat konstateras, vilket framgår av följande experiment. Snitt från bladskäftets bas av *Ranunculus Lingua* nedlades i små glasskålar, rymmande 25 ccin, i 0,2 n-lösningar av glucos, lävulos, galactos eller vattenledningsvatten. Glasskålarna fingo stå i mörker vid 18° temp. Efter 3 dygn hade i kloroplasterna hos de snitt, som lågo i glucos och lävulos, bildats ganska mycket stärkelse, och här fanns också ett stort antal plasmasträngar. I de snitt, som legat i galactos eller i vatten, hade ingen stärkelse bildats, och här saknades också plasmasträngar så gott som fullständigt. Detta försök har upprepats åtskilliga gånger med samma resultat. Liknande resultat erhöles med saccharos och lactos. Med saccharos bildas stärkelse men icke med lactos.

Det torde i detta samband också böra framhållas, att LIDFORSS (1908, s. 38) iakttagit, att de av honom beskrivna kinoplasmastrukturer (vars identitet med vanliga cytoplasmasträngar blivit bevisadt i detta arbetes första del) voro bäst utbildade i sådana organ resp. vävnader »wo die Chromatophoren zu besonderen Leistungen aktiwirt werden sollen (Chlorophyllbildung in ergrünenden Rhizomen und Zwiebeln, Stärkebildung resp. Stärkeauflösung usw.)».

Som ett ytterligare stöd för mitt antagande, att närvaron av plasmasträngar tyder på en livlig ämnesomsättning, kan anföras, att plasmasträngar ofta uppstå, då cellerna lösgöras från det naturliga sambandet med närgränsande celler (DEHNECKE 1881, s. 12, HAUPTFLEISCH 1892, s. 193). På grund av den då inträdande sårfeberna m. m. har man ju skäl att förmoda, att en livlig ämnesomsättning äger rum, ett förhållande som ju lätteligen låter sig biologiskt förklara.

Att på basis av dessa undersökningar giva en fullt uttömmande utredning angående arten av de krafter, varav de beskrivna konfigurationsförändringarna bero, torde för närvarande icke vara möjligt. Utan tvivel spelar här, liksom vid amöbornas gestaltningsförändringar, ytspänningen en mycket viktig roll (BERTHOLD 1886, kap. 2, PFEFFER 1904, kap. 137 o. 140 m. fl.). Så uppstå t. ex. de ofta omnämnda på väggplasmata förekommande veckbildningarna sannolikt i följd av lokala differenser i ytspänningen i gränsskiktet mellan cytoplasma och vakuol.

<sup>1</sup> Att plasmasträngarna under ogynnsamma omständigheter indragas i väggplasmata har också FRANK SCHWARZ (1892, s. 136) observerat. Som exempel härpå anføres följande: »*Spirogyra* schon ungünstiger Beleuchtung, bei *Mnium* nach längerer, wochenlangender Verdunklung, bei *Pisum* und *Tradescantia* beim Alterwerden der Zellen».



Utan tvivel spelar dylika lokala differenser i ytspänningen även en viktig roll vid de till väggplasma bundna trådliknande bildningarnas övergång till genom vakuolen förlöpaende strängar.

Men även plasmats konsistens är vid dessa gestaltningsförändringar av stor betydelse. Plasma kan ju understundom vara så trögflytande (t. ex. i reserv-näringsceller), att alla gestaltningsförändringar äro fullständigt uteslutna. Men även i celler med mycket lättflytande plasma, där rotationsströmning förekommer (BERTHOLD 1886, s. 119), bliva dessa konfigurationsförändringar av mindre genomgripande art beroende därpå, att genom vakuolen förlöpaende plasmasträngar ej kunna utbildas, då i dylika celler plasmats ringa viskositet omöjliggör utspännandet av talrika tunna plasmatrådar genom cellens lumen.

I vissa fall har jag vid dessa undersökningar tyckt mig kunna konstatera, att i samband med utbildningen av plasmasträngar en ökning av cytoplasmas volym ägt rum. Liknande iakttagelser omnämnas också av DEHNECKE (1881, s. 25).

Det är naturligtvis i regel ytterligt svårt att bevisa att en dylik ökning av cytoplasmas volym verkligen ägt rum. I ett annat sammanhang skall jag emellertid redogöra för en undersökning över den s. k. aggregationen i tentaklerna hos *Drosera rotundifolia*, varav det framgått, att en ökning av plasmats volym faktiskt äger rum icke blott här utan även i andra växters celler, om de behandlas med vissa bestämda substanser. Samtidigt som plasmats volym ökas utbildas ett stort antal plasmasträngar, som i olika riktningar genomkorsa saftrummet.

Den omtalade volumökningen har intressant nog visat sig sammanhånga med en betydande ökning av turgorn. Både volym- och turgorökning äro reversibla processer.



## Zusammenfassung in deutscher Sprache.

Titel der Arbeit: *Studien über fadenförmige Protoplasmastrukturen in den Pflanzenzellen.*  
(Beiträge zur Kenntnis der Struktur und Konfiguration des pflanzlichen Protoplasmas.)

Im ersten Teile dieser Arbeit berichtet der Verfasser über einige Untersuchungen der fadenähnlichen Protoplasmastrukturen, die in der botanischen Literatur »kinoplasmatische Aufhängefäden« (MIEHE 1899) und »kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatoforen« (LIDFORSS 1908) genannt worden sind.

Nach LIDFORSS (1908, S. 32), der diese Kinoplasmastrukturen am meisten eingehend studiert hat, sollten sie entweder direkte Kernfortsetze sein, die als feine Ausläufer des in diesem Falle meistens bipolaren Kernes das Cytoplasma durchsetzten, oder von der Kernmembran ausgehende und mit dieser stofflich identische Ausläufer, die sich gegen das übrige Protoplasma deutlich abhoben. Diejenigen Chloroplasten, welche mit dem Zellkern nicht in direkter Verbindung standen, kommunizierten nach LIDFORSS auch meistens teils mit den direkt verbundenen teils unter sich durch solche Kinoplasmafasern.

Eingehende Untersuchungen dieser Strukturen in lebendigen Zellen mit hoher Vergrößerung haben aber ergeben, dass sie dem Zellkern oder dessen Membran nicht gehören, und dass sie — mit einigen Ausnahmen<sup>1</sup> — auch nicht fadenähnliche Differenzierungen (Kinoplasmastränge) in einem anders organisierten Cytoplasma (Trophoplasma) sind, sondern haben sich entweder als die Vakuole durchsetzende Plasmafäden oder als eine Art band- oder fadenähnliche in die Vakuole eindringende Falten des Wandplasmas gezeigt.

Durch näheres Studium der Entstehungsart dieser fadenähnlichen Protoplasmastrukturen und der Veränderungen, die sie bei der Protoplasmaströmung erleiden, hat der Verfasser feststellen können, dass sie mit gewöhnlichen Cytoplasmafäden identisch sind [d. h. mit den seit langer Zeit bekannten fadenähnlichen Protoplasmabildungen, die in Zellen mit zirkulierendem Protoplasma (z. B. in den Staubfadenhaaren von *Tradescantia virginica*) vorkommen]. Die erytrophile Hülle des Zellkerns,

<sup>1</sup> Die erwähnten zum Cytoplasma lokalisierten Fäden sind nach dem Verfasser keine Ausläufer der Kernmembran sondern, entweder fadenförmige Protoplasmastrukturen, die mit den s. g. Vibrioiden (SWINGLE 1898, LAGERHEIM 1899) identisch erscheinen (Fig. 6 u. 13.) oder Fibrillen, die wahrscheinlich mit den von NEMEC (1901), HABERLANDT (1901), u. a. beschriebenen Fibrillen identisch sind.

von welcher diese Fadenstrukturen nach LIDFORSS ausstrahlen und mit der sie stofflich identisch sein sollten, hat sich nur als eine Anhäufung von Cytoplasma um den in der Vakuole durch Cytoplasmafäden aufgehängten oder vom Wandplasma etwas eindringenden Zellkern gezeigt. Eine wirkliche Kernmembran, d. h. eine morphologisch differenzierte Grenzschicht zwischen Kern und Cytoplasma, hat der Verfasser niemals in unbeschädigten oder mit osmium-alkohol fixierten Zellen mit Gewissheit feststellen können.

In beschädigten Zellen oder in solchen die mit anderen Fixierungsmitteln (Alkohol, FLEMMINGS, CARNOY'S oder KAISERS Lösung) fixiert worden sind, findet man gewöhnlich eine deutlich abgesetzte Kernmembran, die jedoch aller Warscheinlichkeit nach ein Fixierungsprodukt ist (LIDFORSS 1908, S. 32).

Da man während der letzten Decennien bei cytologischen Untersuchungen so gut wie immer mit solchem Material gearbeitet hat, das mit diesen Flüssigkeiten fixiert worden war, ist es ohne Zweifel ein solches Fixierungsprodukt, das man gewöhnlich als Kernmembran beschrieben hat.

Dass eine mit unseren optischen Hilfsmitteln sichtbare Kernmembran im allgemeinen nicht vorhanden zu sein scheint, braucht ja aber nicht zu bedeuten, dass eine diosmotisch wirksame Niederschlagsmembran zwischen Cytoplasma und Zellkern nicht existieren sollte. Eine solche Niederschlagsmembran braucht ja gar nicht so dick zu sein, dass sie auch bei der uns gegenwärtig zu Gebote stehenden möglichst hohen Vergrößerung als eine morphologisch differenzierte Schicht sichtbar ist (Bechhold 1913. S. 241).

Im zweiten Teil dieser Arbeit giebt der Verfasser einen Bericht über seine Untersuchungen über die Konfigurationsveränderungen des Protoplasmas in behäuteten Pflanzenzellen. Diese Untersuchungen haben besonders den Einfluss der Temperatur auf die Konfiguration des Protoplasmas behandelt aber auch die Gestaltungsveränderungen, die bei Einwirkung des Lichtes, gewisser narkotisierenden Substanzen und bei Plasmolyse der Zellen stattfinden.

Die Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur auf die Konfiguration des Protoplasmas haben ergeben, dass die unter normalen Umständen vorkommende Anordnung des Protoplasmas in Bändern oder Fäden bei verhältnismässig niedriger Temperatur (+ 2° bis — 4° C) in den meisten Fällen dadurch völlig aufgehoben wird, dass die erwähnten Bänder oder Fäden in das Wandplasma eingezogen werden.

So bedeutende Gestaltungsveränderungen wie diejenigen, die von KÜHNE (1864, S. 100) beschrieben sind, und die überall in der Litteratur als Beispiel der durch die Temperaturvariationen verursachten Konfigurationsveränderungen in den Protoplasten der Pflanzenzellen aufgestellt werden, sind nur sehr selten beobachtet worden, und erscheinen, wie schon von KLEMM (1895, S. 644) konstatiert worden ist, nur bei sehr schnellem Temperaturwechsel. Zwischen der Temperatur, bei welcher Plasmastränge im allgemeinen nicht vorhanden sind, und der Temperatur,

bei welcher Wärmestarrheit eintritt, scheint die Anzahl der Plasmastränge in direkter Beziehung zur Temperatur zu stehen.

Bei abnorm hoher Temperatur treten, wie schon KLEMM (1895, S. 635) festgestellt hat, erhebliche Konfigurationsveränderungen nur bei plötzlicher Temperatursteigerung ein. Ähnliche Veränderungen kommen auch bei Einwirkung von Induktionsschlägen (KLEMM 1895, S. 651) und bei chemischen Reizen vor (S. 663), was darauf hinweist, dass diese Veränderungen nicht eine spezifische Wirkung der Wärme ist, sondern als die spezifische Wirkung des plötzlichen Wechsels der Temperatur, als eine Schreckwirkung aufzufassen sind.

Der Einfluss des Lichtes auf die Konfiguration des Protoplasmas hat der Verfasser nicht so eingehend untersuchen können, wie zu wünschen wäre. Der Verfasser hat aber festgestellt, dass bei plötzlicher Veränderung der Lichtintensität von verhältnismässig starkem Licht zu schwachem (bzw. Dunkelheit) keine sichtbaren Veränderungen in der Konfiguration des Protoplasmas stattfinden. Dagegen hat er bei Veränderung der Lichtintensität in der entgegengesetzten Richtung eine numerische Vermehrung der Anzahl der Plasmastränge feststellen können.

Bei Behandlung von Pflanzenzellen mit narkotisierenden Stoffen sind sehr durchgreifende Konfigurationsveränderungen konstatiert worden. Wenn Pflanzenzellen mit ziemlich starken Lösungen von Äther (2 %), Antipyrin (1 o. 2 %), Alkohol (7—5 %) oder Chloroform (gesätt. Lösung) behandelt wurden, wurden die Plasmastränge gewöhnlich in das Wandplasma eingezogen. Ausserdem hörte die Plasmaströmung im allgemeinen auf. Bei Verwendung schwächerer Lösungen konnte zuweilen eine Vermehrung von der numerischen Anzahl der Plasmastränge konstatiert werden, und die Plasmaströmung wurde dann auch lebhafter.

Auch bei Behandlung der Zellen mit einer gesätt. Lösung von Chinin, wurden die Plasmastränge oft, wenigstens teilweise, in das Wandplasma eingezogen. Oft fielen sie aber in runden Klumpen oder Ballen in der Weise auseinander, die BORESCH (1914) bei gewissen Moosarten beobachtet hat.

Schliesslich hat der Verfasser in diesem Teile auch über einige Untersuchungen über die bei Plasmolyse eintretenden Konfigurationsveränderungen des Protoplasmas einen Bericht erstattet. Nach älteren Untersuchungen (HOFMEISTER 1867, S. 57) werden die Plasmastränge bei Plasmolyse in das Wandplasma eingezogen. Es hat sich aber herausgestellt, dass dies nur bei Plasmolyse mit sehr konzentrierten Lösungen der Fall ist. Bei schwacher oder mässig starker Plasmolyse entwickelt sich dagegen sehr bald eine grosse Anzahl Stränge, die die Vakuole in allen Richtungen durchkreuzen. Schliesslich häuft sich aber das Cytoplasma um den Kern in der von KÜSTER (1910) beobachteten Weise an. Bei gewissen Pflanzen geschieht dies aber nach einer verhältnismässig kurzen Zeit, bei anderen zuerst nach Verlauf mehrerer Tage, und schliesslich in gewissen Fällen gar nicht.

Aus diesen Untersuchungen und besonders aus denjenigen, die das Verhalten der Plasmastränge bei verschiedenen Temperaturgraden und bei Narkos behandeln, geht also hervor, dass die erwähnte kompliziertere Anordnung des Protoplasmas in den

Pflanzenzellen nur unter günstigen äusseren Bedingungen vorkommt, wie auch bei Amöben und Myxomyceten der Fall ist. Die Annahme liegt ja demzufolge nahe, dass die Gegenwart von Plasmasträngen in einer Pflanzenzelle darauf deuten sollte, dass ein lebhafter Stoffwechsel in den Zellen stattfindet (Vgl. KLEMM, S. 677). Wird dieser unterdrückt, z. B. dadurch, dass die Zellen abnorm niedriger Temperatur oder stärkerer Narkose ausgesetzt werden, verschwinden die Stränge, und das Plasma nimmt die verhältnismässig einfache Gestalt an, in der es in Zellen, wo es Rotationsströmung gibt, unter normalen Umständen vorkommt.

Als Stütze seiner Annahme, dass die Gegenwart von Plasmasträngen auf einen lebhaften Stoffwechsel deutet, führt der Verfasser noch einige Beobachtungen an. Es hat sich z. B. herausgestellt, dass eine grosse Anzahl Plasmastränge in Zellen ausgebildet wird, in denen die Chromatophoren ergrünen, oder wo eine lebhafte Stärkebildung stattfindet.

Die in der Litteratur vorkommenden Angaben (DEHNECKE 1881, S. 12, HAUPT-FLEISCH 1892, S. 193), dass Plasmastränge in lädierten Zellen entstehen, was vom Verfasser in mehreren Fällen bestätigt wird, deuten auch hierauf.





## Litteratur.

- ALBRECHT, 1903, Experimentelle Untersuchungen über die Kernmembran. Beitr. z. path. Anat. Festschr. f. Bollinger.
- BECHHOLD, H., 1912, Die Kolloide in Biologie und Medizin. Dresden.
- BERTHOLD, G., 1886, Studien über Protoplasma-mechanik. Leipzig.
- BORESCH, K., 1914, Über fadenförmige Gebilde in den Zellen von Moosblättern und Chloroplastenverlagerung bei *Funaria*. Zeitschr. f. Bot. Bd. 6.
- BOUIN, 1898, Sur la présence de filaments particuliers dans la protoplasme de la cellule-mère du sac embryonnaire. Bibliographie anatomique. T. VI. Paris-Nancy. (Ref. Bot. Centralblatt. Bd 80, S. 225.)
- BRÜCKE, 1862, Das Verhalten der sogen. Protoplasmaströme etc. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Wien.
- DEHNECKE, C., 1881, Einige Beobachtungen über den Einfluss der Präparationsmethode auf die Bewegungen des Protoplasma der Pflanzenzellen. Flora, Bd. 64.
- EWART, A. J., 1903, On the Physics & Physiology of Protoplasmic Streaming in Plants. Oxford.
- FISCHER, A., 1899, Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas. Jena.
- FLEMMING, W., 1879, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Archiv f. mikr. Anat. Bd. 16.
- FRANK, B., 1872, Ueber die Veränderung der Lage der Chlorophyllkörner und des Protoplasmas in der Zelle, und deren innere und äussere Ursachen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 8.
- FROMMANN, C., 1880, Beobachtungen über Struktur- und Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzelle. Jena.
- HABERLANDT, G., 1887, Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen. Jena.
- , 1888, Die Chlorophyllkörper der Selaginellen. Flora, Bd. 71.
- , 1901, Über fibrilläre Plasmastrukturen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 19.
- , 1909, Physiologische Pflanzenanatomie. 4 Auflage. Leipzig.
- HANSTEIN, J., 1870, Über die Bewegungserscheinungen des Zellkerns in ihren Beziehung zum Protoplasma. Sitzungsber. d. niederrhein. Gesellschaft in Bonn.
- , 1887, Das Protoplasma. Heidelberg. 2 Aufl. (1 Aufl. 1880.)
- HARPER, R. A., 1897, Kernteilung und freie Zellbildung im Ascus. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 30.
- HAUPTFLEISCH, P., 1892, Untersuchungen über die Strömung des Protoplasmas in behäuteten Zellen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 24.
- HECHT, K., 1912, Studien über den Vorgang der Plasmolyse. Cohn's Beiträge. Bd. 11.
- HOFMEISTER, W., 1867, Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig.
- JUEL, H. O., 1900, Beiträge zur Kenntnis der Tetradenteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 35.
- KLEBS, G., 1888, Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. Tübinger Untersuch. Bd. 2.
- KLEMM, P., 1895, Desorganisationserscheinungen der Zelle. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 28.
- KLERCKER, J., 1892, Eine Methode zur Isolierung lebender Protoplasten. Öfversigt af Kongl Svenska Vet.-Akad:s Förhandl. Stockholm 1892.

- KNOLL, F., 1908, Über netzartige Protoplasmadifferenzierungen und Chloroplastenbewegung. Sitzungs-  
ungsb. der kaiserl. Akad. der Wiss. in Wien. Mathem.-naturv. Klasse; Bd. CXVII. Abt. I.
- KURZWELLY, W., 1902, Ueber die Widerstandsfähigkeit trockener pflanzlicher Organismen gegen  
giftige Stoffe. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 38.
- KÜHNE, W., 1864, Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig.
- KÜSTER, E., 1910, Über Inhaltsverlagerungen in plasmolysierten Zellen. Flora, Bd. 100.
- LAGERHEIM, G. DE, 1899, Über ein neues Vorkommen von Vibrioiden in der Pflanzenzelle. Öfver-  
sikt af Kungl. Svenska Vet.-Ak:s Förhandl., 1899, Nr 6.
- LIDFORSS, B., 1908, Ueber kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatophoren  
Lunds Univ. Årsskrift, N. F., Bd. 4, 2.
- LINSBAUER, R., und ABRANOWICZ, E., 1909, Untersuchungen über die Chloroplastenbewegungen.  
Aus der Sitzungs- b. der kaiserl. Akad. der Wiss. in Wien. Mathem.-Naturw. Klasse; Bd.  
CXVIII. Abt. I. Wien.
- LUNDEGÅRDH, H., 1910, Ein Beitrag zur Kritik zweier Vererbungshypothesen. Über Protoplasma-  
strukturen in Wurzelmeristemzellen von *Vicia Faba*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 48.
- , 1912, Die Kernteilung bei höheren Organismen nach Untersuchungen an lebendem Material.  
Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 51.
- MALTE, M. O., 1910, Embryologiska och cytologiska undersökningar öfver *Mercurialis Annu* L.  
Lund. Diss.
- , 1908, Om cellkärnans byggnad hos *Euphorbiace*erna. Bot. Notiser. Lund.
- METZNER, R., 1896, Beiträge zur Granulalehre. Arch. f. Anat. u. Phys., Phys. Abt. (cit. efter  
Lundegård 1910).
- MIEHE, H., 1899, Histologische und experimentelle Untersuchungen über die Anlage der Spalt-  
öffnungen einiger Monokotylen. Bot. Centralbl. Bd. 78.
- MOHL, H. v., 1846, Ueber die Saftbewegung im Innern der Zelle. Bot. Zeit. Jahrg. 4.
- MOTTIER, 1898, Über das Verhalten der Kerne bei der Entwicklung des Embryosacks und die  
Vorgänge bei der Befruchtung. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 31.
- NEMEC, B., 1901, Die Reizleitung und die reizleitenden Structuren bei den Pflanzen. Jena.
- NOTHMANN-ZUCKERHANDL, H., 1915, Über die Erregung der Protoplasmaströmung durch verschie-  
dene Stahlenarten. Ber. d. Deutsch Bot. Ges., Bd. 33.
- PFEFFER, W., 1886—1888, Über Aufnahme von Anilinfarben in lebenden Zellen. Untersuchungen  
a. d. bot. Institut zu Tübingen. Bd. II.
- , 1890, Ein neuer heizbarer Objectisch etc. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie, p. 434 ff.
- , 1897, Pflanzenphysiologie. Bd. 1. Leipzig.
- , 1904, Pflanzenphysiologie. Bd. 2. Leipzig.
- PRINGSHEIM, N., 1880, Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunction in der Pflanze. Jahrb. f. wiss  
Bot. Bd. 12.
- RETZIUS, G., 1881, Zur Kenntnis vom Bau des Zellkerns. Biolog. Untersuchungen, Jahrgang 1.  
(cit. efter Lundegårdh 1910).
- ROSEN, F., 1894, Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenzellen III. Cohns Beiträge. Bd. VII.
- RUNNSTRÖM, J., 1914, Études sur la Morphologie et la Physiologie cellulaires du développement  
de l'Oursin. Annales de L'institut océanographique. Tome VI—Fasc. V.
- SACHS, J., 1864, Ueber die obere Temperaturgrenze der Vegetation. Flora, Bd. 47.
- SCHLEIDEN, J., 1861, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. 4 Aufl., Leipzig.
- SCHILLER, J., 1911, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns.  
Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 49.
- , 1909, Die Bedeutung des Kernes auf Grund neueren Untersuchungen. Jahresberichte der  
deutschen Staats-Oberrealschule in Triest. Schuljahr 1908—1909.
- , 1909, Über die Entstehung der Plastiden aus dem Zellkern. Österreich. bot. Zeitschr. 1909.
- SCHULTZE, M., 1863, Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig.
- SCHWARZ, F., 1892, Die Morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas. Cohns  
Beiträge. Bd. 5.
- STRASBURGER, E., 1893, Histologische Beiträge. Heft 5. Jena.

- STRASBURGER, 1897, Ueber Cytoplasmastrukturen, Kern- und Zellteilung. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 30.  
—, 1906, Die Ontogenie der Zelle seit 1875. Progressus Rei Bot., Bd. 1, S. 1.  
SWINGLE, W. T., 1898, Two new organs of the plant cell. Botanical Gazette, Vol. XXV.  
TUNMANN, O., 1913, Pflanzenmikrochemie. Berlin.  
UNGER, F., 1855, Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Wien.  
VERWORN, M., 1909, Allgemeine Physiologie. Jena.  
WIGAND, A., 1885, Studien über die Protoplasma-Strömung in der Pflanzenzelle, Botanische Hefte. Forschungen aus dem botanischen Garten zu Marburg, Heft. 1. Marburg.  
ZIMMERMAN, A., 1896, Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkerns. Jena.  
ÅKERMAN, Å., 1914, Über die Konservierung plasmolysierter Protoplasten. Bot Notiser. Lund.

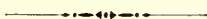
### Rättelser.

- Fig. 1* (sid. 11): Cell från barkparenchymet med i vakuolen upphängd kärna, omgiven av cytoplasma.  
*Fig. 10* (sid. 19): Cellkärna från samma vävnad som i föregående figur.

# ANTHOCYAN ALS MIKROCHEMISCHES REAGENZ

VON

OTTO GERTZ



LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ



Der K. Physiographischen Gesellschaft am 8. Dezember vorgelegt, 1915.

LUND 1916  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

Die histologische Forschung der letzten Jahrzehnte hat in bedeutendem Masse die Anzahl der Farbstoffe vermehrt, die infolge spezifischer, denselben zukommender Tinktionseigenschaften eine mikrotechnische Verwendung bekommen haben. Die meisten von diesen machen künstlich hergestellte Verbindungen aus. Das tinktionelle Verhalten, das die nativen, in Pflanzenreich vorkommenden Farbensubstanzen zeigen, ist verhältnismässig weniger bekannt, und bei der Untersuchung über die mikrochemische Verwendbarkeit dieser Stoffe scheint man hauptsächlich solche geprüft zu haben, die spezielle Pflanzenarten oder -Gattungen kennzeichnen. Was aber die allgemein verbreiteten Pflanzenpigmente betrifft, liegen über ihre Tinktionsfähigkeit nur wenige Angaben vor.

Im Jahre 1888 machte CORRENS (I, 658) die Beobachtung, dass solch' ein Pflanzenfarbstoff ausgedehnter Verbreitung, wie das Chlorophyll, ein spezifisches Reagenz auf Cuticularsubstanzen und auf verkorkte Zellen darstellt, indem die fraglichen Stoffe resp. Elemente den grünen Chlorophyllextrakten ihren Farbstoff entziehen und energisch speichern. Schon bei Zusatz von absolutem Alkohol erzielte CORRENS an frischen, chlorophyllführenden Pflanzenteilen eine deutliche Grünfärbung, die sich darauf zurückführen liess, dass Alkohol aus den Chloroplasten der Zellen das Chlorophyll auslöst, welches dann von der Cuticula und der Korksubstanz auf ähnliche Weise gespeichert wird, wie bei Behandlung von verkorkten oder cutinisierten Zellen mit einer Lösung von Chlorophyll. Ausgezeichnete Tinktionsbilder ergaben nach dieser Methode die cutinisierten Membranschichten der Epidermis bei *Aloë*, *Sophora* und *Acer striatum*.

Die Anwendung des Chlorophyllfarbstoffes in der Mikrochemie wurde durch LIDFORSS weiter geführt. Nach diesem Forscher ist Chlorophyll im allgemeinen als ein Reagenz auf fettartige Substanzen zu betrachten. LIDFORSS fand nämlich, dass die in dem Zellsaft einiger Pflanzen auftretenden Öltröpfchen, die sog. Elaiosphaeren, bei Behandlung mit Chlorophylllösung in kurzer Zeit eine grünliche oder grüngelbe Färbung annehmen. Beim Schütteln von fetten Ölen, z. B. Mandelöl, mit alkoholischem Chlorophyllextrakt tritt nach LIDFORSS dieselbe Reaktion ein, indem das Öl den Farbstoff aufnimmt, während die Alkohollösung sich entfärbt. (LIDFORSS, I, 7, 8).

Bezüglich der roten und blauen, an den Zellsaft gebundenen Farbstoffe (Hydrochrome), die unter dem allgemeinen Namen Anthocyane gehen und wenigstens zeit-

weise bei fast allen höheren Pflanzen auftreten, gibt es einzelne Litteraturangaben, laut welcher auch diese die Fähigkeit besitzen, gewisse Zellelemente zu tingieren. Schon THEODOR HARTIG, einer der bahnbrechenden Vertreter der mikroskopischen Färbetechnik, machte in den 50-iger Jahren des 19-ten Jahrhunderts die Wahrnehmung, dass Zellkerne aus ausgepresstem *Phytolacca*-Saft den roten Farbstoff aufnehmen, und er empfahl auch eine Lösung davon als Kernfärbungsmittel. Später haben andere Forscher, wie TAIT, LAVDOWSKY, FOL, SCHWARZ, CLAUDIUS und MAYER, weitere Beobachtungen über die tingierenden Eigenschaften verschiedener Anthocyanarten angestellt.

Ohne Kenntnis von diesen früheren Angaben fand ich schon vor 14 Jahren (im Frühling 1900), als ich meine Untersuchungen über das Anthocyan begann, dass eine mit Schwefelsäure versetzte Wasserlösung von diesem Farbstoff nicht nur Zellkerne gut tingiert, sondern auch an Bastfasern, Xylemelementen und sklerotischen Zellen eine charakteristische Färbung hervorruft.

Als ich diese Beobachtung näher verfolgte, hatten meine Untersuchungen den Erfolg, dass sich die erwähnte Tinktion als ein Mittel herausstellte, in Zellmembranen Verholzung nachzuweisen, und zwar als eine spezifische Reaktion, die in der mikroskopischen Analyse benutzt werden konnte. Eine vergleichende Untersuchung über das Verhalten des Anthocyans verschiedener Pflanzenarten zeigte, dass die betreffende Reaktion von ganz allgemeiner Natur ist und daneben ein grosses Interesse darbietet, weil dieselbe geeignet zu sein scheint, unsere Kenntnis von der Histochemie verholzter Zellen gewissermassen zu befördern.

Schon im Jahre 1906 wurde in meiner zu dieser Zeit erschienenen Anthocyanmonographie eine kurze Andeutung der bei diesen Untersuchungen gewonnenen Resultate gegeben (GERTZ, I, S. XXX ff., XXXV). Ich habe in dieser Arbeit auch einen ausführlichen Bericht über meine Untersuchungen versprochen, welche übrigens bereits, da die Arbeit erschien, im grossen und ganzen zu Ende geführt waren. Dass die Veröffentlichung erst jetzt geschieht, liegt daran, dass andere Untersuchungen während der vergangenen Jahre meine Arbeitszeit ungeteilt gefordert haben.

---

## I. Anthocyan als Kernfärbungsmittel.

Wie schon oben erwähnt, richtete zuerst THEODOR HARTIG die Aufmerksamkeit auf die Fähigkeit des Anthocyans, Zellkerne zu tingieren. Er beschreibt seine Beobachtungen in folgender Weise (I, 555): «Karmin ist keineswegs der einzige Farbstoff, den das Chlorogen aufnimmt. Der Saft von *Phytolacca decandra* färbt eben so schön und tief, Lakmus färbt blau, und dürfte für derartige Untersuchungen am geeignetsten sein . . . . Lakmus, der Saft von *Phytolacca decandra* häufen sich in solchen Massen im Innern der festen Substanz des Chlorogen, dass diese endlich ganz undurchscheinend und für das Mikroskop schwarz wird»<sup>1</sup>.

HARTIG fand, dass dieselbe Eigenschaft auch bei anderen Anthocyanarten vorhanden war. In einer folgenden Arbeit heisst es nämlich weiter (II, 879, 880): «Material für einen der elegantesten Färbungsversuche liefern die Staubfäden von *Tradescantia virginica*. Die gegliederten Haare derselben führen im innern Zellraume einen dunkelblauen Zellsaft, während der cirkulirende Saft des Ptychoderaumes und der von diesem zum centralen Zellkerne hinführenden Ptychodekanäle, wie der Zellkern selbst ungefärbt sind. Giebt man dem Staubfaden einige Tropfen absoluten Alkohol, so coagulirt der blaue Farbstoff des innern Zellraumes dadurch zu kleinen scharf begrenzten Kügelchen, wodurch nun sowohl der Ptychodeschlauch wie die Ptychodekanäle und der Zellkern deutlicher hervortreten. Giebt man dem Objekte vor dem völligen Verdunsten des Alkohol einige Tropfen Wasser, so lösen sich in diesem die blauen Farbstoffkügelchen wieder auf, und nun färbt sich der Zellkern tief blau, während der Farbstoff aus dem innern Zellraume mehr und mehr verschwindet.» (Siehe auch HARTIG, V, 25)<sup>2</sup>.

In einer dritten Arbeit erwähnt HARTIG ferner, dass die Anthocyanfärbung des Zellkernes an dem angeführten Material unmittelbar durch Alkoholzusatz erreicht werden kann. «Zersprengt man die Zellhäute der Staubfadenhaare von *Tradescantia virginica* durch Einwirkung von concentrirtem Alkohol unter Deckglas,

<sup>1</sup> Siehe auch MASCHKE (I, 21) und ZACHARIAS (I, 577, Anmerk. 1).

<sup>2</sup> Der Ptychodeschlauch HARTIG's (eine schleimartige, zwischen den Grenzschichten Ptychode und Ptychoide sich befindende Masse in den Zellen) ist im grossen und ganzen mit MOHL's Primordialschlauch und mit unserem Protoplasma identisch. Mit Chlorogen bezeichnet HARTIG die Grundsubstanz des Zellkerns. [Siehe diesbezügl. HARTIG, V.]



tritt in Folge dessen der blaue Zellsaft unmittelbar zum Zellkerne, so färbt sich letzterer durch Farbstoff-Aufspeicherung blau . . . » (HARTIG, VI, 93, Anmerk. 2).

Mit dem Farbstoff von *Tradescantia* gelang es HARTIG sogar, den Zellkern in Pollenkörnern zu färben. «Im blauen, ausgepressten Zellsafte liegend, nimmt der Zellkern des Pollen bald eine dunkelblaue, ein breiter Hof um denselben eine hellblaue Farbe an . . . » (HARTIG, VI, 93, Anmerk. 1).

Eine spätere Angabe von der Fähigkeit des Anthocyans, als Tinktionsmittel für Zellkerne zu fungieren, rührt von TAIT her. Durch Ausziehen mit kochendem Wasser oder Alkohol erhielt TAIT aus den Blättern des Rotkohls (*Brassica oleracea capitata* var. *rubra*) eine Anthocyanlösung, deren rote Farbe er durch Zusatz von Ammoniak ins Grüne überführen konnte. In dieser Form benutzte TAIT das Anthocyan zum Tingieren histologischer Präparate. Es stellte sich heraus, dass, wenn man Schnitte durch tierische Gewebe in die Lösung überführt, dieselben den Farbstoff binnen kurzem aufnehmen und an die Gewebeelemente fixieren. Bei vorsichtigem Zusatz einer geringen Menge Säure nehmen dann die Präparate eine purpurrote Farbe an, mit Ausnahme der Zellkerne, die sich, wie TAIT angibt, infolge ihrer beibehaltenen, lebhaft grünen Farbe von dem übrigen Zellinhalt vortrefflich abheben. Ähnliche Ergebnisse erreichte TAIT mit gewissen anderen Anthocyanlösungen, die von ihm, nebst dem Farbstoffe des Rotkohls, für histologische Arbeiten empfohlen wurden.

In einer Zusammenstellung der Tinktionsmittel, die bis zum Jahre 1884 in der mikroskopischen Färbetechnik zur Anwendung vorgeschlagen worden sind, erwähnt GIERKE (1, 99) diesen von TAIT benutzten Farbstoff und führt, ausser den schon von TAIT hinsichtlich der Anwendung derselben gemachten Angaben, an, dass die fragliche Methode zwar hübsche und instruktive Färbungen liefert, dass sie aber zur Herstellung von Dauerpräparaten ungeeignet ist, weil die Färbung bei längerer Aufbewahrung der Präparate nur begrenzte Haltbarkeit besitzt.

Auch nach FLESCH ist das Rotkohlanthocyan als Kernfärbungsmittel zu empfehlen. Er lenkte besonders die Aufmerksamkeit auf die interessante, früher nicht genügend beachtete Eigenschaft desselben, die Zellkerne und das Protoplasma in verschiedenen Farben zu tingieren. Wie schon TAIT hervorgehoben hat, werden nämlich jene grün gefärbt, während das Protoplasma einen rötlichen Farbenton annimmt. FLESCH fand, dass die Affinität des Anthocyans zu der Kernsubstanz besonders ausgeprägt ist, indem hier auch in solchen Fällen eine Färbung eintritt, wo andere Kerntinktionen ausbleiben. Auf diese Weise gelang es FLESCH, die Zellkerne in Präparaten von Gehirnssubstanz zu färben, die durch Chromsäure erhärtet waren und nach dieser Fixierung von z. B. Karminlösung intakt blieben. In Kanadabalsam oder in Glyzerin konserviert, konnten doch die Präparate mit unveränderter Färbung nicht dauernd aufbewahrt werden, nicht einmal wenn dieselben gegen Licht sorgfältig geschützt wurden.

Gleichzeitig mit den obigen Untersuchungen von GIERKE und FLESCH machte LAVDOWSKY eine Mitteilung von tingierenden Eigenschaften bei *Myrtillus*-Anthocyan.

LAVDOWSKY hatte gefunden, dass eine wässrige oder alkoholische Lösung von Anthocyan aus *Myrtillus*-Beeren gewisse Zellelemente energisch tingiert. Sowohl an pflanzlichen, als auch an tierischen Geweben erhielt er bei Behandlung mit diesen eine schöne Färbung der Zellkerne, wobei es sich allerdings ergab, dass auch Zellulosewände das Pigment einlagerten. Um karyokinetische Kernfiguren nachzuweisen, empfiehlt LAVDOWSKY eine schwach angesäuerte Lösung von *Myrtillus*-Anthocyan. Durch vorhergehende Behandlung mit Chromsäure oder mit Kaliumdichromat wird nach LAVDOWSKY die Tingibilität der Gewebe wesentlich erhöht. Auch zur Herstellung von Dauerpräparaten war diese Färbungsmethode verwertbar, und von LAVDOWSKY wurde ohnedies empfohlen, das aufgenommene Pigment mit 1-prozentiger Bleizucker- oder mit 2-prozentiger Alaunlösung zu fixieren, die den Anthocyanfarbstoff in unlösliche Lackverbindungen überführen.

In demselben Jahre (1884) machte ferner KRAUS die Beobachtung, dass ebenso wie einige andere Tinktionsmittel den Zellkernen eine andere Farbe als die der Färbelösung geben, der Kern roten Saft führender Zellen manchmal tiefblau gefärbt wird, obgleich der Zellsaft seine rote Farbe beibehält. Dieses Verhalten findet nach KRAUS seine Erklärung in der Alkaleszenz des Zellkernes.

FOL (I, 183) benutzte für tinktionstechnische Zwecke sog. Ribesin, welches aus Früchten von *Ribes nigrum* hergestellt war. Dieser Farbstoff war doch chemisch verändertes Anthocyan, weil die von FOL angewendete Lösung durch Auskochen zerquetschter Früchte (hauptsächlich der Fruchtwand) mit 1-prozentiger Alaunlösung bereitet worden war. Die filtrierte, farbige Flüssigkeit gab an Alkoholpräparaten eine vorzügliche Kerntinktion, an Chromsäurepräparaten eine weniger gute. Beim Färben kann das Ribesin nach FOL zweckmässig in Kombination mit Eosin verwendet werden.

Unter den späteren Forschern, die sich für tinktorielle Zwecke des Anthocyans bedient haben, seien SCHWARZ, CLAUDIUS und MAYER erwähnt. Die Untersuchungen SCHWARZ' berücksichtigen weniger die Färbbarkeit der verschiedenen Zellbestandteile mit Anthocyan, sondern beabsichtigten, die Alkalinität resp. Acidität derselben nachzuweisen. SCHWARZ tingierte demnach mit Farbstoffen, die eine ausgeprägte Empfindlichkeit für geringe Reaktionsänderungen zeigen, und erhielt hierbei die besten Resultate mit dem in Rotkohl (*Brassica oleracea* var. *crispa* GARCKE) vorkommenden Anthocyan. Dieser Stoff zeigte hinsichtlich Alkalien und basischer Salze eine Empfindlichkeit, die sogar die des Lackmus und anderer Indikatoren übertraf<sup>1</sup>. Bei Behandlung von frischen oder mit Alkohol fixierten Schnitten mit einer neutralen Lösung von dem fraglichen Farbstoff trat in den Zellen Blau-

---

<sup>1</sup> Schon früher benutzte PELLAGRI Anthocyanextrakte aus Blumen von *Viola*, *Iris* und *Verbena* zum Nachweis der Acidität resp. der Alkalinität in Flüssigkeiten. PELLAGRI fand diese Lösungen wegen ihrer grossen Empfindlichkeit brauchbarer als Lackmustinktur. Während z. B. Kalilösung in der Verdünnung 1: 600,000 nicht mehr mit Lackmus reagierte, ergaben die Anthocyanfarbstoffe dann noch deutliche Reaktion, ja sogar bei 1: 1,200,000 war die Reaktion noch zu beobachten. [Weitere Angaben über das Anthocyan als Indikator finden sich bei ECKERLIN. — Zusatz während des Druckes.]

färbung ein. SCHWARZ beschreibt seine diesbezüglichen Beobachtungen in folgender Weise: »..... nicht nur für die Plasmata verschiedener Pflanzenorgane herrschte Uebereinstimmung, sondern auch für die einzelnen Theile des Zellinhaltes. Am leichtesten war der Nachweis für den Zellkern, indem derselbe am besten den Farbestoff aufnahm. An günstigen Objecten, z. B. an Braunkohlblattstielen, bei Keimlingsstengeln von *Brassica napus*, bei *Primula japonica* (Stengel) u. a. liess sich constatiren, dass nicht nur das Chromatin und die Nucleolen, sondern auch die Gerüstsubstanz alkalisch reagirten. Bei weniger günstigen Objecten färbte sich besonders das Chromatin und die Nucleolen.... Ist genügende Menge von Farbestoff vorhanden und die Zellsubstanz gut tingirbar, so färben sich auch die übrigen Theile des Zeilnhaltes, das Cytoplasma, in demselben besonders die Microsomen, die Chlorophyllkörner und Stärkebildner, mit einer der Alkalinität entsprechenden Farbe.... Auch in Samen zeigte Cytoplasma und Kern alkalische Reaction.... In anderen Fällen, z. B. bei Wicken und Erbsensamen färbten sich auch die Aleuronkörner ausser dem Protoplasma mit dem Kohlfarbstoffe blau.» (SCHWARZ, II, 21, 22).<sup>1</sup>

Durch Töten anthocyanführender Zellen mit Elektrizität oder durch Übertragen von Zellen mit ungefärbtem Inhalt in ein Rotkohlpigment führendes Medium konnte SCHWARZ unter dem Mikroskop beobachten, wie die Tinktion der plasmatischen Elemente fortschritt. Was die Färbbarkeit des Cytoplasmas anbetrifft, fand SCHWARZ (II, 21) diese bei jungen Zellen am grössten, bei älteren, substanzarmen dagegen weniger ausgeprägt. Dasselbe gilt übrigens auch vom Zellkern (SCHWARZ, I, 80).

Beim Färben der mit Alkohol fixierten Pflanzenteile mit schwach angesäuerter Anthocyanlösung erhielt SCHWARZ in der Regel dasselbe Ergebnis, wie beim Anwenden neutraler Lösung. Die Tinktionsfähigkeit war doch hier etwas weniger.

Späterhin haben CLAUDIUS und MAYER die Aufmerksamkeit auf die Fähigkeit der Anthocyanfarbstoffe, Zellkerne zu tingieren gelenkt. CLAUDIUS, der im grossen und ganzen die von LAVDOWSKY ausgearbeitete Methodik benutzt hat, empfiehlt bei histologischen Arbeiten eine Kombination Anthocyan—Pikrinsäure, weil die Präparate dann eine schöne und distinkte Doppelfärbung erhalten.

Nach einer von MAYER (I, 220) gelieferten, kurzgefassten Mitteilung tingiert der Farbstoff der dunkelroten Früchte von *Prunus avium* die Zellkerne, doch kann nach MAYER diese Färbung an Intensität nicht mit derjenigen wetteifern, die andere Kernfärbungsmittel ergeben. Die Färbelösung, welche mit 5-prozentigem Alaun versetzt war, erinnert hinsichtlich der tinktionellen Leistungen an Hämalan.

Bei den Untersuchungen, die ich selbst über die Natur des Anthocyans als Kernfärbungsmittel angestellt habe, war meine Aufmerksamkeit zunächst auf die

<sup>1</sup> Ich kann hier nicht auf die Kritik eingehen, die den oben erwähnten Untersuchungen SCHWARZ' entgegentrat und die in gewissen Punkten auch seine Tinktionsversuche berührt. Ich weise betreffs dieser Frage auf die in nachstehendem Litteraturverzeichnis angeführte Prüfung hin, die MEYER (I, 235) der fraglichen Arbeit gewidmet hat.



Frage gerichtet, ob diese Tinktionsfähigkeit eine den sämtlichen Anthocyanarten zukommende, also eine ganz allgemeine Eigenschaft des Anthocyans ausmacht, oder ob einzelne Anthocyanfarbstoffe sich in dieser Beziehung verschiedenartig verhalten. Wie WEIGERT gezeigt hat, kann man zwei gut charakterisierte Gruppen von Anthocyanen unterscheiden, die in ihren typischen Formen einerseits von dem roten Pigment bei *Vitis* (Weinrot), anderseits von dem violetten bei *Beta* (Betarot) repräsentiert werden. (Siehe näher GERTZ, I, S. IX, 133). Rücksichtlich dessen, dass die Verschiedenheit, die diese in chemischer und physiologischer Hinsicht zeigen, sich vielleicht auch in tinktionellen Verschiedenheiten äussern könnte, machte ich eine vergleichende Untersuchung über die Eigenschaften einer Anzahl der den beiden Gruppen zugehörigen Anthocyanpigmente.

Was die Methodik anbetrifft, führte ich meine Untersuchungen teils in der Weise aus, dass ich den Farbstoff anthocyanführender Zellen dazu brachte, die plasmatischen Elemente derselben Zellen zu durchdringen, teils so, dass ich anthocyanfreies Material durch Übertragen in eine Anthocyanlösung tingierte.

Wie schon HARTIG und SCHWARZ angedeutet haben, erzielt man eine gute Kernfärbung, wenn anthocyanführende Zellen der Einwirkung tötender Stoffe ausgesetzt werden. Durch die Untersuchungen von NÄGELI, DE VRIES, PFEFFER und anderen Forschern ist schon seit lange bekannt, dass das Protoplasma lebender Zellen für das im Zellsaft sich vorfindende Anthocyan impermeabel ist, dass aber diese Impermeabilität in demselben Augenblick aufgehoben wird, da die Zellen absterben. Demnach exosmiert das Anthocyan aus den Vakuolen und Safräumen, durchtränkt die plasmatischen Elemente und die Zellwände und wird mit verschiedener Kraft an diese gebunden. Dass besonders der Zellkern Neigung besitzt, diesen Farbstoff aufzunehmen, ist von NÄGELI (I, 7), HARTIG (I, 555), DE VRIES (II, Taf. XXIII, Fig. 1, D, 6), SCHWARZ, MOLISCH (II, 13, 28) und KLEMM (I, 687) nachgewiesen worden. Bei Behandlung anthocyanführender Zellen mit absolutem Alkohol macht man inzwischen manchmal die Beobachtung, dass auch das Protoplasma mehr oder minder kräftig von dem Anthocyan tingiert wird. Dies trifft hauptsächlich in solchen Zellen ein, welche bei der Herstellung der Schnitte lädiert geworden sind. Wahrscheinlich bilden sich in diesen Fällen unlösliche Verbindungen von Anthocyan mit gewissen Substanzen des Protoplasmas. Daneben erscheint dann und wann Anthocyanfärbung an den Zellulosewänden, wie ich im folgenden näher auseinandersetzen werde.

Von den letzterwähnten Elementen, dem Protoplasma und den Zellulosewänden, abgesehen, deren Anthocyantinktion jedenfalls von einer gewissen Launenhaftigkeit geprägt zu sein scheint, ist es ausschliesslich der Zellkern, der mit einem höheren Grade von Energie den Anthocyanfarbstoff speichert. Wenn man nach dem Eintritt der Färbung die Schnitte in Flüssigkeiten überführt, welche Lösungsmittel für Anthocyan darstellen, z. B. in absoluten Alkohol, so dass der überschüssige Farbstoff den Zellen entfernt wird, treten in den Präparaten die Zellkerne als scharf markierte, prächtig gefärbte Körper hervor. Bei nachträglicher Behandlung mit



Bleiacetat- oder Kupferacetatlösung wird die Färbung an den Schnitten fixiert, weil das Anthocyan mit den betreffenden Substanzen unter Bildung von blauen, blaugrünen oder grünen Lackfällungen reagiert. Denselben Erfolg erhält man bei Behandlung der Präparate mit Lösungen von Alaun, Zinnchlorür, Stannosalzen und Cinchonsalzen, welche Substanzen ebenfalls mit Anthocyan unlösliche, in diesen Fällen freilich violettfarbige Verbindungen bilden.

Besonders schön tritt die in dieser Weise erzeugte Tinktion bei gewissen monokotylen Pflanzen hervor, z. B. bei den Liliaceen, wo eine Behandlung anthocyanführender Zellen mit Äther, Chloroform, Alkohol oder verdünnten Säuren (Essigsäure, Salzsäure, Schwefelsäure und anderen) sofort eine intensive Anthocyanfärbung nicht nur in diesen, sondern auch in den benachbarten, anthocyanfreien Zellen hervorruft. In meiner Anthocyanmonographie habe ich an mehreren Stellen dieses Verhalten hervorgehoben. Die nachstehende Übersicht, zu welcher ich das Material teilweise aus der genannten Arbeit geholt habe, teilt eine Anzahl von Pflanzen mit, bei denen in angeführter Weise eine Färbung der Zellkerne erzeugt worden ist.

*Nidularium Cervantesi* HORT. Blatt. Untere Epidermis- und Hypodermazellen. — Alkohol (GERTZ, I, 36).

*Tradescantia discolor* L'HÉRIT. Blatt. Untere Epidermis. — Alkohol, Schwefelsäure (S. 42).

*Tradescantia virginica* L.  $\beta$  *pilosa*. Frühlingsblätter [= im Frühling auftretende, anthocyanführende Blätter]. Epidermis. — Salzsäure (S. 43).

*Tradescantia zebrina* HORT. Blatt. Untere Epidermis. — Alkohol (S. 42).

*Allium odorum* L. Frühlingsblätter. Subepidermale Zellen. — Alkohol.

*Lilium umbellatum*, *tauricum* und *testaceum* LINDL. Frühlingsblätter. Subepidermale Zellen. — Salzsäure (S. 54).

*Fritillaria imperialis* L. Stengel. Subepidermale Zellen. — Salzsäure (S. 54).

*Tulipa Gesneriana* L. Perigonblatt. Epidermis. — Alkohol.

*Scilla sibirica* ANDR. Perigonblatt. Epidermis. — Alkohol, Äther, Essigsäure, Schwefelsäure, Salzsäure (S. 56).

*Eucomis punctata* L'HÉRIT. Blatt. Subepidermale Zellen. — Äther (S. 56).

*Chionodoxa Luciliae* BOISS. Perigonblatt. Epidermis und subepidermale Zellen. — Salzsäure (S. 57).

*Costus mexicanus* LIEBM. Blattscheide. Epidermis. — Alkohol.

*Phrynium cylindricum* ROSC. Blattscheide. Epidermis. — Alkohol (S. 68).

*Strelitzia angusta* DIETR. Blattbasis. Epidermis. — Alkohol.

*Cattleya quadricolor* BATEM. Blatt. Subepidermale Zellen. — Salzsäure (S. 75).

*Helleborus antiquorum* A. BR. Kelchblatt. Epidermis. — Salzsäure (S. 150).

*Franciscea eximia* LEHM. Kronenblatt. Epidermis. — Alkohol.

*Croton interruptum* HORT. Blatt. Epidermis. — Alkohol.

*Scopolia orientalis* DUN. Stengel. Subepidermale Zellen. — Schwefelsäure (S. 356).

*Strobilanthes Dyerianus* HORT. Blatt. Untere Epidermis. — Alkohol (S. 378).

*Strobilanthes Sabinianus* NEES. Blatt. Untere Epidermis. — Alkohol.

*Eupatorium canadense*. Alte, absterbende Blätter. Grundgewebezellen. — Alkohol.

Weil die einfache Methodik in diesem Fall nur darin besteht, das osmotische System der anthocyanführenden Zellen aufzuheben, so dass das Anthocyan die Protoplasmaelemente durchdringt, kann man Kernfärbung offenbar in vielen anderen Weisen erzielen, wodurch die Zellen überhaupt getötet werden. Zur Tinktion der Zellkerne führen demnach Zusatz von Äther und Chloroform, Behandlung mit hoch konzentrierten Salzlösungen oder Erwärmung der Schnitte zu Temperaturen, die auf die Zellen eine tödende Wirkung ausüben.

Eine Äusserung dieser Färbbarkeit der Zellkerne mit Anthocyan sind daneben die Tinktionsbilder, welche KÜHNE und SCHWARZ bei Behandlung anthocyanführender Zellen mit Induktionselektrizität erhalten haben, wie auch die Anthocyanfärbung des Zellkerns, welche nach MOLISCH beim Erfrieren der Zellen in gewissen Fällen eintritt. Bei *Hyacinthus orientalis* machte ich die Beobachtung, dass die Zellkerne zusammentrocknender Zwiebelschuppen von postmortal gespeichertem Anthocyan intensiv rotgefärbt erscheinen.

Die Angaben von MASCHKE (II, 196), WEISS (I, 103) und CARNOY (I, 247), dass Chlorophyll- und Anthocyanfarbstoffe in Zellkernen einzelner Pflanzen normal auftreten, rühren offenbar, wie schon ZIMMERMANN (II, 48) hervorgehoben hat, davon her, dass postmortale Veränderungen sich in den betreffenden Zellen bei präparativen Eingriffen einstellten. Es gilt wahrscheinlich auch dasselbe von einem von HARTIG (III, 166, Anmerk.) erwähnten Falle, wo in der reifen Fruchtwand von *Solanum nigrum* Zellkerne mit einem Inhalt von farbigem Saft beobachtet worden sind.

Die beschriebene Tinktionsmethode dürfte kaum von grösserer praktischer Bedeutung sein, weil beim Zusatz der erwähnten Stoffe, wie überhaupt bei dem genannten Verfahren die strukturellen Veränderungen des Protoplasmas und des Zellkerns so durchgreifend werden, dass die vitale Architektur oft ganz verloren geht. Nur wenn die Färbung durch Behandlung des Materials mit Alkohol ermittelt ist, dürfte die Methode zu Ergebnissen grösseren Werts führen können. Bei einem anatomischen Praktikum kann sie vielleicht, wenigstens wenn es gilt, die Färbbarkeit der Zellkerne überhaupt schnell nachzuweisen, einen guten Dienst leisten, und das Verfahren scheint mir infolgedessen verdienen, hier erwähnt zu werden.

Meine meisten Untersuchungen über die Anthocyanfärbung der Zellkerne habe ich an anthocyanfreien Zellen ausgeführt. Die aus solchem Material hergestellten Schnitte wurden dann in eine Anthocyanlösung gebracht. Die Kerne färbten sich auch in diesem Falle, aber es war hierfür ein Verweilen der Schnitte im Färbebad während längerer oder kürzerer Zeit nötig, welche teils durch die Natur der verwendeten Anthocyanart, teils durch die Beschaffenheit des Lösungsmittels bedingt wurde. Die roten und blauen Anthocyanmodifikationen verhalten sich, was zu bemerken ist, tinktionell in verschiedener Weise. Als rote, freie Farbsäure (An-

thocyan in saurer Lösung) ruft das Anthocyan eine verhältnismässig kräftige Tinktion hervor, aber erfordert hierfür im allgemeinen eine Behandlung der Schnitte mit der Färbelösung während mehrerer Stunde. Als blaues oder grünes Alkalisalz dagegen (in neutraler oder schwach alkalischer Lösung) zeigt das Anthocyan eine gesteigerte Tinktionsfähigkeit, so dass deutliche Färbung schon nach wenigen Minuten beobachtet werden kann. Die tinktionelle Affinität des Anthocyans in der blauen Modifikation ist jedoch nicht nur auf die Chromatinsubstanz des Kerns gerichtet, sondern macht sich auch dem Protoplasma und den Chromatophoren gegenüber geltend. In seiner roten Form färbt das Anthocyan das Protoplasma überhaupt nur schwach; bloss das kondensierte, sehr dichte Plasma, z. B. der Meristemgewebe, jüngerer Zellen oder der Gewebe ruhender Samen, zeigt diese Tinktion deutlicher.

Eine wichtige Rolle spielt, wie erwähnt, auch das Lösungsmittel. Meine diesbezüglichen Untersuchungen haben ergeben, dass alkoholische Lösungen schwächer als wässrige färben. Die Färbekraft der Wasserlösungen wird in beträchtlichem Masse gesteigert, wenn man dieselben mit Schwefelsäure ansäuert.

Die schönsten Tinktionen erzielte ich beim folgenden Verfahren. Nach Fixierung mit absolutem Alkohol wurden die aus frischem Pflanzenmaterial hergestellten Schnitte in eine mit Schwefelsäure versetzte Anthocyanlösung gebracht, wo sie 12 bis 24 Stunden lang verweilen. Danach wurden sie mit destilliertem Wasser abgespült, in eine Lösung von Bleiacetat übertragen, die mit blauer, blaugrüner oder grüner Farbe den in den Kernen eingelagerten Farbstoff ausfällte, und dann in destilliertem Wasser sorgfältig ausgewaschen, um das überschüssige Fällungsmittel zu entfernen. Zur Anfertigung von Dauerpräparaten wurden die so behandelten Schnitte nachher in Glycerin, Glyzeringelatine oder in Kanadabalsam gebracht. In letztem Falle mussten sie selbstverständlich zuerst in gewöhnlicher Weise durch absoluten Alkohol entwässert und dann in Xylol übertragen werden.

Die Dauer, welche eine gute Kernfärbung erfordert, ist demnach ziemlich lang. Gewöhnlich liess ich bei meinen Tinktionsversuchen die Schnitte in der Färbelösung beinahe 12 Stunden lang verweilen. Wenn neu hergestellten Anthocyanlösungen zur Verfügung stehen, kann man doch die Expositionszeit beträchtlich verkürzen; oft ist dann eine Einwirkung der Färbelösung während einer Stunde genügend, um vorzügliche Tinktion zu erhalten. Bei Anwendung älterer Anthocyanlösungen ist anderseits die Tinktionszeit zu verlängern, weil das Anthocyan bei längerem Aufheben eine beträchtliche Schwächung der tingierenden Eigenschaften erleidet und schliesslich die Färbekraft ganz und gar verliert.

Die Anthocyanarten, welche ich in bezug auf ihre Tinktionsfähigkeit näher geprüft habe, gehören folgenden Pflanzenformen an:

*Croton interruptum* (eine Rasse mit ganz roten oder zum Teil panachierten Blättern), Blätter,

*Brassica oleracea*  $\beta$  *rubra*, Blätter,

*Begonia Scharffiana*, Blätter,

*Begonia erecta*  $\beta$  *multiflora* (eine ganz rotgefärbte Kulturrasse), Blätter,



*Vitis vinifera*, Beeren,  
*Myrtillus nigra*, Beeren,  
*Vaccinium Vitis Idaea*, Beeren,  
*Citrus Aurantium* var. *sanguinea*, Früchte,  
*Alloplectus vittatus*, Blätter,  
*Perilla nankinensis*, Blätter,  
*Coleus hybridus* (Kulturrasse mit tief dunkelblauen, beinahe schwarzen Blättern), Blätter,  
*Ligustrum vulgare*, Beeren,  
*Atropa Belladonna*, Beeren.

Die Anthocyanlösungen wurden durch Auskochen der betreffenden Pflanzenteile in destilliertem, mit Schwefelsäure angesäuertem Wasser hergestellt. In einigen Fällen jedoch wurde das frische Pflanzenmaterial in einer Reibschale zerquetscht und aus dem Brei der anthocyanführende Saft mechanisch durch ein Sehtuch oder durch Zusammendrückung zwischen dicken Glasplatten ausgepresst. Die nach der letzten Methode erhaltenen Lösungen zeigten wesentlich höhere Färbungsfähigkeit als die durch Auskochen hergestellten. Nach Filtrierung wurden die Lösungen von suspendierten, winzigen Substanzflocken gereinigt, was nach den von BERZELIUS und MARQUART empfohlenen Methoden geschah. Der Anthocyanfarbstoff wurde demnach mit Bleiacetat ausgefällt und der abfiltrierte, in einem kleinen Volum Wasser aufgeschwemmte Niederschlag mit Schwefelwasserstoff zerlegt, so dass der Farbstoff regeneriert wurde und wieder in Lösung überging. Nach Abfiltrieren des Schwefelbleies stellt das Filtrat eine schön rotgefärbte, durchsichtige Flüssigkeit dar. (Siehe näher GERTZ, I, S. XII, Anmerk. 1).

Zum Tingieren eignen sich am besten neu hergestellte Anthocyanlösungen. In dem Masse wie diese älter werden, nimmt im allgemeinen ihre Färbekraft ab, und wenn Niederschläge beginnen in der Flüssigkeit aufzutreten, sind sie überhaupt zum Färben unbrauchbar. Sterilisierung der Lösungen ist anzuraten<sup>1</sup>, sonst treten binnen kurzem *Mucor*- und *Penicillium*-Kolonien auf, welche die Färbekraft der Lösungen wesentlich beeinträchtigen und sie schliesslich auch ins Gelbe oder Braune umfärben. Der Zusatz von Schwefelsäure (3 bis 4 Tropfen konzentrierter Säure zu 10 cem. Anthocyanlösung) ist unmittelbar vor dem Färben der Präparate zu machen. Bei länger dauernder Einwirkung erzeugt nämlich die Säure kolloidale Niederschläge, welche die distinkten Tinktionsbilder verwischen. Eine und dieselbe Anthocyanlösung ist nur einmal zu brauchen.

In nachstehender Tabelle habe ich das Material zusammengestellt, an welchem ich die beschriebene Methode, wie auch die dabei verwendeten Anthocyanarten geprüft

---

<sup>1</sup> Erhitzung in Autoklave oder Dampfsterilisator ist zu vermeiden, weil Anthocyanlösungen im allgemeinen diese Behandlung nicht ertragen, sondern sich dabei braunfärben oder solche Umlagerungen bezw. Kondensationen erleiden, dass ihre Färbungsfähigkeit verloren geht.



habe. Meine meisten Untersuchungen beziehen sich auf Liliaceen und Orchideen, deren grosse und kräftig entwickelte Zellkerne für Tinktionsversuche besonders geeignet sind.

*Polypodium vulgare* L. Rhizom. — Anthocyan von *Begonia Scharffiana*. — Die Zellkerne des Leptoms schön gefärbt.

*Elodea canadensis* (L. C. RICH.) MICHX. Blatt. — Anthocyan von *Coleus hybridus* und *Perilla nankinensis*.

*Zea Mays* L. Coleoptile. — Anthocyan von *Coleus hybridus*.

*Zea Mays* L. Endosperm. — Anthocyan von *Coleus hybridus* und *Begonia Scharffiana*. — Besonders kräftige Färbung der Zellkerne und ihre Fortsätze, welche den Kernen sternförmige Gestalt verleihen. (WIESNER, II, 23; ZIMMERMANN, II, 14).

*Monstera deliciosa* LIEBM. Blatt. — Anthocyan von *Begonia Scharffiana* und *Ligustrum vulgare*.

*Monstera deliciosa* LIEBM. Luftwurzel. — Anthocyan aus *Begonia Scharffiana*. — Die Zellkerne des Phellogens scharf gefärbt.

*Anthurium magnificum* LINDEN. Blattstiel. — Anthocyan von *Begonia Scharffiana*.

*Aloë succotrina* LAM. Blatt. — Anthocyan von *Vitis vinifera* und *Citrus Aurantium* var. *sanguinea*. — Schön rote Zellkerne in der Epidermis (besonders in den Stomazellen) und in dem zentralen Wassergewebe des Blattes.

*Gagea stenopetala* (FR.) REICH. Blatt. — Anthocyan von *Begonia Scharffiana*.

*Allium Cepa* L. Zwiebelschuppe. — Anthocyan von *Begonia erecta*.

*Hyacinthus orientalis* L. Blütenstiel. — Anthocyan von *Begonia erecta*, *Myrtillus nigra* und *Vaccinium Vitis Idaea*.

*Galanthus nivalis* L. Blatt. — Anthocyan von *Begonia Scharffiana*.

*Narcissus poëticus* L. Blatt und Stengel. — Anthocyan von *Alloplectus vittatus* und *Begonia Scharffiana*.

*Cypripedium insigne* WALL. Blatt. — Anthocyan von *Croton interruptum*, *Begonia Scharffiana*, *Begonia erecta*, *Brassica oleracea rubra* und *Ligustrum vulgare*. — Die Zellkerne des Wassergewebes (der Epidermis) schön rot.

*Platanthera chlorantha* CUST. Wurzelknollen. — Anthocyan von *Perilla nankinensis* und *Coleus hybridus*. — Besonders kräftige Anthocyanfärbung der Zellkerne.

*Vanda suavis* LINDL. Blatt. — Anthocyan von *Croton interruptum*, *Begonia Scharffiana*, *Begonia erecta*, *Ligustrum vulgare*, *Alloplectus vittatus* und *Vitis vinifera*.

*Ranunculus Lingua* L. Stengelinternodien. — Anthocyan von *Begonia Scharffiana*, *Citrus Aurantium* var. *sanguinea* und *Atropa Belladonna*.

*Menispermum canadense* L. Stengel. — Anthocyan von *Croton interruptum*, *Begonia erecta* und *Myrtillus nigra*. — Die Zellkerne des Leptoms und des Cambiumgewebes stark rot.

*Rochea falcata* DC. Blatt. — Anthocyan von *Vitis vinifera* und *Brassica oleracea rubra*. — Schöne Anthocyanfärbung der Zellkerne in den blasförmigen Haaren (ARESCHOUG, I, 123, Tab. VIII, Fig. 4, 5).

*Pisum sativum* L. Epikotyl einer etiolierten Keimpflanze. — Anthocyan von *Begonia erecta* und *Atropa Belladonna*.

*Ptelea trifoliata* L. Stengel. — Anthocyan von *Begonia erecta* und *Vaccinium Vitis Idaea*.

Beim Tingieren des oben erwähnten Materials benutzte ich im allgemeinen sowohl frisch hergestellte Schnitte, welche unmittelbar nach dem Schneiden in die Färbelösung übertragen wurden, als auch in Alkohol fixierte. In beiden Fällen war die Färbung gut. Es wurde doch überhaupt gefunden, dass das letzte Verfahren, wie bereits SCHWARZ (II, 17) angedeutet hat, mehr instruktive Bilder ergab, weil eine weniger starke Deformation der vitalen Struktur der Zellkerne zu stande kam.

Was Mikrotompräparate von pflanzlichem Material anbetrifft, das nach verschiedenen Methoden fixiert worden ist, habe ich in bezug hierauf noch nicht die beschriebene Färbungsmethode näher durchgearbeitet. In den Fällen doch, wo die Färbung solcher Schnitte geprüft wurde, habe ich im allgemeinen befriedigende Ergebnisse bekommen. Pflanzenzellen, die nach der beinahe idealen, von LIDFORSS (II, 8) ausgearbeiteten Fixierungsmethode, Osmiumsäuredämpfen—Alkohol, präpariert wurden, lieferten mit Anthocyan von *Begonia erecta*  $\beta$  *multiflora* eine besonders schöne und distinkte Tinktion, von der ich mich durch Untersuchung von *Ranunculus Lingua* (internodialen Rindenzellen des Stengels), sowie von Zellen der Zwiebel-schuppen von *Allium Cepa* überzeugen konnte, Pflanzen, welche LIDFORSS bekanntlich bei seinen Kernuntersuchungen vorzugsweise verwendet hat. Doch beobachtete ich nicht Färbung der nach LIDFORSS (II, 11, Taf. I, Fig. 1—5) bei *Ranunculus Lingua* vorkommenden Kernaussläufer.

Meine Untersuchungen über die Tinktion der Zellkerne mit Anthocyan habe ich nicht zu anderen Pflanzen als Phanerogamen und Gefäßkryptogamen ausgedehnt. Dass das Anthocyan doch auch an niederen Pflanzen distinkte Kernfärbung erzeugt, geht von einer Angabe KOLKWITZ' hervor. Dieser Forscher beschreibt seine Beobachtung in folgender Weise (I, 17): »Legt man . . . Fäden von *Spirogyra*, welche einen deutlich sichtbaren Kern haben, in . . . roten Saft, z. B. der Heidelbeere, so dringt der Farbstoff nicht ein, solange die Zellen lebend sind, tötet man sie aber, z. B. durch Erwärmen, Gifte oder durch den Induktionsstrom, so färbt sich der Kern sogleich tiefrot, weil er selbst und der wandständige Plasmaschlauch für den Farbstoff durchlässig geworden sind.»

Ich werde nicht an dieser Stelle auf das Tinktionsproblem von seiner theoretischen Seite aus näher eingehen, weil schon eine erschöpfende, diesbezügliche Darstellung in mehreren, zusammenfassenden Arbeiten, wie in denen von FISCHER (II) und LUNDEGÄRDH, vorliegt. Ich will nur hinzufügen, dass die Anthocyantinktion der Zellkerne und gewisser Gewebeelemente (wie die der Bastfasern, Xylemzellen u. a.) von typisch substantieller Natur ist und, meiner Ansicht nach, am nächsten durch diejenige Auffassung ihre Erklärung findet, welche im Verlauf des Färbens eine Adsorptionserscheinung sieht. .

Wie ich im Vorhergehenden angedeutet habe, tritt in einigen Fällen auch Tinktion des Cytoplasmas ein, wenn Pflanzenzellen mit Anthocyan behandelt werden. Dies ist besonders der Fall, wenn die Färbelösung neutral oder nur schwach angesäuert ist; manchmal ist diese Färbung sogar verhältnismässig kräftig. Jedoch wird sie im allgemeinen zu einem Minimum reduziert, wenn frisch hergestellte und mit Schwefelsäure veretzte Lösungen benutzt werden. Bei Tinktion mit alten, hoch konzentrierten Anthocyanextrakten dagegen, die eine längere Zeit (z. B. einige Wochen lang) der Einwirkung von Schwefelsäure ausgesetzt worden sind, so dass in denselben kolloidale Niederschläge aufgetreten, erhält man eine kräftige Färbung sowohl von dem Zellkern, als auch von dem Cytoplasma und von den Zellulosewänden. Überhaupt färben solche Lösungen fast sämtliche Elemente der Zellen, sind also für distinkte Tinktion unbrauchbar und sollen, wie ich im Vorhergehenden schon erwähnt habe, vermieden werden.

Ich will doch hinzufügen, dass ich, in Übereinstimmung mit FLESCH und SCHWARZ, die Beobachtung gemacht habe, dass in der That auch neu hergestellte und mit Schwefelsäure versetzte Anthocyanlösungen bisweilen das Cytoplasma der Zellen färben können. Es ist dies besonders bei jungen, embryonalen Pflanzenteilen der Fall. Unter den oben erwähnten Pflanzen war demnach die Anthocyanfärbung des Plasmas in den Meristemgeweben von z. B. *Gagea stenopetala*, *Hyacinthus orientalis* und *Galanthus nivalis* deutlich hervortretend.

Am kräftigsten war die betreffende Färbung des Cytoplasmas in solchen Zellen, deren Plasmahalt sich durch dichte, kompakte Konsistenz auszeichnet, wie z. B. in Samen. Ich beobachtete dieses an *Phoenix dactylifera*, *Pisum sativum*, *Vicia Faba*, *Strychnos nux vomica*, *Tropaeolum majus* und *Zea Mays*. Die Färbung des Cytoplasmas war hier sogar ebenso stark, wenn nicht noch kräftiger, als die der Zellkerne in vegetativen Organen. Ein besonderes Interesse bot das Tinktionsbild der Endospermzellen bei *Zea Mays* dar. Beim Färben mit Anthocyan von *Coleus hybridus* war die Tinktion des Zellkernes sehr deutlich zu bemerken, aber daneben trat das zwischen den Stärkekörnern, sowie das zwischen diesen und den Zellwänden als dünne, schmale Stränge zusammengedrückte Plasma als ein kräftig rotes Liniesystem hervor.

Die angeführten Fälle von anthocyangefärbtem Cytoplasma stellen aber kein einzeln dastehendes Verhalten dar. Dieselbe Neigung zu Überfärbung von embryonalem oder stark verdichtetem Plasma macht sich bekanntlich auch beim Tingieren mit vielen anderen, spezifischen Kernfarbstoffen deutlich geltend.

Auf dieser Stelle will ich auch das Ergebnis meines Versuches anführen, die Zellen zweier der Gruppe *Cyanophyceae* angehöriger Pflanzen, *Oscillaria* und *Gloeotrichia*, mit Anthocyan zu tingieren. Eine Untersuchung über das tinktionelle Verhalten derselben schien mir von Interesse zu sein, weil nach der Ansicht FISCHER'S (I), welcher man noch in wesentlichen Punkten huldigen dürfte, bei den betreffenden Pflanzen Zellkerne nicht vorhanden sind.



Bei *Oscillaria* fiel die Tinktion so aus, dass mit Anthocyan von *Begonia erecta*  $\beta$  *multiflora* und von *Coleus hybridus* der periphere, von Phykocyan gefärbte Hohlzylinder (der Chromatophor) in kurzer Zeit eine rote Farbe annahm. *Gloeotrichia* zeigte in demselben Versuch eine diffuse Färbung des Inhalts in dem basalen, oberhalb der Heterocyste sich befindenden Sporenkörper. (Siehe WARMING, 1, 8; Fig. 5 E). Eine schwächere Färbung war an der umgebenden, zum Teil schleimverwandelten Membranscheide wahrzunehmen.

Bei *Mucor* (grossen, auf Pferdeexkrementen wachsenden Arten) erhielt ich mit *Begonia*-Anthocyan kräftige Färbung des Inhalts unreifer Sporangien, wie auch der Zellwände entwickelter Sporangienkörper. Eine schwache, aber noch deutliche Tinktion zeigte das Protoplasma junger Hyphen. Bei *Coprinus comatus* trat Anthocyantinktion an Basidien und Sporen ein; besonders hervortretend war diese an reifen Sporen, wo sowohl die Wand, als auch der Inhalt gefärbt wurde.

Ich habe schon oben erwähnt, dass das Anthocyan in seiner blauen Modifikation (als Alkalisalz) eine grössere Färbungsfähigkeit besitzt als rotes Anthocyan. Nicht nur die Zellkerne werden hier in kurzer Zeit intensiv gefärbt, sondern auch das Protoplasma und die Chromatophoren (Leukoplasten und durch Alkoholextraktion entfärbte Chloroplasten) speichern energisch diesen Farbstoff. Die Lösungen von blauem Anthocyan, die ich bei meinen Tinktionsversuchen benutzt habe, stellte ich in der Regel aus roten Pflanzenteilen her und zwar durch Auskochen mit Wasser oder durch Auspressung. Bei vorsichtigem Neutralisieren mit verdünnter Kalilauge oder mit präzipitiertem Magnesium- oder Kalciumkarbonat wurde danach der rote Farbstoff in die blaue Modifikation übergeführt. Das präformierte blaue Anthocyanpigment, das z. B. in Blumenblättern und Früchten allgemein verbreitet ist, kann freilich ohne Schwierigkeit mit Wasser oder Alkohol extrahiert werden, erleidet jedoch binnen kurzem eine chemische Veränderung. Und wie MOLISCH (I) hinsichtlich der *Perilla nankinensis*, bei welcher Pflanze das ganze vegetative System eine tiefblaue Farbe besitzt, nachgewiesen hat, gibt die Auskochung mit Wasser öfters nur eine sehr schwach gefärbte Lösung, während der Farbstoff zum grössten Teil an das Protoplasma der Zellen als eine ungefärbte Verbindung gebunden wird, die erst bei Säurezusatz wieder in ihre Komponenten zerlegt werden kann. Beim Auskochen blauer Blumenblätter tritt oft eine ähnliche Veränderung ein, in anderen Fällen wird der blaue Farbstoff überhaupt schon bei dieser Temperatur zerstört. Mit absolutem Alkohol, wie auch in gewissen Fällen mit Wasser, kann man zwar aus blauen Blumenblättern eine prächtig gefärbte Anthocyanlösung ausziehen; wie aber schon FRÉMY und CLOËZ, sowie FRIHOL gefunden haben, bleicht sich diese in kurzer Zeit und wird farblos oder färbt sich ins Gelbbraune um. Erst nach Abdampfen des Alkohols wird das Anthocyan regeneriert und scheidet sich dann an den Wänden des Gefässes als eine blaue, amorphe Masse aus. Dieses Verhalten, das alkoholische



blaue Anthocyanlösungen in der Regel zeigen, ist besonders an den Anthocyanextrakten aus Kronenblättern der *Viola odorata* deutlich zu bemerken<sup>1</sup>.

Deswegen habe ich bei meinen Untersuchungen, wie erwähnt ist, Anthocyan benutzt, das ich aus roten Pflanzenteilen (z. B. *Begonia Scharffiana*, *Ligustrum vulgare*) hergestellt und dann in der oben beschriebenen Weise neutralisiert habe. In solche Flüssigkeit gebrachte Schnitte zeigen schon nach einigen (3 bis 5) Minuten deutliche Färbung. Nach dem Abspülen mit Wasser kann die Tinktion der Schnitte mit Bleiacetalösung fixiert werden.

Nach dieser Methode erhielt ich prächtige Tinktionsbilder an den Zellkernen der Blätter von *Hyacinthus orientalis*, *Galanthus nivalis* und *Cypripedium insigne*, sowie auch der etiolierten, epikotylen Stengelglieder von *Pisum sativum*. Blaue Anthocyanlösungen neigen jedoch, wie schon in dem Vorhergehenden hervorgehoben ist, in höherem Grade als rote, auch das Cytoplasma und die übrigen Elemente der Zellen zu färben.

---

<sup>1</sup> Blaue Anthocyanlösungen zeigen auch im übrigen bemerkenswerte Eigentümlichkeiten. Bei vielen Pflanzen sind dieselben z. B. dichroisch. Besonders deutlich habe ich dieses Verhalten an Anthocyanextrakten aus *Begonia erecta*  $\beta$  *multiflora* gefunden, die durch Auspressung zerquetschter, mit Schwefelsäure versetzter Blätter und durch Schütteln der filtrierten roten Flüssigkeit mit Magnesiumkarbonat hergestellt waren. Die so erhaltene Anthocyanlösung war in dünnen Schichten blau durchleuchtend, in direktem Sonnenlicht, mit einer kräftigen Linse beleuchtet, dagegen rot. Bei einer schon von KOLKWITZ (I, 9) für andere Zwecke empfohlenen Versuchsanordnung, die Lösung in ein Reagenzröhrchen zu giessen und dieses, in einen leeren Mikroskoptubus eingeschoben, von unten mit dem Konkavspiegel zu beleuchten, bekam ich ein zentrales, leuchtend rot gefärbtes Feld in dem im übrigen blauen Gesichtsfelde. Die benutzte Lösung war in diesem Falle nicht haltbar, sondern verwandelte sich in kurzer Zeit (binnen weniger als 12 Stunden) in eine braungelbe Flüssigkeit. Wesentlich schneller trat diese Umfärbung ein, wenn das blaue Anthocyan durch Schütteln des roten Farbstoffes der erwähnten Pflanze mit präzipitiertem Kaliumkarbonat hergestellt wurde.

Betreffs des Anthocyans mehrerer Pflanzen ist bekannt, dass dasselbe bei Veränderungen der Temperatur Farbenverschiebungen erleidet. BORSCHOW machte diese Beobachtung an Extrakten aus *Ajuga*-Blumen, und nach MOLISCH (I, 19, Anmerk. I) werden die aus Rotkohl hergestellten, bei gewöhnlicher Temperatur blauen Anthocyanlösungen beim Kochen rot, wie auch die roten wieder blau, wenn dieselben durch Eiswasser abgekühlt werden. Solche Farbumschläge, die man nach Belieben wiederholen kann, treten nur in neutralen Lösungen ein. Eine angesäuerte Anthocyanlösung zeigt stets denselben Farbenton, gleich viel, ob dieselbe sich auf dem Siede- oder Gefrierpunkt befindet.

Farbenveränderungen dieser Art habe ich auch bei Pflanzenteilen eintreten sehen, die mit rotem Anthocyan tingiert worden sind. Wenn dieselben, nach dem Auswaschen, in ein Gefäß mit Wasser gebracht werden, z. B. in einen mit Wasser gefüllten Teller, und dieser zur Winterzeit ins Freie gestellt wird, färben sich die Pflanzenteile binnen kurzem blau, um nach dem Hereinbringen des Gefäßes in Zimmerwärme wieder rot zu werden. Zu diesem Versuch sind besonders mit Anthocyan gefärbte Sprosse verschiedener Laubmoose geeignet. Ähnliche, bei Temperaturveränderungen eintretenden reversiblen Umfärbungen treten übrigens nach FITTING — wenigstens in einigen näher untersuchten Fällen — auch bei lebenden, anthocyanführenden Blumen auf.

[Seitdem dies schon niedergeschrieben war, hat TSWETT die oben berührten Farbenveränderungen des Anthocyans näher untersucht und eine chemische Erklärung dieser Erscheinung zu geben versucht. Auch nach anderen Richtungen hin sind unsere Kenntnis von diesem »vegetabilischen Chamäleon« durch die betreffende Arbeit von TSWETT erweitert worden. Siehe auch die diesbezüglichen Untersuchungen von PORTHEIM und WILLSTÄTTER. — Zusatz während des Druckes.]

Ich habe in meiner vorigen Untersuchung über Anthocyan (GERTZ, I) die Aufmerksamkeit auf die grosse Verschiedenheit gelenkt, die, hinsichtlich der chemischen und physikalischen Eigenschaften, zwischen den Anthocyangruppen *Vitis*-Rot und *Beta*-Rot herrscht. Diese scheint sich gewissermassen auch in bezug auf das tinktionelle Verhalten derselben zu äussern. Während die Anthocyane der ersten Gruppe verhältnismässig gute Kernfärbungsmittel sind und, wie ich im folgenden näher beschreiben werde, ein spezifisches Reagenz auf Bastfasern und Xylemelemente darstellen, habe ich bei Prüfung von Anthocyanen, die aus Beeren von *Phytolacca decandra*, Blättern von *Achyranthes Verschaffeltii*, *Aerua sanguinolenta* und *Kochia trichophylla*<sup>1</sup>, Wurzeln von *Beta vulgaris* hergestellt sind, die Beobachtung gemacht, dass die Bastfasern bezw. Xylemelemente von diesen Lösungen sehr schwach tingiert werden. Nur bei *Phytolacca* war eine deutlicher hervortretende Tinktionsfähigkeit vorhanden. Was die Zellkerne betrifft, zeigen diese zwar eine gewisse Affinität auch zu den Anthocyanen der *Beta*-Gruppe, doch ist die Tinktion in diesem Falle meistens so gering und farbenschwach, dass derselben kaum eine praktische Bedeutung beigelegt werden dürfte. Wie schon HARTIG (I, 555) gezeigt hat, macht auch die *Phytolacca* in dieser Hinsicht eine Ausnahme, weil das aus den Beeren dieser Pflanze hergestellte Anthocyan ein vorzügliches Kernfärbungsmittel darstellt.

In meiner Anthocyanmonographie habe ich hervorgehoben (GERTZ, I, S. XLVI), dass man bisweilen Anthocyan antrifft, welches an Proteinstoffe gebunden ist. Schon HARTIG (IV, 266; V, 109) erwähnt gefärbte Aleuronkörner bei *Cheiranthus annuus*, *Parax* und *Knautia* (von indigoblauer Farbe), sowie bei *Hibiscus*, *Chrysobalanus Icaco*, *Laurus indica* und *nobilis* (rosarot). Ebenso kommen nach TRÉCUL (I, 354) blaue Proteinkörner bei *Matthiola incana* und *parviflora* vor. PFEFFER (I, 487) beobachtete stahlblaue Körner derselben Art bei *Theobroma*, WIESNER (II, 57) und CORRENS (III, 33) blau- und rotgefärbte bei verschiedenen Rassen von *Zea Mays*. Auch bei *Secale cereale* kommen blaue Aleuronkörner vor (KÖNIG, I, 298 ff.). SPIESS, der einige dieser Fälle näher untersuchte, fand, dass sowohl die roten, als auch die blauen Aleuronkörner Anthocyan enthalten.

In den angeführten Fällen war die Färbung der fraglichen Körper wahrscheinlich durch das Eintrocknen anthocyanführender, an Protein reicher Vakuolen zu stande gekommen. CORRENS (III, 33) behandelte farblose Aleuronkörner von *Zea Mays* mit Glycerinextrakt von Anthocyan und machte dabei die Beobachtung, dass diese den Farbstoff aufnahmen und rot tingiert wurden. Ohne Kenntnis dieser Unter-

<sup>1</sup> Die zu dekorativem Zweck allgemein gezüchteten Chenopodiaceen *Kochia trichophylla* und *Kochia scoparia* SCHRAD. gehören hinsichtlich der bei diesen Pflanzen auftretenden Anthocyanart zweifellos der Gruppe *Beta*-Rot an. Die kräftige, sich erst in den Herbsttagen einstellende Anthocyanbildung, die für dieselben eigentümlich ist, ist sonderbarer Weise an die Epidermis der Blätter und Stengelglieder gebunden und nicht, wie es im allgemeinen bei herbstlicher Anthocyanfärbung der Fall ist, an das chlorophyllführende Parenchym der Blätter. (Siehe weiter GERTZ, I, S. XV, ff.; 133, Anmerk. 1; GERTZ, II, 4 ff.).

suchungen von CORRENS stellte SPIESS Versuche an, die Aleuronkörner einzelner Pflanzen mit Anthocyan zu färben. Es scheint jedoch bei den betreffenden Körpern keine Tinktion eingetreten zu sein.

Ich nahm selbst diese Frage zu weiterer Untersuchung auf. Ich bediente mich dabei der Methode, die aleuronführenden Zellen in einer gesättigten Lösung von Pikrinsäure oder in 40-prozentigem Formol zu fixieren (STRASBURGER, I, 705), und färbte dieselben danach in gewöhnlicher Weise mit Anthocyan, das mit Schwefelsäure versetzt war. Bei anderen Versuchen wurden die Schnitte direkt — ohne vorhergehende Fixierung — in die Farbstofflösung gebracht. Das Resultat war, dass ich in sämtlichen untersuchten Fällen nach kürzerer oder längerer Einwirkung des Reagenz eine ungemein scharfe Tinktion erhielt. Die Reaktion habe ich an folgendem Material geprüft: *Triticum vulgare*, *Zea Mays*, *Pisum sativum*, *Vicia Faba*, *Lupinus albus*, *Cucurbita Pepo*, *Ricinus communis* und *Bertholletia excelsa*. Bei den sechs ersten trat die Färbung fast unmittelbar ein, bei den beiden letzten war dieselbe erst nach Einwirkung während einer längeren Zeit (12—24 Stunden) völlig scharf, wahrscheinlich wegen des Hindernisses, das der reichliche Inhalt von fetten Öl hier bewirkte. Der Farbstoff war dann so fest gebunden, dass die Eiweisskrystalloiden — die Bestandteile der Proteinkörner, die überhaupt gefärbt wurden, — auch nach längerem Auswaschen in Wasser kräftig rot waren. Es scheint, dass die Krystalloiden schon durch schwefelsaure Anthocyanlösung denaturiert werden, so dass dieselben in Wasser unlöslich werden. Um gute Präparate der Proteinkörper bei *Bertholletia* zu erhalten, legte ich die tingierten Schnitte in absoluten Alkohol und danach in Äther oder Aceton, wodurch das fette Öl entfernt wurde. Die Krystalloiden zeigten nach dieser Behandlung eine so schöne Färbung, wie man sie überhaupt mit irgend einem Tinktionsmittel bei denselben erhalten kann.

Auf dieselbe Weise fand schon SCHWARZ (II, 22), dass die Aleuronkörner in den Samen von *Vicia sativa* und *Pisum sativum*, sowie das Protoplasma bei Tinktion mit Rotkohlanthocyan blau gefärbt wurden. Dagegen blieb das Aleuron in den Früchten von *Hordeum vulgare*, wie auch in den Samen von *Vicia Faba* ungefärbt, trotzdem, dass die Farbstoffflüssigkeit bis zu 24 Stunden lang auf das Material einwirkte. Die abweichenden Resultate, die meine eigenen Untersuchungen ergeben haben, finden vielleicht ihre Erklärung darin, dass ich das Anthocyan in saurem Bade angewendet habe, während SCHWARZ sich einer neutralen Anthocyanlösung bedient hat.

Die von mir beim Färben der Aleuronkörner gebrauchten Anthocyanlösungen waren aus *Begonia erecta*  $\beta$  *multiflora*, *Vitis vinifera*, *Coleus hybridus* und *Viburnum Opulus* (roten Herbstblättern) hergestellt worden. Bei Tinktionsversuchen betreffs des Inhalts der Siebröhren bei *Cucurbita Pepo* erhielt ich mit diesen Lösungen eine kräftige und distinkte Färbung des Eiweisschleimes, eine Reaktion, die in Anbetracht des vorher angeführten vorausszusehen war.



VON HARTIG (IV, 266) und WIESNER rührt eine Angabe her, dass die Stärkekörner bei *Laurus indica* und *Laurus nobilis* in natürlichem Zustand eine rosarote Farbe haben. Ferner führt nach WIESNER (III, 562, 576) eine Varietät von *Dioscorea alata* ein pfirsichblütrotes Stärkemehl. Diese Färbung hat WIESNER auf die Infiltration durch Anthocyan zurückgeführt. Alle die Versuche, Stärkekörner mit Anthocyan zu färben, die ich mit Stärkemehl verschiedener Pflanzen angestellt habe, führten jedoch zu negativen Resultaten. Nur beim Anwenden partiell verkleisterter oder dextrinierter Stärkekörner fand ich in einigen Fällen eine schwache Rosafärbung eintreten.

Im Anschluss an diesem Bericht soll erwähnt werden, dass nach anderen, von mir angestellten Untersuchungen das Anthocyan die gerbstoffführenden Idioblasten, welche für die Familie *Crassulaceae* eigentümlich sind, energisch tingiert. Es scheint mir von einem gewissen Interesse zu sein, dass hierbei nicht nur die gewöhnlichen Anthocyanarten (von WEIGERT's Gruppe *Vitis*-Rot), sondern auch Extrakte aus Blättern von *Achyranthes Verschaffeltii* und *Aerva sanguinolenta*, *Phytolacca*-Saft (der Gruppe *Beta*-Rot angehörend) die Fähigkeit besitzen, den genannten Zellinhalt intensiv zu färben.

Die Reaktion gibt besonders schöne Resultate und kann auch da ausgeführt werden, wenn der Gerbstoff der fraglichen Zellen nach SANCIO's Methode mit Kaliumdichromatlösung ausgefällt worden ist. Durch Übertragen in Bleiacetatlösung kann man die Tinktion mit blauer Farbe fixieren. Die in dieser Weise hergestellten Präparate sind haltbar und eignen sich vorzüglich zu Dauerpräparaten.

Ich habe die in Rede stehende Reaktion bei folgenden *Crassulaceen* näher untersucht:

*Crassula obovata* HAW. Blätter und Stengel. — Anthocyan aus Blättern von *Begonia Scharffiana*, *Strobilanthes Dyerianus* und aus Blumen von *Franciscea eximia*. — (Die Gerbstoffidioblasten fehlen in dem Korkcambium des Stengels, treten aber besonders reichlich in der angrenzenden Zelllage auf. Entweder einzeln oder zu Gruppen vereinigt, kommen dieselben im übrigen in der Rinde, im Mark und besonders in den Markstrahlen vor, wo sie geschlossene Reihen bilden.)

*Pachyphytum bracteosum* LINK. Blätter. — Anthocyan von *Begonia Scharffiana*.

*Sedum album* L. Blätter. — Anthocyan aus Früchten von *Phytolacca decandra*.

*Rochea falcata* DC. Blätter. — Anthocyan von *Vitis vinifera*, *Perilla nankinensis* und *Viburnum Opulus* (roten Herbstblättern). — Die Färbung des Gerbstoffes im Mesophyll und in der Epidermis ist meistens an körnig ausgefällte Körper gebunden; an einzelnen Stellen tritt doch eine diffuse, homogene Rotfärbung des Zellsaftes auf.

Als Färbegrad benutzte ich eine Wasserlösung von Anthocyan mit oder ohne Zusatz von Schwefelsäure. Die Expositionszeit war zwischen 12 und 24 Stunden. Bei Überfärbung, die hier leicht eintritt, wäscht man die Schnitte in destilliertem, mit einem Tropfen Säure versetztem Wasser aus. Fügt man verdünnte Kalilauge



dazu, werden die Gerbstoffzellen schön blau, aber der Farbstoff verbreitet sich dann binnen kurzem in dem Medium, so dass die Färbung diffus wird und die Gerbstoffherde sich als grosse, wenig scharf konturierte Felder von blauer Farbe präsentieren.

Ich habe wiederholentlich wahrgenommen, dass nur solche Gerbsäure führenden Zellen, die beim Schneiden intakt geblieben, Anthocyan absorbieren. Wenn in den Zellen eine Andeutung zu Dunkelfärbung eingetreten ist — infolge der Auslösung vom Eisen des beim Schneiden gebrauchten Messers durch den sauren Zellsaft —, tritt in den betreffenden Zellen bei nachträglicher Färbung mit Anthocyan keine deutliche Reaktion ein.

Meine weiteren Untersuchungen haben ergeben, dass die beschriebene Reaktion auch an anderem, gerbstoffführendem Pflanzenmaterial eintritt und somit in der Mikrochemie zum Nachweis von Gerbstoff benutzt werden kann. Bei diesen Tinktionsversuchen behandelte ich die Schnitte zuerst mit gesättigter Kaliumdichromatlösung und übertrug dieselben, nach sorgfältigem Auswaschen mit Wasser, in die Anthocyanlösung. Eine besonders schöne Färbung erhielt ich bei Schnitten durch die Blätter von *Erica carnea*, die Blattstiele von *Saxifraga crassifolia* und das Mark von *Rosa canina*, wo die gerbstoffführenden Zellen mit einer lebhaft roten, ein wenig ins Gelbbraune stossenden Farbe auftraten.

In meiner Anthocyanmonographie (GERTZ, I, S. XLV) habe ich einige Fälle beschrieben, bei denen ich die Beobachtung gemacht habe, dass von Anthocyan gefärbte Tröpfchen oder feste Körper in ungefärbtem Zellsafte liegen. In bezug auf die chemische Qualität derselben habe ich schon an dieser Stelle als meine Meinung geäussert, dass sie in der Regel von gerbstoffartiger Natur sein dürften und dass sie nur aus dem Grunde rot gefärbt sind, dass im Zellsafte primär ausgeschiedenes Anthocyan an diese, an und für sich ungefärbten Substanzen gebunden ist. In dem zusammenfassenden Bericht, den ich über die betreffenden Anthocyankörper mitgeteilt habe, heisst es weiter: »In den zahlreichen Fällen, wo die Drüsenzellen jüngerer Blätter von *Juglans*, *Quercus*, *Castanea*, *Tilia*, *Serjania*, *Rubus*, *Ribes* u. a. anthocyanführend sind, finden wir, dass der Farbstoff an feste Bälle gebunden ist, die, wenigstens in den Fällen, wo eine Untersuchung vorgenommen worden ist, ein ungefärbtes, aus Gerbstoff bestehendes Stroma besitzen. In anderen Fällen treten Tröpfchen von gerbstoffartigen Substanzen auf, die in derselben Weise von Anthocyan gefärbt sind. Dies ist z. B. mit den Inhaltskörpern von *Dracaena Jonghi*, *Laelia Perrinii*, *Cattleya quadricolor*, *Ampelopsis hederacea* u. a. der Fall. Unter übrigen, diesbezüglichen Fällen dürften folgende hierherzurechnen sein: *Iris hybrida*, mehrere *Orchideae*, *Rumex domesticus*, *Rumex crispus*, *Trapa bicornis*, *Trapa natans*, *Garcinia Mangostana*, *Cobaea scandens*, *Paulownia imperialis* und *Scrophularia nodosa*.« [Siehe auch die weiteren Untersuchungen, die ich über dieses Thema veröffentlicht habe (GERTZ, III), und ferner die Angaben von CZARTKOWSKI und LÖWSCHIN<sup>1</sup>.]

<sup>1</sup> Zusatz während des Druckes.

Dass die oben mitgeteilte Auffassung im grossen und ganzen zutreffend ist, wird durch die Tinktion mit Anthocyan bewiesen, die ich in der angegebenen Weise von den Gerbstoffzellen der Crassulaceen und anderer Pflanzen bekommen habe.

Als Ergänzung will ich kurzweg noch eine mikrochemische Reaktion erwähnen, der ich während dieser Untersuchungen auf die Spur gekommen bin. Beim Auskochen der Blätter von *Aloë succotrina* in Wasser entsteht ein gelbes, braunes und zuletzt violettes Pigment, das mehrere Forscher (z. B. HANSEN) als identisch mit Anthocyan gehalten haben. Bei den Untersuchungen, die ich selbst über den *Aloë*-Farbstoff angestellt habe, fand ich jedoch, dass keine Übereinstimmung zwischen diesem und dem Anthocyan herrscht. Beim Versuch, den *Aloë*-Farbstoff zur Tinktion zu benutzen, machte ich die Beobachtung, dass derselbe gewisse traubenförmige Körper intensiv färbt, die in den Blattzellen bei *Hoya carnos*a ausgefällt werden, wenn die Blätter eine Zeit lang in absolutem Alkohol liegen. Diese Körper, deren chemische Qualität ich nicht mit voller Zuverlässigkeit habe bestimmen können — sie scheinen in erster Linie von kautschukartiger Natur zu sein —, färbten sich nämlich bei Behandlung mit demselben rot. Was die fragliche Reaktion und die Eigenschaften der beschriebenen Körper im übrigen anbetrifft, so werde ich später einen ausführlicheren Bericht darüber erstatten.

---

## II. Anthocyan als Reagenz auf Bastfasern und verholzte Elemente.

Dass der Anthocyanfarbstoff in gewissen Fällen von den Zellwänden gespeichert wird, geht schon aus einzelnen, in der Litteratur vorliegenden Angaben hervor. Die erste, welche mir bekannt ist, rührt von UNGER her. Dieser Forscher beschreibt (III, 404, 415) einen Versuch, bei welchem Anthocyanlösung durch Druck dazu gebracht wurde, durch Stengelteile von *Asparagus officinalis* zu filtrieren. Die gefärbte Lösung, die er durch Auspressung von Beeren von *Vaccinium Myrtillus* hergestellt hatte, drang fast ebenso schnell wie Wasser durch die bei dem Versuche benutzten, 35 cm. langen Stengelstücke hinauf. Bei anatomischer Untersuchung machte UNGER auch die Wahrnehmung, dass sich die Zellwände in den Xylemteilen der Gefässbündel rot gefärbt hatten. Dagegen hatten z. B. die Siebröhren nicht Anthocyan aufgenommen. Was die Folgezellen der letzteren betrifft, so führten auch diese einen roten Inhalt, doch war der Farbstoff dort nicht an die Wände gebunden, sondern an die im Zellinhalt sich befindenden Eiweisskörper (III, 411) (die Zellkerne?). Die von UNGER gelieferte Abbildung gibt nur wenig genügend das beschriebene Verhältnis wieder, da, im Gegensatz zu dem, was der Text ausdrücklich hervorhebt, sowohl die Siebröhren, als die Folgezellen mit roten Wänden eingezeichnet sind.

Ein anderer, von UNGER angestellter Versuch bestand darin, eine weissblütige Hyacinthe eine aus Beeren von *Phytolacca decandra* hergestellte Anthocyanlösung aufsaugen zu lassen. Der Farbstoff drang in diesem Falle bis in die Blumen hinauf, so dass diese rot wurden. Da UNGER in seiner Beschreibung des Versuches nichts betreffs tingierter Zellwände erwähnt, war die hier benutzte Anthocyanart wahrscheinlich nicht von den Membranen aufgenommen worden. (UNGER, I, II).

Eine folgende Angabe findet sich bei HALLIER. Dieser bediente sich einer aus Früchten von *Prunus avium* erhaltenen Anthocyanlösung, in die er Blätter von verschiedenen Pflanzen übertrug. An zwei in der betreffenden Arbeit HALLIER's abgebildeten Querschnitten durch Blätter von *Pelargonium* und *Dianthus* (HALLIER, I, Taf. 1, Fig. 2, 3; S. 67 ff., 347) ist ohne weiteres zu sehen, dass der Farbstoff von den Bastfasern, wie auch von den übrigen, im Mittelnervsteil des Blattes vorhandenen, chlorophyllfreien Mesophyllzellen aufgenommen worden ist. Daneben hatten

auch die Zellen der Epidermis und die Haare den Farbstoff gespeichert. In sämtlichen diesen Elementen waren die Zellwände gefärbt.

ROSANOFF machte die Beobachtung, dass bisweilen reine Zellulosewände von Anthocyan gefärbt werden. »Nicht selten«, sagt ROSANOFF (I, 720, Anmerk.), »wird dieser Farbstoff aus dem Zellsaft in die Zellwände aufgenommen, wie ich es besonders schön in dem Collenchym der Blattstiele einiger Aroideen (*Homalomena rubrum*) beobachtet habe.«

NÄGELI und SCHWENDENER lieferten den Nachweis, dass bei *Abrus precatorius* die Testazellen der Samenschale normal von Anthocyan gefärbt sind. Wenn der Farbstoff durch Extraktion entfernt wurde und den Zellen der Samenschale danach Anthocyantinktur hinzugefügt wurde, nahmen diese Elemente den Farbstoff von neuem auf. Es heisst in der betreffenden Arbeit (III, 504, Anmerk. 1) weiter: »Die Speicherung des Farbstoffes in der Membransubstanz wäre . . . eine Folge der Anziehung, welche dieselbe nachweisbar auf die meisten gelösten Farbstoffe, selbst auf Anthocyan und Erythrophyll ausübt. Die Membranen der Collenchymzellen färben sich in einer Lösung von Anthocyan intensiv blau, und mehr oder weniger deutliche Färbung kann man auch an anderen Geweben beobachten.«

Eine weitere Angabe rücksichtlich der Anthocyanfärbung der Zellwände rührt schliesslich von CORRENS her. Er beschreibt in seiner Arbeit über die Fruchtformen bei *Zea Mays* (III, 33) die Beobachtung, dass Glyzerinextrakt von Anthocyan an den Zellen der Fruchtwände und der Samenschalen eine rote Färbung erzeugt.

In meiner Arbeit »Studien über Anthocyan«, wo ich mit einigen Worten die Färbung der Zellwände durch Anthocyan berührt habe (GERTZ, I, S. XXXV ff.), ist auch der Nachweis geliefert, dass hier eine ganz generelle Reaktion gewisser Zellelemente vorliegt, die eine ausgedehntere Benutzung in der Mikrotechnik verdient. Wenn Schnitte durch Blätter, Stengel oder andere Pflanzenteile in einer mit Schwefelsäure angesäuerten Anthocyanlösung liegen, treten — vorausgesetzt, dass die Wirkung dieses Färbemittels nicht zu kurze Zeit gedauert, — die Wände der Bastfasern und Holzzellen mit einer leuchtend purpurroten Farbe hervor, während die übrigen Elemente ungefärbt bleiben oder sich so schwach tingieren, dass dieselben bei Abspülung mit Wasser binnen wenigen Augenblicken entfärbt werden (GERTZ, I, S. XXXV).

Bei meinen fortgesetzten Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit dieser Reaktion habe ich Anthocyan aus folgenden Pflanzen näher geprüft:

a) von der Gruppe Weinrot:

*Allium Cepa* L., Zwiebelschuppen,  
*Fagus silvatica* L. var. *atropurpurea*, Blätter,  
*Croton interruptum* HORT., Blätter,  
*Begonia Scharffiana* HORT., Blätter,  
*Begonia erecta* HORT.  $\beta$  *multiflora*, Blätter,  
*Raphanus sativus* L.  $\beta$  *radicula*, Wurzelknollen,



*Franciscea eximia* LEHM., Blätter,  
*Vitis vinifera* L., Beeren,  
*Rosa canina* L., Kronenblätter,  
*Ribes nigrum* L., Beeren,  
*Cornus sanguinea* L., Rinde,  
*Viburnum Opulus* L., Herbstblätter,  
*Alloplectus vittatus* ANDRÉ, Blätter,  
*Strobilanthes Dyerianus* HORT., Blätter,  
*Ligustrum vulgare* L., Beeren,  
*Coleus hybridus* HORT., Blätter,  
*Perilla nankinensis* DECNE, Blätter,  
*Centaurea Cyanus* L., Blütenköpfe;

b) von der Gruppe Rübenrot:

*Phytolacca decandra* L., Beeren,  
*Iresine Lindenii* VAN HOUTTE, Blätter,  
*Aerva sanguinolenta* BL., Blätter,  
*Kochia trichophylla* HORT., Herbstblätter.

Die Methodik war in diesem Fall sehr einfach. Ich brachte die Schnitte in eine mit einigen Tropfen Schwefelsäure versetzte Anthocyanlösung von derselben Zusammensetzung, wie die bei Tinktion der Zellkerne benutzte, und liess dieselben daselbst ungefähr 12 Stunden liegen. Es erwies sich in der Regel am vorteilhaftesten, eine so lange Einwirkung der Färbelösung anzuwenden; in vielen Fällen führte jedoch schon eine Färbung während 5 bis 10 Minuten zu maximaler Reaktion, wenn nämlich frisch hergestellte, energisch tingierende Lösungen benutzt wurden. Nach Auswaschung in destilliertem Wasser untersuchte ich die Präparate entweder sofort oder nach Behandlung mit Bleiacetatlösung, wobei der aufgenommene Farbstoff mit blauer, blaugrüner oder grüner Farbe ausgefällt wurde. Das letztere Verfahren brauchte ich stets bei Herstellung von Präparaten, die eine längere Zeit aufbewahrt werden sollten. Dieselben wurden dann aufs neue einer Auswaschung in destilliertem Wasser unterzogen und in Glycerin, Glyzeringelatine oder Kanadabalsam eingelegt.

Ebenso wie bei der Anthocyantinktion der Zellkerne spielt auch hier das Lösungsmittel des Farbstoffes eine wichtige Rolle. So färben alkoholische Lösungen im allgemeinen ganz schwach, und in vielen Fällen bleiben die mit Anthocyan färbbaren Elemente sogar vollständig intakt. Der Zusatz von Schwefelsäure erhöht zwar die Färbungsfähigkeit alkoholischer Anthocyanlösungen einigermaßen, doch wird dieselbe auch in diesem Falle nur gering. Dagegen ergeben mit Schwefelsäure versetzte Wasserlösungen von Anthocyan sehr hübsche und besonders scharfe Tinktionsbilder.

Der einzige, dieser Färbungsmethode anhaftende Übelstand, den ich habe finden können, liegt darin begründet, dass die Schnitte auf Grund der langen Ex-

positionszeit, die in vielen Fällen für deutliche Tinktion nötig ist, durch die Schwefelsäure eine mehr oder minder kräftige Maceration erleiden.

Ich gehe nun zu einer Zusammenstellung der Pflanzenarten und Gewebeelemente über, bei denen ich in der beschriebenen Weise eine deutliche Reaktion erzielt habe. Die untersuchten Pflanzen gehören den Abteilungen *Bryophyta*, *Pteridophyta*, *Gymnospermae* und *Angiospermae* an und seien im folgenden in der Reihe angeführt, die dieselben in ENGLER's Syllabus haben.

In bezug auf die folgende Darstellung will ich noch bemerken, dass sich dieselbe allein auf das Tinktionsverhalten bezieht, die das von mir untersuchte Material erboten hat. Ich will also schon hier hervorheben, dass meine Angaben bezüglich der Leistungsfähigkeit der Anthocyanreaktion, sowie auch betreffs der Wirkungssphäre der später erwähnten spezifischen Holzreagenzen, durchaus nicht beanspruchen, eine definitive Klarlegung der Verbreitung von Verholzung überhaupt bei den betreffenden Pflanzen zu leisten. Wie schon aus BURGERSTEIN's Untersuchungen hervorgeht, wechselt nämlich der Grad der Verholzung während verschiedener Entwicklungsstufen und ist auch von den Bedingungen abhängig, unter denen die Pflanze lebt. Es ist somit nicht zu bezweifeln, dass die Blätter, Stengel und andere Teile der hier beschriebenen Pflanzen ein anderes Verhalten als das hier angegebene zeigen können. Besonders bei Treibhauspflanzen fällt bekanntlich die Holzreaktion oft ganz anders aus, als bei Pflanzen derselben Art, die auf freiem Lande wachsen.

Im Anschluss hieran sei noch erwähnt, dass ich, ausser bei den in nachstehender Tabelle angeführten Pflanzenteilen, eine deutliche Anthocyanfärbung der notorisch verholzten Elemente in Samenschalen erzielt habe. Es sind jedoch nur wenige Pflanzen, die ich in dieser Hinsicht näher geprüft habe: *Strychnos nuxvomica*, *Cucurbita Pepo* und *Zea Mays* (Samen- und Fruchtwände). Bei *Asclepias curassavica* wurden die Samanhaare, die auch von WIESNER (III, 276) als verholzt angegeben sind, stark von Anthocyan gefärbt, und ebenso trat an der Pappuskrone bei *Taraxacum vulgare*, die nach NIGGL (I, 551) mit Phloroglucin--Salzsäure Reaktion auf Verholzung gibt, eine deutliche Rotfärbung mit Anthocyan ein. Bei diesen Untersuchungen benutzte ich Anthocyan von *Begonia erecta*, *Colinus hybridus* und *Vitis vinifera*. Das Anthocyan der letzt erwähnten Pflanze erzeugte im allgemeinen die kräftigste Färbung. Dieses gilt besonders in bezug auf die dickwandigen Elemente der Samenschale von *Cucurbita*.

Versuchspflanze.	Benutzte Anthocyanart.	Leistungsfähigkeit der Anthocyanreaktion.
<b>Bryophyta.</b>		
<i>Fegatella conica</i> RADDI, Thallus.	<i>Begonia erecta.</i>	Keine oder undeutliche Färbung der Zellwände.
<i>Sphagnum acutifolium</i> EHRH., Stengel und Blätter.	<i>Begonia erecta.</i>	Die Zellwände werden gefärbt, aber im allgemeinen wenig scharf.
<i>Webera cruda</i> SCHREB., Stengel und Blätter.	<i>Begonia erecta.</i>	Ziemlich kräftige Anthocyanfärbung der Zellwände.
<i>Plagiothecium undulatum</i> (L.) BR., Blatt.	<i>Begonia erecta.</i>	Die Zellmembranen kräftig gefärbt.
<i>Camptothecium nitens</i> SCHIMP., Stengel.	<i>Begonia erecta.</i>	Alle Zellen des Querschnittes mit schön roten Wänden.
<i>Hylocomium triquetrum</i> (L.) BR., Blatt.	<i>Begonia erecta.</i>	Kräftige Anthocyanfärbung der Zellwände.
<b>Pteridophyta.</b>		
<i>Davallia</i> sp., Blattstiel.	<i>Begonia erecta,</i> <i>Perilla nankinensis.</i>	Schöne Anthocyanfärbung des mechanischen, von der Epidermis und der äusseren Hälfte des Rindenparenchyms gebildeten Gewebemantels. Es färbt sich auch das Xylem des Gefässbündels, wenn auch schwach.
<i>Asplenium dimorphum</i> KZE., Blattstiel.	<i>Begonia erecta,</i> <i>Coleus hybridus,</i> <i>Perilla nankinensis.</i>	Die normal braungefärbten, mechanischen Zellen innerhalb der Epidermis färben sich nebst den dieselben umgebenden Elementen mit Anthocyan rot. Die Tinktion wird doch zum grössten Teil durch die braune Farbe dieser Wände verdunkelt. Das Xylem des Gefässbündels gelbbrot.
<i>Polypodium vulgare</i> L. $\beta$ <i>crenatum</i> , Rhizom.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Das Xylem der Gefässbündel mit roten Zellwänden. Deutliche Anthocyanreaktion zeigen auch die Wände der Endodermiszellen.
<i>Polypodium vulgare</i> L. $\beta$ <i>crenatum</i> , Blattstiel.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Der periphere Teil des Rindenparenchyms kräftig gefärbt. Die Elemente des Xylems orangerot.
<i>Polypodium aureum</i> L. $\beta$ <i>auriculatum</i> , Blattstiel.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Die Anthocyanreaktion besonders deutlich an dem mechanischen, innerhalb der Epidermis sich befindenden Gewebe.
<i>Osmunda regalis</i> L., Rachis.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Rotfärbung tritt an dem peripheren, mechanischen Gewebemantel und an der mechanischen Schutzscheide des Gefässbündels auf. Die Xylemelemente wenig oder nicht gefärbt.
<i>Lycopodium Selago</i> L., Stengel.	<i>Begonia erecta.</i>	Deutliche Reaktion an den Xylemelementen und dem mächtigen, mechanischen Gewebe innerhalb der Epidermis.

Versuchspflanze.	Benutzte Anthocyanart.	Leistungsfähigkeit der Anthocyanreaktion.
<b>Gymnospermae.</b>		
<i>Cycas revoluta</i> L., Blattlappen.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Rotgefärbte Wände zeigen die Epidermiszellen und drei bis vier Reihen subepidermaler Bastfasern. Gefärbt sind daneben die im Nervenparenchym zerstreut vorkommenden, weniger stark verdickten mechanischen Zellen, sowie auch die Xylemelemente des Gefäßbündels.
<i>Dioon imbricatum</i> MIQ., Teilblättchen.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Anthocyanreaktion tritt an der Epidermis und den darunter liegenden Reihen von Bastzellen auf. Mit Anthocyan färben sich ferner diejenigen Bastzellen, welche die Gefäßbündel umgeben oder im Mesophyll idioblastisch auftreten.
<i>Dioon edule</i> LINDL., Teilblättchen.	<i>Begonia erecta.</i>	Es färben sich Epidermis, Hypoderma und die als Bastfasern entwickelten Idioblasten des Mesophylls.
<i>Encephalartos horrida</i> LEHM., Teilblättchen.	<i>Begonia erecta.</i>	Mit Anthocyan färben sich dieselben Elemente wie beim vorigen Material.
<i>Ceratozamia robusta</i> MIQ., Teilblättchen.	<i>Begonia erecta.</i>	Kräftige Anthocyanfärbung zeigen die Bastzellen der Gefäßbündel und des Mesophylls, sowie auch die mechanisch entwickelten Epidermiszellen <sup>1</sup> .
<i>Abies Nordmanniana</i> SPACH., Blatt.	<i>Begonia Scharffiana,</i> <i>Raphanus sativus,</i> <i>Perilla nankinensis.</i>	Mit Anthocyan färben sich Epidermis, Hypoderma, die mechanische Zellscheide der Harzgänge, sowie die Xylemelemente der Gefäßbündel und das Bastgewebe.
<i>Abies Nordmanniana</i> SPACH., zweijähriger Zweig.	<i>Begonia Scharffiana.</i> <i>Vitis vinifera,</i> <i>Raphanus sativus.</i>	Die Elemente des Holzes und die Markzellen zeigen deutliche Reaktion. Das Frühholz am kräftigsten tingiert.
<i>Larix americana</i> MICH., Stamm.	<i>Cornus sanguinea.</i>	Sämtliche Elemente des Holzkörpers zeigen Reaktion. Es färben sich auch die Bastfasern.
<i>Larix sibirica</i> LÆD., Treibholz.	<i>Begonia erecta.</i>	Stimmt betreffs der Färbung mit der vorigen Pflanze überein.
<i>Pinus Pumilio</i> TEN., zweijähriger Zweig.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Der ganze Holzkörper rot.
<i>Pinus Pumilio</i> TEN., Blatt.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Anthocyanfärbung zeigen Epidermis, Hypoderma, die mechanische Zellscheide der Harzgänge — diese doch weniger kräftig — und die Xylemelemente des Gefäßbündels.

<sup>1</sup> Wie schon NIGGL (I, 549) und LEMAIRE (I, 299) hervorgehoben haben, kommt Verholzung der Epidermis in den Blättern von Cycadeen und Coniferen vor, sowie auch im Blattstiel einiger Farne. Bei den ersteren streckt sich die Verholzung auch zu den Stomazellen, ein Verhalten, welchem KARZEL eine eingehende Untersuchung gewidmet hat.



Versuchspflanze.	Benutzte Anthocyanart.	Leistungsfähigkeit der Anthocyanreaktion.
<i>Pinus Cembra</i> L., Treibholz.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Die Zellen des Holzkörpers färben sich rot.
<i>Cunninghamia sinensis</i> R. BR., Blatt.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Es tritt Rotfärbung am Hypoderma, ferner an den im Mesophyll zerstreut auftretenden Bastfasern (mit obliteriertem Lumen), am Transfusionsgewebe und am Xylemteil des Gefäßbündels auf.
<i>Picea obovata</i> RUPR., Treibholz <sup>1</sup> .	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Die Holzelemente färben sich rot.
<b>Angiospermae.</b>		
<i>Isolepis gracilis</i> NEES., Halm.	<i>Ligustrum vulgare.</i>	Rotfärbung erscheint am Aussenwand der Epidermiszellen, sowie auch an den subepidermalen Bastrippen und an den Bastzellen der Gefäßbündel.
<i>Chamaerops humilis</i> L., Blattstiel.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Die kräftigen Bastbelege der Gefäßbündel intensiv rot, so auch die weitleumigen Tracheen im Holzteil dieser Bündel.
<i>Pothos ventricosus</i> HOFFM., Blatt.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Die Bastzellen an der oberen und unteren Seite der Gefäßbündel zeigen rote Wände. Die Elemente des Holzteils wenig oder gar nicht gefärbt.
<i>Anthurium magnificum</i> LINDL., Blattstiel.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Mit Anthocyan färben sich die grösseren Tracheen und die diese umgebenden Bastfasern. Tinktion zeigen auch die Zellulosewände in Rinde und Mark.
<i>Monstera deliciosa</i> LIEBM., Luftwurzel.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Intensive Rotfärbung erscheint an dem zentralen Xylembündel, sowie auch an den Endodermiszellen und den an Bastfasern erinnernden, interzellularen Spikularzellen (den sogenannten inneren Haaren). Das Velamen ungefärbt.
<i>Monstera deliciosa</i> LIEBM., Mediannerv und die denselben umgebenden Teile der Blattspreite.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Kräftige Anthocyanreaktion an den Bastfasern und den interzellularen Spikularzellen des Mesophylls. Die Sklereiden an der Oberseite des Blatts schwächer gefärbt.
<i>Homalomena rubrum</i> HASSK., Blatt.	<i>Begonia Scharffiana.</i>	Die Bastfaserbündel kräftig gefärbt. Geringfügige Reaktion an den Schraubgefässen des Xylems.

<sup>1</sup> Das Material von Treibhölzern (*Larix sibirica*, *Pinus Cembra* und *Picea obovata*), das ich bei den obigen Untersuchungen benutzt habe, stammte der von Prof. NATHORST bei den Polarexpeditionen 1898 und 1899 zusammengebrachten und nachher von INGVARSON bestimmten Sammlung.

Versuchspflanze.	Benutzte Anthocyanart.	Leistungsfähigkeit der Anthocyanreaktion.
<i>Caladium bicolor</i> VENT., Blattstiel.	<i>Perilla nankinensis</i> .	Färbung der Bastbündel im peripheren Teil des Blattstiels. Das Xylem ungefärbt.
<i>Nidularium Cervantesi</i> HORT., Blatt.	<i>Begonia Scharffiana</i> .	Epidermis, Hypoderma, Bastzellen und Xylemelemente lebhaft rot.
<i>Tradescantia zebrina</i> HORT., Stengelglied.	<i>Vitis vinifera</i> , <i>Viburnum Opulus</i> , <i>Perilla nankinensis</i> .	Schöne Reaktion an den Bast- und Collenchymzellen. Die letzteren Elemente zeigen jedoch schwächere Färbung. Das Xylem färbt sich nicht oder wenig.
<i>Allium Porrum</i> L., Infloreszenzstiel.	<i>Ribes nigrum</i> , <i>Centaurea Cyanus</i> , <i>Rosa canina</i> .	Die peripheren Bastfasern werden ebenso wie die diesen anliegenden Grundgewebezellen von Anthocyan gefärbt.
<i>Phormium tenax</i> FORST., Blatt.	<i>Vitis vinifera</i> , <i>Viburnum Opulus</i> .	Kräftige Anthocyantinktion zeigen die mächtigen, senkrecht zur Blattoberfläche verbreiteten Bastgurtungen, welche die Gefässbündel mit der Blattoberfläche verbinden. Das Xylem schwächer gefärbt.
<i>Polygonatum multiflorum</i> ALL., Blattstiel.	<i>Begonia erecta</i> , <i>Coleus hybridus</i> .	Reaktion an den Bast- und Xylemzellen der Gefässbündel, sowie vor allem an dem peripheren, die äusseren Gefässbündel des Stengels verbindenden Bastzylinder.
<i>Convallaria majalis</i> L., Rhizom.	<i>Perilla nankinensis</i> .	Färbung der Endodermis und der Elemente im Xylemteil der leptozentrischen Gefässbündel.
<i>Agave foetida</i> L., Blatt.	<i>Begonia erecta</i> , <i>Coleus hybridus</i> .	Kräftige Färbung der Bastbündel. Die Elemente des Xylems färben sich nur wenig.
<i>Crocus vernus</i> (L.) WULF., Blütenstiel.	<i>Fagus silvatica atropurpurea</i> .	Anthocyanfärbung der Bastfaser.
<i>Iris germanica</i> L., Rhizom.	<i>Begonia Scharffiana</i> .	Kräftige Reaktion tritt an den C-förmig verdickten Endodermiszellen auf, wie auch an den Xylemelementen der Gefässbündel und an den Baststrängen. Auch die accessoriellen Bastfaserbündel ausserhalb der Endodermis zeigen kräftig rotgefärbte Wände. Das subepidermale Collenchymgewebe gelbrot.
<i>Maranta zebrina</i> SIMS., Blattstiel.	<i>Begonia erecta</i> .	Die Bastbelege der Gefässbündel färben sich schön rot. Die übrigen Elemente des Querschnittes zeigen gelbrote Zellwände.
<i>Cypripedium insigne</i> WALL., Blatt.	<i>Begonia Scharffiana</i> , <i>Begonia erecta</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Alloplectus vittatus</i> .	Der Bastring der Gefässbündel intensiv rot. Die Gefässe färben sich nicht oder nur sehr wenig. Dickere Zellulosewände rosarot.

Versuchspflanze.	Benutzte Anthocyanart.	Leistungsfähigkeit der Anthocyanreaktion.
<i>Dendrobium thyrsiflorum</i> REICHB., Stengel.	<i>Coleus hybridus</i> .	Kräftige Rotfärbung der Epidermis, der subepidermalen Zellen und der Bastmäntel der Gefässbündel. Die Elemente des Xylems nur wenig tingiert.
<i>Vanda suavis</i> LINDL., Blatt.	<i>Begonia Scharffiana</i> , <i>Begonia erecta</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Croton interruptum</i> , <i>Allium Cepa</i> .	Schöne Anthocyanreaktion ergeben die Bastzellen des Hypodermas, so auch die im Mesophyll zerstreut liegenden Zellen (mechanische Idioblasten), deren Wände alle Übergänge zwischen sklerotischen Elementen und dünnwandigen, gewöhnlichen Mesophyllzellen darstellen. Das Xylem und der periphere Sklerenchymring der Gefässbündel färben sich nicht.
<i>Oncidium sphacelatum</i> LINDL., Luftwurzel.	<i>Begonia Scharffiana</i> .	Die Zellen der Endodermis und des zentralen Xylems kräftig rotgefärbt. Dieselbe Reaktion ergeben die zerstreuten, innerhalb der Endodermis liegenden verholzten Idioblasten.
<i>Casuarina torulosa</i> DRYAND., Stengel.	<i>Begonia Scharffiana</i> .	Rotfärbung zeigen Bast- und Markzellen, sowie die Elemente des Holzes. Die Zellen der Markstrahlen ungefärbt.
<i>Piper blandum</i> JACQ., Stengel.	<i>Croton interruptum</i> .	Die Tracheen der Gefässbündel rötlich braun. Das Collenchym zeigt gelbrote Färbung.
<i>Artanthe magnifica</i> , LINDEN, Blattstiel.	<i>Croton interruptum</i> .	Stimmt mit der vorigen Pflanze überein.
<i>Salix hastata</i> L., zweijähriger Zweig.	<i>Perilla nankinensis</i> .	Reaktion an Bastfasergewebe und Holzkörper.
<i>Fagus silvatica</i> L., dreijähriger Zweig.	<i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Begonia erecta</i> , <i>Coleus hybridus</i> .	Kräftige Färbung an den Bastfasern und am Holzkörper mit Ausnahme von den Markstrahlen (sowohl den ein- als mehrreihigen). Die Steinzellen der Rinde bleiben ungefärbt oder färben sich nur undeutlich. Einzelne Markzellen zeigen schwache Verholzung.
<i>Quercus Robur</i> L., dreijähriger Zweig.	<i>Vitis vinifera</i> , <i>Viburnum Opulus</i> .	Kräftige Anthocyanfärbung des Bastfasergewebes und des Holzkörpers. Die peripheren, dickwandigen Sklereiden, die zwischen die Bastgruppen eingeschoben sind, färben sich nicht.
<i>Celtis australis</i> L., mehrfähriger Stamm.	<i>Begonia Scharffiana</i> .	Das Holz färbt sich kräftig rot.

Versuchspflanze.	Benutzte Anthocyanart.	Leistungsfähigkeit der Anthocyanreaktion.
<i>Ficus elastica</i> ROXB., Mittelnervsteil der Blattspreite.	<i>Begonia Scharffiana</i> , <i>Begonia erecta</i> .	Es färben sich mit Anthocyan die Bastfasern und die Xylemelemente. Die ersteren werden rosarot, die letzteren gelbrot. Die primären Gefäße nicht oder sehr wenig gefärbt.
<i>Ficus elastica</i> ROXB., Blattstiel.	<i>Begonia Scharffiana</i> , <i>Ligustrum vulgare</i> .	Färbung vor allem an den Bastgruppen. Die peripheren Collenchymzellen der Rinde zeigen schwach rötliche Wände.
<i>Urtica dioica</i> L., Stengel.	<i>Begonia erecta</i> .	Kräftige Färbung des sekundären Xylems.
<i>Boehmeria nivea</i> GAUDICH., Blattstiel.	<i>Begonia erecta</i> .	Die Elemente des Xylems zeigen Anthocyanreaktion.
<i>Grevillea robusta</i> A. CUNN., Stengel.	<i>Begonia Scharffiana</i> , <i>Croton interruptum</i> .	Holzelemente und Bastfasern kräftig rot, so auch die hier auftretenden Sklereidgruppen. Die Zellen des Marks zeigen schwache Färbung.
<i>Nuphar luteum</i> (L.) SM., Blattstiel.	<i>Ribes nigrum</i> , <i>Raphanus sativus</i> , <i>Centaurea Cyanus</i> , <i>Rosa canina</i> .	Rotfärbung der Spikularzellen. Diese ist doch öfters ganz schwach.
<i>Mahonia Aquifolium</i> L., Mittelnervsteil der Blattspreite.	<i>Vitis vinifera</i> .	Das Bastgewebe intensiv rosarot. Das Xylem des Gefässbündels deutlich gefärbt, aber mit graurotem Ton.
<i>Berberis vulgaris</i> L., Stengel.	<i>Ligustrum vulgare</i> .	Deutliche Anthocyanreaktion an dem innerhalb des Periderms sich befindenden mechanischen Gewebe (in rosa gefärbt), an den Holzelementen (violettrot) und am Mark (schwach rosarot). Die Markstrahlen färben sich nicht.
<i>Menispermum canadense</i> L., zweijähriger Stengel.	<i>Begonia erecta</i> , <i>Croton interruptum</i> .	Kräftige Reaktion an dem äusseren Bastfasergewebe; die Mittellamelle dieser Zellen scheint ungefärbt zu sein. Ferner färben sich mit Anthocyan die Xylemelemente und der innere, von Bastfasern bestehende Ring, welcher das Holz vom Mark abgrenzt. Die Mittellamelle ist auch an den letzteren Zellen ungefärbt.
<i>Glaucium fulvum</i> SM., Stengel.	<i>Vitis vinifera</i> , <i>Viburnum Opulus</i> , <i>Perilla nankinensis</i> .	Der Bastring und die mit diesem in radialer Richtung verbundenen Gewebebalken färben sich rosarot. Das Xylem graubraun.
<i>Nepenthes Hookeriana</i> Low., Stiel der Blatt-Kanne.	<i>Begonia Scharffiana</i> .	Der peripher belegene Bastzylinder kräftig rot; die Färbung der Mittellamelle weniger deutlich.



Versuchspflanze.	Benutzte Anthocyanart.	Leistungsfähigkeit der Anthocyanreaktion.
<i>Nepenthes Hookeriana</i> Low., Mittelnervsteil der Blattspreite.	<i>Begonia Scharffiana</i> .	Anthocyanfärbung zeigen Epidermis und darunter liegende Zellen (schwach), das Bastgewebe, welches wie ein Ring die Gefässbündel zusammenhält, und gewisse Elemente im Xylem. Die kräftigste Reaktion ergeben die Bastfasern.
<i>Nasturtium Armoracia</i> (L.) FR., Blattstiel.	<i>Ribes nigrum</i> , <i>Centaurea Cyanus</i> , <i>Rosa canina</i> .	Intensive Färbung der Bastfasern. Die Collenchymzellen schwach rosarot. Die Xylemelemente färben sich nicht oder nur sehr wenig.
<i>Pyrus communis</i> L., Frucht.	<i>Ribes nigrum</i> , <i>Centaurea Cyanus</i> , <i>Rosa canina</i> .	Anthocyanreaktion zeigen die Sklereidengruppen der Fruchtwand. Diese Färbung ist ein wenig ungleichmässig, bisweilen ganz schwach. Es färben sich auch die Wände der Xylem- und Bastzellen.
<i>Prunus spinosa</i> L., mehrfähriger Zweig.	<i>Ligustrum vulgare</i> .	Die Wände der Zellen im Holzzylinder und Bastgewebe färben sich rot.
<i>Cytisus Laburnum</i> L., dreijähriger Zweig.	<i>Allium Cepa</i> . <i>Begonia erecta</i> , <i>Centaurea Cyanus</i> , <i>Rosa canina</i> .	Mit Anthocyan färben sich die Elemente des Holzkörpers, sowie die Bast- und Markzellen. Im Holz zeigen die Libriformzellen die Reaktion am kräftigsten. Die Tracheen, das Holzparenchym und die Markstrahlen sind wenig gefärbt, und dasselbe gilt von den verdickten Steinzellen im Parenchym der Rinde, welche oft beinahe ungefärbt auftreten.
<i>Pisum sativum</i> L., Epikotyl.	<i>Begonia erecta</i> .	Die Baststränge und Xylemelemente kräftig rotgefärbt.
<i>Pelargonium zonale</i> L' HÉRIT., Stengel.	<i>Vitis vinifera</i> , <i>Viburnum Opulus</i> .	Der Bastring und das sekundäre Xylem zeigen Reaktion.
<i>Tropaeolum majus</i> L., Blattstiel.	<i>Centaurea Cyanus</i> , <i>Rosa canina</i> .	Der periphere Bastring schön rot. Die Collenchymzellen besitzen Neigung, tingiert zu werden.
<i>Ptelea trifoliata</i> L., junger Zweig.	<i>Begonia Scharffiana</i> , <i>Begonia erecta</i> , <i>Croton interruptum</i> , <i>Phytolacca decandra</i> .	Kräftige Färbung der Gefässe und der Libriformzellen, sowie auch der Bastfasern. Die Markzellen mehr oder minder gefärbt. Die dicken Zellulosewände der Epidermiszellen rosarot.
<i>Euphorbia splendens</i> BOJ., Stengel.	<i>Perilla nankinensis</i> .	Das Xylem zeigt deutliche Reaktion.
<i>Ilex Aquifolium</i> L., Mittelnervsteil der Blattspreite.	<i>Begonia Scharffiana</i> .	Anthocyanfärbung zeigen die dickwandigen Bastzellen an der Unterseite des Mittelnervs und die subepidermalen, mechanischen Zellen an der Unterseite der Blattspreite. Die Gefässe des Xylems schwach rot. Die mechanischen Zellen, welche den Holzteil des Gefässbündels umgeben, zeigen kräftige Reaktion.

Versuchspflanze.	Benutzte Anthocyanart.	Leistungsfähigkeit der Anthocyanreaktion.
<i>Ilex Aquifolium</i> L., Stengel.	<i>Fagus silvatica atropurpurea</i> .	Es tritt Reaktion an den Zellen des Holzkörpers und der ausserhalb dieser liegenden Bastfasern ein. Das Mark zeigt schwach rotgefärbte Zellwände.
<i>Tilia europaea</i> L., dreijähriger Zweig.	<i>Begonia Scharffiana</i> , <i>Srobilanthes Dyerrianus</i> , <i>Franciscea eximia</i> .	Anthocyanfärbung an den Bastbündeln und am Holzkörper. Die ersteren zeigen kräftigere Tinktion als der letztere.
<i>Althaea officinalis</i> L., Rhizom.	<i>Fagus silvatica atropurpurea</i> , <i>Vitis vinifera</i> .	Die Bastgruppen und die zerstreut liegenden Bastzellen gefärbt. Reaktion zeigen auch die Gruppen von Gefässen und Libriformzellen.
<i>Malva silvestris</i> L., Stengel.	<i>Ribes nigrum</i> , <i>Centaurea Cyanus</i> , <i>Rosa canina</i> .	Es färben sich mit Anthocyan das Bastgewebe und das Xylem (mit Ausnahme von den primären Elementen), sowie auch die der Höhle in der Mitte des Stengels anliegenden Markzellen.
<i>Camellia japonica</i> L., Blatt.	<i>Begonia erecta</i> .	Anthocyanfärbung zeigen die Bastfasern, die Elemente des Holzkörpers und die Sklereiden des Mesophylls.
<i>Begonia corallina</i> CARR., Stengel.	<i>Begonia erecta</i> .	Gefärbt werden die Bastfasern, die Elemente des Holzkörpers und die dickwandigen, in Rinde und Mark zerstreuten Brachysklereiden.
<i>Begonia fuchsioides</i> Hook., Stengelglied.	<i>Vitis vinifera</i> , <i>Viburnum Opulus</i> .	Hübsche Färbung des Bastgewebes und des sekundären (von cambialer Tätigkeit herrührenden) Xylems.
<i>Cornus sanguinea</i> L., dreijähriger Zweig.	<i>Begonia Scharffiana</i> .	Schöne Rotfärbung geben die Elemente des Holzzyinders und die Bastfasern des Rindengewebes.
<i>Aucuba japonica</i> THUNB., Blattstiel.	<i>Begonia erecta</i> .	Färbung des Xylems.
<i>Erica carnea</i> L., Stengel.	<i>Raphanus sativus</i> .	Reaktion an Bastfasern und Xylemzellen.
<i>Olea europaea</i> L., Blatt.	<i>Begonia erecta</i> .	Es färben sich sämtliche Bastfasern und Sklereiden. Eine schwächere Reaktion tritt am Xylem der Gefässbündel ein.
<i>Limnanthemum Humboldtianum</i> GRIESEB., Blattstiel.	<i>Begonia Scharffiana</i> .	Schwache Färbung der Xylemelemente und der verzweigten, interzellularen Spikularzellen.
<i>Vinca minor</i> L., Stengel.	<i>Begonia erecta</i> , <i>Coleus hybridus</i> .	Kräftige Reaktion am Xylemzyinder.
<i>Nerium Oleander</i> L., Blattstiel.	<i>Croton interruptum</i> .	Es färben sich das Bastgewebe und das Xylem.

Versuchspflanze.	Benutzte Anthocyanart.	Leistungsfähigkeit der Anthocyanreaktion.
<i>Nerium Oleander</i> L., Stengel.	<i>Begonia Scharffiana</i> , <i>Begonia erecta</i> .	Das Xylem, die Bastzellen und zerstreute, mechanische Elemente sowohl ausserhalb des Bastgewebes wie im Mark werden rotgefärbt. Das subepidermale Collenchym zeigt schwache Reaktion.
<i>Hoya carnosa</i> R. BR., Blattspreite.	<i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Begonia Scharffiana</i> .	Die Bastfasern schön rosarot. Die Spiralgefässe des Xylems bleiben intakt oder färben sich nur undeutlich.
<i>Hoya carnosa</i> R. BR., Blattstiel.	<i>Begonia erecta</i> .	Die Xylemelemente mit schwacher Rotfärbung.
<i>Borrigo officinalis</i> L., Stengel.	<i>Vitis vinifera</i> , <i>Viburnum Opulus</i> .	Das sekundäre Xylem zeigt kräftige Reaktion. Das Collenchym schwach gefärbt.
<i>Veronica Anagallis</i> L., Stengel.	<i>Centaurea Cyanus</i> , <i>Rosa canina</i> .	Die Elemente des Holzzylinders und die zerstreut liegenden Bastfasern rot. Das Collenchym mit schwacher, rosaroter Färbung.
<i>Lonicera Caprifolium</i> L., einjähriger Zweig.	<i>Ribes nigrum</i> , <i>Centaurea Cyanus</i> , <i>Rosa canina</i> .	Der periphere Bastzylinder färbt sich kräftig. Das Xylem weniger stark rot.
<i>Cucurbita Pepo</i> L., Stengel.	<i>Centaurea Cyanus</i> , <i>Rosa canina</i> .	Rotfärbung des Bastrings und der Gefässe. Das Collenchym zeigt öfters kräftige Färbung.
<i>Helianthus annuus</i> L., Blattstiel.	<i>Vitis vinifera</i> , <i>Viburnum Opulus</i> , <i>Alloplectus vittatus</i> .	Rosarote Färbung der im Xylemteil des Gefässbündels auftretenden, zerstreuten Bastfasern. Die Elemente des Xylems graurot.
<i>Helianthus annuus</i> L., Stengel.	<i>Begonia erecta</i> , <i>Coleus hybridus</i> .	Das Bastgewebe, das Xylem und die in der Umgebung dieses Gewebes sich befindenden verholzten Grundgewebezellen geben Reaktion mit Anthocyan. Die Reaktion der Gefässelemente ist am wenigsten ausgeprägt.



Was die Farbstoffe der Gruppe *Beta*-Rot betrifft, so sind diese im Vergleich zu den Anthocyanen der *Vitis*-Gruppe in Details weniger untersucht. Doch ergaben schon die ersten orientierenden Tinktionsversuche, die ich mit Anthocyanextrakten aus Blättern von *Achyranthes Verschaffeltii* und *Aerva sanguinolenta* ausführte, dass diese Lösungen nur eine geringe Tinktionsfähigkeit besitzen, wie z. B. in bezug auf Zweige von *Fagus sylvatica* und *Tilia europaea*, Blätter von *Cypripedium insigne* und Rhizom von *Polypodium vulgare*. Der Farbstoff der *Phytolacca*-Beeren verhält sich jedoch in dieser Hinsicht abweichend, wie aus dem in der vorigen Tabelle angeführten Tinktionsversuch betreffs *Ptelea trifoliata* hervorgeht. Dieselben Elemente im Holzzylinder und im Mark, die von dem Anthocyan der *Vitis*-Gruppe gefärbt werden, zeigen bei Behandlung mit *Phytolacca*-Saft violettrote, wenn auch nicht intensiv gefärbte Membranen.

Mit Anthocyanextrakt aus *Kochia trichophylla* (wässriger, mit Schwefelsäure versetzter Lösung) fand ich bei *Tilia europaea* den Holzkörper und die Bastbündel des Stammes gelbrot gefärbt, bei etioliertem *Pisum sativum* die Xylemgruppen der Stengelglieder undeutlich gefärbt, bei *Trifolium pratense* das Bastfasergewebe, das Xylem und die übrigen mechanischen Elemente des Stengels leicht tingiert und bei *Fagus sylvatica* schliesslich kaum eine Andeutung zur Tinktion des Holzkörpers dreijähriger Zweige. Eine schwefelsaure Wasserlösung von Anthocyan aus *Iresine Lindeni* färbte das Holz der Zweige von *Skimmia obovata* sehr schwach und ungleichmässig.

Um die Leistungsfähigkeit der Anthocyanreaktion <sup>1</sup> in ihrer Beziehung zu an-

<sup>1</sup> Auf die hier nachgewiesene, spezifische Tinktionsfähigkeit, die den Anthocyanen der Gruppe *Vitis*-Rot zukommt, könnte man vielleicht eine Methode gründen, Verfälschung roter Weine mit Anilinfarbstoffen zu entdecken. Die letzteren besitzen nämlich im allgemeinen eine ausgeprägte Neigung, auch solche histologischen Elemente zu tingieren, die beim Färben mit Anthocyan intakt bleiben. Um die Verwendbarkeit der betreffenden Methode zu prüfen, stellte ich einige Tinktionsversuche mit Anthocyan aus Bordeauxwein (Margôt) an, und zwar in der Weise, dass 10 cem. Wein abfiltriert und mit 3 bis 4 Tropfen konzentrierter Schwefelsäure versetzt wurden, wonach ich Schnitte durch Pflanzenteile zwecks Tinktion in diese Flüssigkeit übertrug. Nach Einwirkung des Färbebades während mehrerer Stunden waren im grossen und ganzen dieselben Tinktionen eingetreten, die frisch hergestellte Anthocyanlösungen erzeugen. Es zeigten demnach *Rochea falcata* eine Färbung des in Form von Kugeln oder Körnern ausgefallten Inhalts in den gerbstoffführenden Zellen und eine Rosafärbung der Zellulosewände der Blasenhaare, *Caladium bicolor* eine kräftig purpurrote Färbung der peripheren Bastbündel des Blattstiels, *Platanthera chlorantha* eine deutliche Färbung der Zellkerne und des Schleiminhalt der Zellen in den Wurzelknollen, *Tradescantia zebrina* eine Tinktion an dem Collenchym und an dem Bastzylinder des Stengels und *Pisum sativum* eine schöne Rotfärbung an Zellkernen und Xylemelementen etiolierter Stengelglieder. Es sei doch nicht unerwähnt, dass der Anthocyanfarbstoff roten Weins chemisch etwas modifiziert zu sein scheint, weil derselbe eine dunklere, mehr ins Braunrote stossende Farbe besitzt und sich durch die hinzugefügte Schwefelsäure binnen kurzem als amorphes Präzipitat niederschlägt. Hiermit steht die Neigung dieses Farbstoffs, die Präparate zu überfärben, im Zusammenhang.

Jedenfalls dürfte diese mikrochemische Reaktion, betreffs ihrer praktischen Verwendung, der Wollprobe ARATO'S (KÖNIG, I, 771 ff.) ziemlich nahe treten. Dagegen kann die Anthocyanprobe ebenso wenig wie ARATO'S Reaktion in Betracht kommen, wenn es gilt, andere zuweilen in Rotwein vorkommenden Pflanzenfarbstoffe, wie die aus *Malva*-Blumen oder aus Früchten von *Myr-*



deren, bekannteren Reaktionen auf Verholzung zu ermitteln, unterzog ich das in voriger Tabelle angegebene Pflanzenmaterial zum Teil einer Prüfung mit sogenannten Ligninreagenzen und bediente mich dabei hauptsächlich von zweien solchen, die deutliche und distinkte Färbungen erzeugen und die ohnedies das Interesse darbieten, dass sich die von denselben hervorgerufenen Reaktionen gewissermassen gegenseitig ergänzen. Ich benutzte somit die HÖHNEL-WIESNER'sche Reaktion mit Phloroglucin (das wirksame Prinzip in HÖHNEL's Xylophilin [Extrakt aus Kirschholz]) und Salzsäure, welche Reaktion, was den praktischen Wert derselben anbetrifft, alle andern Mittel, Verholzung nachzuweisen, übertrifft; anderseits auch die von MÄULE entdeckte Reaktion mit Kaliumpermanganat, Salzsäure und Ammoniak. Da die betreffenden Reaktionen sich auf chemische Prozesse beziehen, die von einander unabhängig sein dürfen, konnte offenbar in dieser Weise die Erklärung von den abweichenden Ergebnissen, die sich in dem einen oder anderen Falle bei der Behandlung des Materials mit Anthocyan einstellten, mit grösserer Sicherheit stattfinden. In einzelnen Fällen kam auch HÖHNEL-NICKEL-MOLISCH's <sup>1</sup> Reaktion mit Phenol, Salzsäure und Kaliumchlorat, sowie SCHAPRINGER-WIESNER's mit Anilinsulfat und Schwefelsäure zur Verwendung. (Siehe näher, bezüglich der erwähnten Phenolen und des Anilinsulfats als Holzreagenzen, NICKEL, I, 32 ff., 50 ff.). Ohnedies benutzte ich die von BERTHOLD empfohlene Tinktion mit Fuchsinlösung, um einen Vergleich zwischen den Leistungen der Anthocyanreaktion und denjenigen anderer, nur auf Färbung sich beziehenden Holzreaktionen zu erhalten. Der Gehalt der

*tillus*, *Sambucus* und *Ligustrum* hergestellten, nachzuweisen, weil diese Anthocyanarten in tinktioneller Hinsicht mit dem *Vitis*-Anthocyan übereinstimmen.

<sup>1</sup> Phloroglucin zeigt im Pflanzenreich ausgedehnte Verbreitung. Dadurch findet die Tatsache ihre Erklärung, dass Schnitte durch Holz bei Behandlung mit konzentrierter Salzsäure allein in vielen Fällen (besonders deutlich z. B. bei *Tilia*, *Prunus* und *Aesculus*) die für das betreffende Phenol typische Reaktion geben. Dieses Verhalten wird schon von früheren Autoren (siehe die Bibliographie bei HÖHNEL, I, 695 ff., CZAPEK, IV, zweiter Band, 544) erwähnt, wie unter anderen von VAN TIEGHEM (I, 121 ff., 131 ff.), der daneben die Beobachtung machte, dass Gefässe und Bastfasern auch bei Einwirkung anderer Säuren, wie z. B. Schwefelsäure, eine rote Farbe annehmen. Wodurch die letztere Reaktion hervorgerufen wird, verdient näher untersucht zu werden.

Bei Zusatz von rauchender Salzsäure zu Schnitten durch die Wurzel von *Sterculia Trichosiphon* erhielt ich eine kräftig dunkelblaue Färbung teils an den Holzelementen, teils am Zellsafte. Die betreffende Reaktion, die an die von Orcin erzeugte in vielen Hinsichten erinnert, rührt wahrscheinlich von einem phenolartigen, nicht näher untersuchten Körper in den Zellen der Wurzel her. Bei *Myoporum ellipticum* habe ich wahrgenommen, dass sich das Holz jüngerer Zweige, wie auch die Bastfasern derselben, intensiv gelb mit einem ins Grüne stossenden Ton färben, wenn konzentrierte Schwefelsäure den Schnitten hinzugefügt wird.

An dieser Stelle seien auch die diesbezüglichen Untersuchungen TSCHIRCH's (I, 325, Anmerk. 2, 3) angeführt. Dieses Forscher fand Rotfärbung der Bast- und Steinzellen durch zugesetzte Salzsäure (ohne Phloroglucinzusatz) bei *Sambucus*, *Juglans* und *Coletea* und nach Verlauf von 24 Stunden bei allen übrigen, von ihm untersuchten Hölzern. Bei *Elaeagnus* beobachtete TSCHIRCH Blaufärbung von Hadrom- und Stereom-Elementen bei Salzsäurezusatz (Resorcin?). Bei *Syringa* färbten sich die Brachysklereiden durch Salzsäure blaugrün. Was die phloroglucinführenden Pflanzen betrifft, kann man übrigens bei diesen, wie auch TSCHIRCH hervorhebt, die Salzsäure durch konzentrierte Schwefelsäure ersetzen; auch bei Anwendung dieser Säure färben sich die verholzten Membranen kirschrot.

Membranen an Zellulose wurde in der gewöhnlichen Weise mit Jod und Schwefelsäure, sowie mit Chlorzinkjod nachgewiesen.

Da die Reaktionsfähigkeit der Phloroglucinlösungen bekanntlich bei Verunreinigung mit Salzsäure in bedeutendem Masse herabgesetzt wird, bediente ich mich bei meinen Untersuchungen über die Phloroglucinreaktion alkoholischer Lösungen, die unmittelbar vor jeder Prüfung hergestellt wurden.

Die vergleichende Untersuchung ergab, dass ich in den meisten Fällen Anthocyanfärbung gerade an den Elementen erhielt, die mit den oben erwähnten Reagenzen Verholzung aufwiesen. Die Übereinstimmung war jedoch nicht eine ganz vollkommene. Unter den Abweichungen, die ich nachweisen konnte, seien als Beispiele folgende typische Fälle herausgegriffen und näher beschrieben.

*Osmunda regalis*, Rachis. — Während die Anthocyanreaktion nur in den mechanischen Elementen eintritt, die sich innerhalb der Epidermis und ausserhalb der Endodermis befinden, das Xylem aber fast intakt lässt, erzeugt Phloroglucin-Salzsäure sowohl an den mechanischen Grundparenchymzellen, wie auch an den Elementen des Xylems eine deutliche Rotfärbung. Die mit Phloroglucin gefärbten Grundgewebezellen sind daneben etwas zahlreicher als diejenigen, die Anthocyanreaktion geben. MÄULE's Reagenz zeigte in bezug auf die Verbreitung von Verholzung dasselbe Verhalten wie Phloroglucin. In sämtlichen Versuchen mit Permanganat wurden die Membranen gelbbraun anstatt rot gefärbt.

*Lycopodium Selago*, Stengel. — Mit Phloroglucin gaben nur die Xylemelemente der Gefässbündel Reaktion auf Verholzung. Mit Anthocyan färbten sich ausserdem die Elemente des subepidermalen, mechanischen Gewebes.

*Dioon edule*, Blattzipfel. — Die Phloroglucin- und Anthocyanreaktionen stimmen mit einander überein, mit Ausnahme davon, dass die zerstreut liegenden Bastzellen des Mesophylls von Anthocyan deutlich rot gefärbt werden, aber von Phloroglucin-Salzsäure so gut wie intakt gelassen werden. Die Permanganatreaktion führte betreffs dieses Objekts nur zu einer Braunfärbung der verholzten Elemente. Denselben Erfolg hatten die entsprechenden Versuche mit *Encephalartos horrida* und *Ceratozamia robusta*.

*Pinus Pumilio*, zweijähriger Zweig. — Gewisse Elemente im Mark, die von Anthocyan nicht gefärbt werden, geben mit Phloroglucin-Salzsäure Reaktion auf Verholzung. Die Permanganatreaktion äussert sich sowohl am Stengel, als an den Blättern meistens nur als eine Braunfärbung, was übrigens schon MÄULE (I, 181 ff.) beobachtet hat.

*Monstera deliciosa*, Blätter. — Phloroglucin-Salzsäure gibt kräftige Verholzung an den Bastfasern der Gefässbündel an. Hierbei wird die sogenannte Mittellamelle intensiver gefärbt als die anderen Schichten der Membranen. Deutliche Holzreaktion geben auch die grösseren Tracheen der Gefässbündel. Die interzellularen (inneren) Haare werden von Phloroglucin intakt gelassen. Permanganat erzeugt Reaktion auf Verholzung an den Bastfasern, doch färben sich in diesem Falle sämtliche Lamellen der Membran mit derselben Intensität (somit keine kräftigere Reak-

tion an der Mittellamelle, wie mit Phloroglucin und Salzsäure der Fall ist). Die Gefässe werden schwächer, die an Bastfasern erinnernden Haare der Interzellularen verhältnismässig kräftig gefärbt. Die Reaktion mit Anthocyan stimmt betreffs ihrer Leistungen in allen Details mit denen der Permanganatreaktion überein.

SCHLEIDEN war der erste Forscher, welcher die jetzt erwähnten, eigentümlichen Haare in den Interzellularen von *Monstera* näher beschrieben hat. Er nannte dieselben ganz bezeichnend Bastzellen. Diese Elemente, die auch bei anderen *Ara-ceae* vorkommen — sie sind von VAN TIEGHEM (I, pl. 5, 7) und LIERAU (I, 17) eingehend untersucht und abgebildet worden —, zeigen, wie auch DE BARY (I, 234) hervorgehoben hat, grosse Ähnlichkeit mit Bastfasern (Sklerenchymzellen) und weichen von diesen überhaupt nur durch ihre Form und Lage ab. HABERLANDT (I, 384) teilt diesen Elementen eine mechanische Funktion zu und rechnet dieselben zu den Bastzellen. In ihrem Verhalten zu MÄULE's Reagenz und zu Anthocyan stimmen sie auch, wie von dem oben mitgeteilten zu sehen ist, mit diesen Elementen vollkommen überein.

*Homalomena rubrum*, Blätter. — Phloroglucin-Salzsäure färbt nur die Gefässe. An diesen Elementen ist die Anthocyanreaktion kaum angedeutet, besonders kräftig dagegen an den Bastfasern.

*Cypripedium insigne*, Blätter. — Mit Phloroglucin und Salzsäure nehmen die Bastfasern der Gefässbündel nur partielle Färbung an, indem vorzugsweise die dünne Mittellamelle, welche demnach als ein dünner Streifen hervortritt, Verholzung zeigt, während die anderen Schichten ihrer Wände intakt bleiben<sup>1</sup>. Die Gefässe färben sich kräftig rot. Bei der Reaktion mit Permanganat bleiben die trachealen Elemente ungefärbt, die Bastzellen dagegen werden leuchtend rot, und in diesem Fall weisen sämtliche Membranschichten Färbung auf. Mit Anthocyan werden dieselben Elemente tingiert, die mit Permanganat Reaktion auf Verholzung geben. In den Bastzellen scheint doch die Mittellamelle am schwächsten gefärbt zu sein.

*Vanda suavis*, Blätter. — Wie schon oben erwähnt, werden die sklerotischen Elemente der Gefässbündel von Anthocyan intakt gelassen. Dagegen färben sich die an Bastfasern erinnernden, mechanischen Idioblasten im Mesophyll besonders scharf. Dieselbe Verbreitung der Verholzung zeigt die Permanganatreaktion, bei welcher die Sklereiden der Gefässbündel höchstens schwach braungefärbt werden. Mit Phloroglucin aber zeigen die letzteren Elemente kräftige Verholzung, während anderseits keine Spur von Reaktion an den mechanischen Zellen des Mesophylls zu sehen ist.

*Artanthe magnifica*, Blattstiel. — Phloroglucin färbt nur die Elemente der Gefässe. Mit Anthocyan tritt dagegen auch an gewissen, peripher liegenden Zellen Reaktion ein.

*Fagus sylvatica*, mehrjähriger Zweig. — Die Reaktion mit Phloroglucin und Salzsäure zeigt Verholzung sowohl am Holz, als an den Markstrahlen, dem Mark

<sup>1</sup> Dass bei monokotylen Pflanzen öfters nur die Grenzlamelle der Bastzellen mit Phloroglucin gefärbt wird, hat schon SACHS (I, 21) erwähnt.



und den dickwandigen Sklereiden der Rinde; an den Libriformzellen ist diese schwächer als an den übrigen Elementen des Holzes. Die Libriformzellen werden dagegen von Anthocyan am kräftigsten gefärbt, während die Zellen der Markstrahlen und die Sklereiden der Rinde im allgemeinen ungefärbt bleiben. Mit dieser Tinktion stimmt die Permanganatreaktion überein.

*Ficus elastica*, Blätter. — Die Permanganatreaktion zeigt dieselbe Verbreitung von Verholzung wie die Reaktion mit Anthocyan. In beiden Fällen färben sich nämlich sowohl die Bastzellen, als auch die Xylemelemente (mit Ausnahme von den primären Gefässen) rot. Mit Phloroglucin dagegen erhält man an den Bastgruppen keine oder nur eine schwache Holzreaktion.

*Cytisus Laburnum*, Stamm. — Die Phloroglucinreaktion weist folgendes Verhalten auf. Die weitleumigen Gefässe, das Holzparenchym und die Markstrahlzellen des Holzkörpers werden intensiv gefärbt, die Libriformzellen dagegen unbedeutend. Betreffs der letzteren färbt sich überhaupt nur die Mittellamelle; an den apponierten Wandschichten ist eine sehr schwache oder gar keine Tinktion zu sehen. Die Färbung der peripheren, zerstreut liegenden Bastbündel wird mit Phloroglucin im grossen und ganzen ziemlich schwach; nur an den schmalen Grenzlinien zwischen den Zellen wird diese mehr ausgeprägt. Die Markzellen zeigen kräftige Verholzung.

Mit Permanganat erlangt man einen ganz anderen Erfolg. Die Libriformzellen sind hier die Träger der intensivsten Färbung. Diese ist hier ziemlich gleichförmig und diffus; eine hervortretendere Färbung der Mittellamelle macht sich nicht geltend. Die Membranen der Tracheen, sowie die des Holzparenchyms und der Markstrahlzellen färben sich nur schwach. Die Bastfasern und die Zellen des Marks verhalten sich ebenso wie bei der Phloroglucinreaktion, doch zeigen die ersteren verhältnismässig stärkere Färbung. Auch hier sind die Grenzlinien zwischen den Zellen des Bastgewebes am kräftigsten rot.

Mit Anthocyan werden die Membranen der Gefässe, des Holzparenchyms und der Markstrahlen am wenigsten gefärbt. Dagegen nehmen die Libriformzellen eine intensive, hochrote Färbung an, ohne deutlichere Tingierung ihrer Mittellamelle. Die Zellen im Mark und in den Bastgruppen werden rot, wenn auch weniger kräftig als die Libriformzellen. Die Grenzlinien zwischen diesen Zellen treten bei Färbung mit Anthocyan deutlicher als die übrigen Membranschichten hervor.

*Ilex Aquifolium*, Blätter. — Während die Bastzellen eine kräftige, die Elemente der Gefässbündel eine undeutliche Anthocyanreaktion geben, ist ihr Verhalten bei der Phloroglucinreaktion gerade umgekehrt. Die Gefässbündelelemente färben sich in diesem Falle besonders kräftig, die Bastfasern schwach.

*Olea europaea*, Blätter. — Während sämtliche Sklereiden und Bastfasern des Blattes von Anthocyan kräftig gefärbt werden, die Xylemelemente der Gefässbündel aber eine weniger hervortretende Reaktion geben, tritt mit Phloroglucin nur an den Elementen des Xylems und an den Bastfasern Holzreaktion ein; die zerstreuten, im Schwammparenchym liegenden Bastzellen zeigen nämlich eine undeutliche Reak-



tion, und an den subepidermalen macht sich mit Phloroglucin keine Andeutung zu Holzreaktion geltend. Diese sämtlichen Elemente werden bei Prüfung mit Kaliumpermanganat kräftig gefärbt, ebenso wie bei der Tinktion mit Anthocyan.

*Limnanthemum nymphaeoides*, Blattstiel. — Die Spikularzellen im Mesophyll färben sich mit Phloroglucin besonders kräftig, mit Anthocyan weniger. Permanganat lässt diese Elemente intakt, gibt aber — ebenso wie die vorigen Reagenzen — an den Xylemelementen der Gefässbündel Holzreaktion.

*Nerium Oleander*, Stengel. — Mit Phloroglucin und Salzsäure tritt Reaktion an den Tracheen der Gefässbündel ein; dagegen färben sich nicht die Bastzellen, die anderseits wenigstens von konzentrierten Anthocyanlösungen tingiert werden.

*Hoya carnosa*, Blätter. — Von Anthocyan werden die Bastzellen des Mesophylls schön tingiert. Mit Permanganat bleiben diese Elemente intakt, so auch mit Phloroglucin, oder werden in letztem Falle nur in bezug auf die Mittellamelle schwach gefärbt<sup>1</sup>. Dagegen tritt eine deutliche Reaktion auf Verholzung sowohl mit Permanganat, als auch mit Phloroglucin an den Spiralgefässen des Xylems ein, die anderseits von Anthocyan wenig oder gar nicht gefärbt werden.

Der oben mitgeteilte Bericht könnte noch mit einigen anderen Fällen vervollständigt werden, bei denen ich Differenzen bezüglich der Wirkungssphäre der erwähnten Holzreaktionen nachgewiesen habe. Aus den schon angeführten Tatsachen geht doch deutlich hervor, dass Bastfasern stets von Anthocyan gefärbt werden, ungeachtet dessen, dass dieselben von Phloroglucin in gewissen Fällen intakt gelassen werden. Was die Elemente des sekundären Xylems anbetrifft, zeigen die Libriformzellen die kräftigste Reaktion mit Anthocyan; an den Gefässen ist die Färbung weniger stark, und an den Holzparenchym- und Markstrahlzellen tritt nur eine undeutliche oder gar keine Reaktion ein. Dieses gilt auch in solchen Fällen, wo Phloroglucin-Salzsäure an den genannten Elementen Reaktion hervorruft. Bei den primären Gefässen bleibt in der Regel die Anthocyanreaktion aus, trotzdem dass dieselben mit Phloroglucin deutliche Verholzung aufweisen.

Über das Eintreten von Verholzung bei verschiedenen histologischen Elementen liegen eingehende Untersuchungen von BURGERSTEIN (I, 354) vor. Nach diesem Forscher, der indessen als Holzreagenz Anilinsulfat benutzte, gilt als Regel, dass zuerst die Gefässe, dann die Holzzellen und das Holzparenchym verholzen; sehr schnell fangen danach die Bastzellen an zu verholzen, und erst verhältnismässig spät tritt Verholzung im Mark auf.

Von gewissen, weniger bedeutenden Unterschieden abgesehen, die ich in einigen Fällen habe nachweisen können, stimmt die Anthocyanreaktion betreffs ihrer Leistungen fast mit der MÄULE'schen Permanganatreaktion überein.

<sup>1</sup> Unverholzte Bastzellen nahm NIGGL (I, 557) bei *Nerium*, *Morus*, *Cannabis*, *Linum*, *Hoya* und *Hibiscus* wahr.

Im Folgenden sei auch ein anderer, für unsere Kenntnisse von der Histochemie des Holzes nicht unwichtiger Punkt erwähnt werden, der sich nahe an die Untersuchungen MÄULE's über die Wirkung von Kaliumpermanganat auf verholzte Zellen anschliesst. MÄULE hatte gefunden, dass bei Behandlung mit Kaliumpermanganatlösung diejenige Substanz in den Wänden der Holzzellen zerstört wird, welche der Träger von der Phloroglucinreaktion zu sein scheint. Nach einer Einwirkung von Kaliumpermanganat während 5 bis 10 Minuten, ruft somit Phloroglucin-Salzsäure nicht mehr eine Rotfärbung an diesen Elementen hervor. Dagegen erzeugt, was vorauszusehen ist, die Permanganatreaktion noch immer Färbung. In derselben Weise verhält sich nach meinen Beobachtungen auch das Anthocyan, indem Tinktion an den mit demselben färbbaren Elementen ungeschwächt auftritt, auch wenn diese bis zu 20 Minuten lang mit Kaliumpermanganat behandelt und danach mit Salzsäure entfärbt worden sind. Dieses beispielweise bei *Ilex Aquifolium*, *Tilia europaea* und einigen anderen Pflanzen (Stammquerschnitte). Die Anthocyanfärbung fiel hier sehr kräftig aus, trotzdem dass die vorhergehende Behandlung der Pflanzenteile so energisch war, dass die Phloroglucinreaktion ausblieb. In derselben Weise wie Anthocyan verhielt sich unter diesen Bedingungen Fuchsinlösung. Dieser Farbstoff tingiert nämlich mit Permanganat behandeltes Holzmaterial ebenso kräftig wie intaktes Holz.

Es war in diesem Zusammenhang auch von Interesse zu ermitteln, wie sich die Färbbarkeit der Holzelemente mit Anthocyan ausnimmt, wenn die Phloroglucinreaktion derselben auf andere Weise aufgehoben wird. Wie SELIWANOFF nachgewiesen hat, verursacht Behandlung von Holzzellen mit Hydroxylaminsalzen oder sauren Alkalisulfiten, dass die Phloroglucinreaktion ausbleibt. Die Untersuchungen dieses Forschers haben demnach ergeben, dass verholzte Zellwände ausgeprägte Aldehydeigenschaften besitzen. Wenn diese Elemente mit einem der oben angeführten Stoffe behandelt werden, hat dieses den Erfolg, dass die aldehydartigen Atomgruppen der verholzten Zellwände inaktiviert werden, weil dieselben von Hydroxylamin in Aldoxime und von Alkalisulfiten in ein analoges Kondensationsprodukt überführt werden. Die so behandelten Membranen geben, wie SELIWANOFF nachweisen konnte, nicht mehr Rotfärbung mit Phloroglucin und Salzsäure. MÄULE fand, dass an verholzten Zellwänden, die in dieser Weise mit Hydroxylamin oder saurem Alkalisulfit präpariert wurden, trotzdem Permanganatreaktion eintritt. So ist auch mit dem Anthocyan der Fall, welches noch immer an dem mit Aldehyden angereichen inaktivierten Holz Rotfärbung erzeugt.

Von Interesse war ohnedies zu prüfen, inwiefern die Anthocyanreaktion an solchen Holzelementen eintritt, die mit SCHULZE's Mazerationsflüssigkeit (Kaliumchlorat und rauchender Salpetersäure) behandelt worden sind. Meine diesbezüglichen Untersuchungen führte ich an *Tilia europaea*, *Fagus silvatica* und *Quercus Robur* aus. Es stellte sich heraus, dass betreffs des resistenteren Holzes von *Fagus* und *Quercus* sogar vollständig isolierte Libriformzellen, Gefässglieder und kräftiger verholzte Sklerenchymzellen von Anthocyan verhältnismässig stark gefärbt wurden.

Zu demselben Ergebnis führte Behandlung mit Fuchsinlösung. Bei *Tilia* fiel die Anthocyanreaktion gut aus, doch findet dies vielleicht seine Erklärung darin, dass bei der Mazeration das notorisch weiche Holz der Linde schnell angegriffen und schon nach kurzer Zeit fast völlig aufgelöst und zerstört wird. Bei Anwendung verdünnter Salpetersäure und grösserer Zweigstücke, so dass beim Mazerieren die Isolation der Elemente des Holzes langsam von der Aussenfläche nach innen hinein fortschritt, erhielt ich Schnitte, die in verschiedenen Teilen die Mazeration der Elemente und die chemische Verwandlung derselben mehr oder weniger weit vorgeschritten zeigten. Während die wenig angegriffenen Teile in der Mitte der Zweigstücke kräftig von Anthocyan gefärbt wurden, blieb die Reaktion ganz aus oder machte sich nur schwach in deren äusseren, stärker mazerierten Teilen geltend.

Denselben Erfolg, wie die Tinktion mit Anthocyan, hatte im allgemeinen sowohl bei *Fagus* und *Quercus*, wie bei *Tilia* eine Färbung mit Fuchsinlösung. Das Holz von *Tilia* zeigte in den mazerierten Teilen nur schwache Färbung, während die isolierten Holzelemente von *Fagus* und *Quercus* schön rotgefärbt wurden, insofern nicht die Mazeration zu durchgreifend gewesen war.

Die Untersuchungen, die ich an Holzpapier (aus Tannenholz oder Holz von Laubbäumen hergestellter Sulfitzellulose), bezüglich dessen Färbbarkeit mit Anthocyan, anstellte, ergaben, dass auch hier eine deutliche Färbung der Zellwände, am stärksten an den Libriformzellen und Bastfasern, eintritt. Die Phloroglucinprobe, sowie auch die Reaktion mit Anilinsulfat zeigen der Regel nach einen bedeutenden Gehalt des Holzpapiers an Lignin<sup>1</sup>; dagegen gibt die MÄULE'sche Permanganatreaktion nur eine schwache Andeutung zu Verholzung.

Mit diesen Ergebnissen stimmen auch meine Beobachtungen über die Färbung von Holz, das einer natürlichen Mazerierung durch holzzerstörende Pilzmyzelien unterzogen worden ist, überein. Als Untersuchungsmaterial benutzte ich Holz von *Fagus silvatica*, das von *Polyporus fomentarius* L. angegriffen war. Dieses Holz ist bei weiter fortgeschrittener Auflösung ganz weiss und erinnert an die kompakten Myzelienhäute, die an einzelnen Stellen innerhalb der Wirtspflanze von dem parasitierenden Pilze gebildet werden. Die pathologischen Veränderungen des Holzes äussern sich daneben in weicherer Konsistenz — das Holz konnte sogar zu feinem Pulver zerbröckelt werden —, sowie ferner in reduziertem spezifischem Gewicht.

Tinktionell zeigten die Zellwände in diesem Falle folgendes Verhalten. Sowie bei Behandlung mit Phloroglucin oder Permanganat, wie auch mit Anthocyan oder Fuchsin trat an denselben eine schwache Holzreaktion auf. Mit Anthocyan war doch diese kräftiger als mit den anderen Reagenzen. Trotz der durchgreifenden Zerstörung, die das Holz durch die Sekretion des Pilzes von holzlösendem Enzym, Hadromase (ЦЗАПЕК, II), erlitten hatte, war somit Verholzung noch bei demselben vorhanden. Bei Prüfung mit Chlorzinkjod erhielt ich keine deutliche Zellulosereaktion, sondern die Membranen färbten sich hierbei gelb, was bekanntlich auch auf Verholzung hindeutet.

<sup>1</sup> Siehe näher HERZBERG (I, 133; Taf. XXIII). — [Zusatz während des Druckes].



In diesem Falle hatte also die Auflösung der Holzsubstanz noch nicht zur Bildung reiner Zellulose geführt. Nach HARTIG (I, 166 ff.) kann man jedoch in Fichtenholz, das von *Trametes radiciperda* R. H. (*Polyporus annosus* FR.) angegriffen worden ist, mit Leichtigkeit wahrnehmen, wie sich die Hadromalzelluloseester verholzter Zellwände durch die energische Enzymwirkung von Hadromase auflöst und wie das Hadromal danach zerstört wird, so dass nur das reine Zellulosesubstrat übrig bleibt; schliesslich wird auch dieses durch von den Pilzhypphen sezernierte Zytase aufgelöst. Eine Untersuchung über das tinktionelle Verhalten derartigen Materials würde zweifellos von grossem Wert sein, doch habe ich eine solche noch nicht vornehmen können.

Die Anwendung der Anthocyanfärbung als Reaktion auf Verholzung habe ich ferner an quartärfossilen Pflanzenresten geprüft. Es schien mir überhaupt ein gewisses Interesse darzubieten, mit Holzreagenzen die in Torfmoorsedimenten eingebetteten Holzreste näher zu untersuchen. In bezug auf diese Frage ist zu erwähnen, dass GUNNAR ANDERSSON fossiles Torfmoorholz mit gewöhnlichen Ligninreagenzen geprüft und dabei Ergebnisse erhalten hat, die auf Verholzung hinweisen. »So ruft Phloroglucin [und Salzsäure] immer noch deutliche Purpurfärbung hervor, das Vorhandensein von Vanillin ankündend, ebenso Phenol und Salzsäure<sup>1</sup> Blaufärbung, infolge des Gehalts des Holzes an Coniferin.« Dieses Verhalten der Holzsubstanz, das für eine hochgradige Resistenz derselben spricht, steht in guter Übereinstimmung mit einigen Beobachtungen, die ich selbst bei meinen Untersuchungen gemacht habe.

Deutliche Reaktion auf Verholzung erhielt ich demnach an fossilem Holz sowohl mit Permanganat, als auch mit Anthocyan. Eine Verminderung betreffs der Intensität derselben nahm ich nicht wahr, gleich ob rezentes oder von Torfmooren herrühendes Holz zur Prüfung kam. Dagegen liess die Phloroglucinprobe in vielen Fällen sehr viel zu wünschen übrig, wenn das zur Untersuchung vorliegende Material den älteren Schichten der Torfmoore angehörte; an Holzmaterial, das aus Ablagerungen von der *Dryas*-Zeit herrührte, erhielt ich bei Untersuchung mit Phloroglucin-Salzsäure überhaupt keine Rotfärbung. Behandlung mit Anthocyan- oder Fuchsinlösung, wie auch mit MÄULE's Reagenz erzeugte dagegen noch immer deutliche Reaktion auf Verholzung. Das bei dieser Prüfung benutzte Material stellte *Betula nana* und *Salix polaris* von dem *Dryas*-führenden Süsswasserthlon dar, welcher von dem durch HOLST näher beschriebenen Fundorte für arktische Pflanzenreste bei Toppeladugård (Schonen) herrührte.

Wie aus der im Vorhergehenden gelieferten Übersicht über die Leistungen der Anthocyanreaktion hervorgeht, zeigen die Zellwände der Moose eine besondere Neigung, von Anthocyan gefärbt zu werden. Dieses dürfte doch nicht Verholzung zuzuschreiben sein, weil nach GJOKIC und CZAPEK (III) Verholzung ganz und gar

---

<sup>1</sup> In der Originalarbeit steht Salpetersäure, was doch ein Druckfehler zu sein scheint.



bei den Bryophyten fehlt. In sämtlichen Fällen, wo ich Zellwände von Moosen mit Phloroglucin und Salzsäure oder mit MÄULE's Reagenz näher prüfte, fiel das Ergebnis negativ aus. Erst bei der Gruppe der Pteridophyten tritt, wie LINSBAUER nachgewiesen hat, Vorholzung auf. Dass die Zellmembranen der Moose energisch Anthocyan speichern, dürfte, meiner Ansicht nach, auf den reichlichen Gehalt derselben an Gerbstoff (*Dicranum*-Gerbsäure, Sphagnol nach CZAPER [III, 363]) zurückzuführen sein. In dem Vorhergehenden habe ich schon gezeigt, dass gerade solche Substanzen das Anthocyan binden.

Aus der vorher mitgeteilten Tabelle geht auch hervor, dass bei einzelnen Pflanzen (z. B. bei *Tropaeolum majus*, *Cucurbita Pepo* und *Tradescantia zebrina*) nicht nur verholzte Membranen, sondern auch reine Zellulosewände (Collenchym) von Anthocyan tingiert werden<sup>1</sup>. Eine diesbezügliche Beobachtung ist schon von ROSANOFF hinsichtlich des Collenchymgewebes bei *Homalomena rubrum* erwähnt, und selbst habe ich schon früher ein derartiges Verhalten bei *Primula sinensis* gefunden. In bezug auf den Blattstiel dieser Pflanze habe ich in meiner Arbeit »Studien über Anthocyan« (GERTZ, I, 328) bemerkt, dass die zwei äussersten Zellschichten, zwischen denen die Wände collenchymatische Verdickungen zeigen, Anthocyan führen, welches in einigen Zellen eine blauviolette, der Regel nach jedoch hochrote Farbe besitzt. Lässt man Schnitte durch diese Zellen einige Minuten lang in Wasser liegen, färben sich die verdickten Wände von adsorbiertem Anthocyan kräftig violettrot. Ich habe auch beobachtet, dass dieselbe Färbung bei längerer Einwirkung von Alkohol an den betreffenden Zellen eintritt. Wenn man Schnitte in verdünnte Kalilauge überträgt, wird der Inhalt der anthocyanführenden Zellen grün mit einem Stich ins Blaue, und die collenchymatischen Wände zwischen den beiden äusseren Zellschichten adsorbieren mit besonderer Energie den Anthocyanfarbstoff.

Bei seinen Tinktionsversuchen mit *Myrtillus*-Anthocyan machte ferner LAVDOWSKY die Wahrnehmung, dass reine Zellulosewände bisweilen Anthocyan speichern können.

Es geht also aus dieser Untersuchung hervor, dass die Fähigkeit, mit Anthocyan tingiert zu werden, nicht eine den Wänden der Bastfasern und Xylemelemente ausschliesslich zukommende Eigenschaft darstellt. Ich habe doch stets wahrnehmen können, dass, wenn sich in den Präparaten sowohl Collenchym-, als auch Bast- und Holzzellen vorfinden, die Färbung der ersteren Elemente weniger kräftig und von einer anderen Nuance ist, als die der letzteren. Die Collenchymzellen färben sich blass rosarot, die Bastzellen nehmen eine leuchtend purpurrote Farbe an.

Mit dieser künstlich hervorgerufenen Tinktion der Zellwände mit Anthocyan steht offenbar diejenige Erscheinung in Zusammenhang, dass man das Anthocyan bei

<sup>1</sup> Eine deutliche Anthocyanfärbung der Zellulose erhielt ich auch bei *Rochea falcata*, wo sich die Wände der Blasenhaare lebhaft rot mit Anthocyan von *Perilla nankinensis*, *Coleus hybridus* und *Vitis vinifera* tingierten.

einzelnen Pflanzen normal an die Zellwände gebunden findet. Einige diesbezüglichen Beobachtungen habe ich schon in »Studien über Anthocyan« erwähnt, wo ich (I, S. XXXIII ff.) ohnedies hervorgehoben habe, dass eine Färbung dieser Art regelmässig bei der Gruppe *Bryophyta* (siehe ferner z. B. WARNSTORF, I, 309 ff.) vorkommt<sup>1</sup> und auch bei *Pteridophyta* — *Selaginella*- und *Lycopodium*-Arten —, sowie ausnahmsweise bei einigen angiospermen Pflanzen anzutreffen ist. Unter diesen Fällen will ich nur *Oncidium ampliatum* LINDL. erwähnen, deren Stengelknollen von dem in Epidermis und darunter liegenden Zellschichten sich befindenden Anthocyan rot marmoriert erscheinen. Der Farbstoff tritt als Infiltration in den mächtig verdickten, sklerotischen Zellwänden auf; so war konstant der Fall wenigstens bei den Individuen dieser Pflanze, welche ich in dem botanischen Garten zu München untersuchte. An Querschnitten waren die betreffenden Zellwände leuchtend karminrot; nur der dicken Cuticularschicht der Epidermis fehlte der Farbstoff. Dass Anthocyan in der Tat hier vorliegt, geht aus dem Verhalten dieses Farbstoffs zu Ammoniak hervor. In den farbigen Membranen treten nämlich dann in derselben Weise, wie es mit Anthocyanlösungen der Fall ist, sukzessive Farbumschläge in Grün und Gelb auf.

<sup>1</sup> Es ist selbstverständlich nicht von vornherein ausgeschlossen, dass rote, im Zellsafte gelöste Farbstoffe auch bei *Bryophyta* auftreten können. Jedenfalls erfordert jedoch folgende, von SCHOENAU (I, 260, Anmerk. 3) mitgeteilte Angabe Bestätigung: »So fand ich bei *Bryum pallens* einen im Zellsafte gelösten himbeerroten Farbstoff, der zusammen mit den Chlorophyllkörpern den Blättern ihre tiefbraunrote Farbe verleiht.«

Im allgemeinen scheinen die an Membranen gebundenen, roten Farbstoffe der Moose mit Säuren und Alkalien die für das Anthocyan typischen Farbenveränderungen zu zeigen. Besonders deutlich nahm ich dieselben bei der grell purpurroten Apophyse des Sporogoniums verschiedener *Splachnum*-Arten wahr.

Ähnliche Beobachtungen liegen bei PAUL vor. Dieser Forscher fand, dass viele Moose Rhizoiden von einem gewissen Alter an eine braune Farbe besitzen, die bald heller oder dunkler ist, bald ins Violette übergeht. Behandelt man diese braungefärbten Fäden mit konzentrierter Schwefelsäure, so tritt nach PAUL augenblicklich eine intensiv kirschrote Färbung ein, die um so dunkler ist, je kräftiger die braune Farbe der Rhizoiden ist. Selbst bei ganz jungen, nur eben schwach angehauchten Fäden stellt sich bei Zusatz von Schwefelsäure eine rote, wenn auch blasse Färbung ein. Letzteres konnte PAUL besonders schön an jungen Pflänzchen von *Splachnum ampullaceum* L. beobachten. Hierbei machte PAUL auch die Beobachtung, dass wenn er ein Präparat in Schwefelsäure einige Tage liegen liess, um zu sehen, ob die rote Farbe von Bestand wäre, dies auch der Fall war, aber die nicht gefärbten, also noch hyalinen Teile der jungen Rhizoiden vollständig aufgelöst worden waren, während die anderen unversehrt geblieben waren. Es scheint also, als ob der braune Farbstoff der Rhizoiden eine Begleiterscheinung der Widerstandsfähigkeit gegen starke Säuren — für Alkalien trifft dasselbe zu — ist. Es sind nach PAUL bisher nur zwei Moose bekannt, deren bräunliche Rhizoiden nicht in der eben beschriebenen Weise reagieren, nämlich *Ceratodon purpureus* BRID. und *Georgia pellucida* RABENH.; die Farbe ist hier auch ein mehr gelbes Braun. Wahrscheinlich handelt es sich bei den Rhizoiden dieser beiden Moose um einen ganz anderen Farbstoff. (PAUL, I, 237, 238).

Die beschriebene Reaktion mit Schwefelsäure erwähnt auch CORRENS (IV, 127) bei Gelegenheit der Besprechung der Brutkörper von *Orthotrichum Lyelli* HOOK et TAYL.

Es wäre von bedeutendem Interesse, die Natur der Rotfärbung bei den an *Mnium*-Blätter erinnernden Blattspreiten von *Hymenophyllum peltatum* zu untersuchen. Bei diesen Blättern tritt nämlich, wie ich mich bei Studium von Herbarmaterial habe überzeugen können, eine lebhaft rote Färbung auf. Möglich ist, dass in diesem Falle, ebenso wie bei einigen *Lycopodium*- und *Selaginella*-Arten, ein Übergang zu dem roten Membranfarbstoff der Moose vorliegt.

Inwiefern der rote Membranfarbstoff anderer hier erwähnten Pflanzen mit dem Anthocyan identisch ist, verdient näher untersucht zu werden. Bei einigen (z. B. bei *Selaginella*- und *Lycopodium*-Arten) deutet die Reaktion der farbigen Membranen mit Alkalihydraten auf andere Farbstoffe hin. (GERTZ, I, 6, 7).

Betreffs vitaler Anthocyanfärbung von Zellwänden seien noch folgende Angaben erwähnt. In einer Arbeit von KATIC wird somit mitgeteilt, dass die Membranen lebender Zellen bisweilen Anthocyan speichern, wenn der fragliche Farbstoff in besonders reichlicher Menge gebildet wird. KATIC (I, 54, 57) machte diese Beobachtung an kräftig anthocyanproduzierenden Blättern von *Elodea canadensis*, welche in Zuckerlösung kultiviert wurde. An basalen, roten Blattscheiden von *Kaempferia pandurata* ROXB. fand ich selbst, dass die Zellwände der den Gefässbündeln angehörenden Bastbelege rot tingiert waren.

Ich habe schon oben erwähnt, dass eine Anthocyanfärbung der Zellmembranen mit Leichtigkeit eintritt, wenn man anthocyanführende Zellen mit einem wasserentziehenden Mittel, in welchem das Anthocyan unlöslich ist, versetzt. Eine hierfür besonders geeignete Substanz stellt gewöhnlicher Äther dar. Schnitte durch die anthocyanführenden Blätter von z. B. *Begonia erecta* erhielten, kurze Zeit nachdem dieselben in Äther gebracht worden waren, rotgefärbte Zellwände.

In analoger Weise ist zweifellos die Färbung in einem von WIESNER (III, 251, 252) beschriebenen Falle zustande gekommen, wo die Zellwände der Samenhaare einiger *Gossypium*-Formen Anthocyan enthalten. Allem Anschein nach ist dieselbe beim Eintrocknen des Zellsaftes während der Fruchtreife an den betreffenden Membranen eingetreten. Die violettrote Färbung der Zellmembranen, welche CHATIN (I, 461; II, 286) in den Antherenwänden bei *Cyrtanthera*, *Anemone*, *Papaver* und *Tradescantia* wahrgenommen hat, dürfte auf dieselbe Weise entstanden sein.

Unsere Kenntnisse von der Histochemie der verholzten Zellwände sind, trotz der umfassenden Untersuchungen von chemischem, sowie auch von physiologischem Standpunkte aus, die verschiedene Forscher derselben gewidmet haben, noch ziemlich unvollständig, und die Ansichten streiten in bezug auf wichtige Punkte so stark gegen einander, dass es schwierig hält, gegenwärtig eine bestimmte Auffassung dieser Frage zu begründen. Die früher gehuldigte, zuerst von PAYEN geäußerte Ansicht, nach welcher die Zellwände des Holzes infolgedessen ihre spezifischen Eigenschaften erhalten, dass dieselben eine Mischung von Zellulose und gewissen, unter dem Kollektivbegriff Lignin zusammengefassten inkrustierenden Stoffen führen, dürfte jetzt nur noch ein historisches Interesse darbieten. Unsere gegenwärtige Auffassung von der chemischen Konstitution derselben gründet sich hauptsächlich auf die Untersuchungen von CZAPEK, GRAFE und KLASON. CZAPEK kam bekanntlich zu dem Resultat, dass die Verholzung von einer Esterverbindung herrührt, die die ursprüngliche Zellulose der Zellwände mit einem aldehydartigen, von CZAPEK als Hadromal bezeichneten Stoff aromatischer Konstitution — näher bestimmt einem 1-3-4-substituierten Benzolderivat — gebildet hat. Eine Spezialreaktion des betref-



fenden Hadromals soll nach CZAPEK in der bekannten Rotfärbung der Holzzellen mit Phloroglucin-Salzsäure vorliegen<sup>1</sup>.

Nach Untersuchungen von GRAFE scheint jedoch das CZAPEK'sche Hadromal kein chemisches Individuum darzustellen, sondern ein Gemisch verschiedenartiger Substanzen auszumachen, die sich bei der von CZAPEK benutzten Isolierungsmethode (Kochen von Holz mit konzentrierter Zinnchlorürlösung unter Druck) teils aus den Membranen der Holzzellen, teils aus den im Holze vorkommenden Harzstoffen abspalten. KLASON ist der Meinung, dass die Holzsubstanz den kolloidalen Stoffen nahe steht und dass sie weder als an die Zellulose gebunden, noch als ein Verwählungsprodukt derselben aufgefasst werden kann. (MOLISCH, III, 308).

Es ist jetzt von einem gewissen Interesse zu sehen, dass MÄULE's Reaktion mit Kaliumpermanganat, Salzsäure und Ammoniak in einzelnen Fällen unverkennbare, auf Verholzung hindeutende Ausschläge ergibt, während Phloroglucin und Salzsäure keine oder eine nur undeutliche Reaktion auf Verholzung erzeugt, und dass anderseits MÄULE's Reagenz bisweilen das Nichtvorhandensein von Verholzung aufweist, obgleich die betreffenden Zellwände sich mit Phloroglucin und Salzsäure kräftig rot färben. Das erstere ist nach AISSLINGER mit den Bastzellen bei *Anamirta Cocculus* und *Erythrina lithosperma* der Fall, und nach TUNMANN zeigen auch die Bastzellen einiger anderen Pflanzen dieses Verhalten. Den letzteren Fall dagegen, dass Permanganat eine Reaktion auf Verholzung erzeugt, während die Phloroglucinreaktion versagt, haben MÄULE und FABER an den Endodermiszellen bei *Hippuris vulgaris*, den Korkzellen bei *Quercus*, den Hydathoden bei *Anamirta Cocculus* und den Bastzellen bei *Boehmeria platyphylla* nachgewiesen. Über diese Fälle hinaus, in denen somit keine Kongruenz zwischen den Wirkungssphären der Phloroglucin- und der Kaliumpermanganatreaktion vorliegt, könnten noch einige anderen von den oben erwähnten Beobachtungen angeführt werden. Ich weise nur auf meine Untersuchungen über *Monstera deliciosa*, *Vanda suavis*, *Olea europaea* und *Hoya carnosae* hin.

Ein näherer Vergleich zwischen der MÄULE'schen Permanganat- und der WIESNER'schen Phloroglucinreaktion führte FABER zu der Auffassung, dass die Reaktion von MÄULE zum Nachweis von Verholzung zuverlässiger sei, als die Phloroglucinprobe. Nach GRAFE soll jedoch diese Ansicht nicht hinreichend begründet sein. GRAFE findet es auch ohnehin unsicher, ob MÄULE's Reaktion in der Tat in solchen Fällen eintritt, wo die Phloroglucinreaktion ein negatives Ergebnis erzeugt. Wie meine Untersuchungen über *Monstera*, *Vanda*, *Olea* und *Hoya* ergeben haben, ist es gleichwohl endgültig festgestellt worden, dass den beiden fraglichen Reaktionen eine verschiedene Wirkungssphäre zukommt.

Die Differenzen, die somit bezüglich der Phloroglucin- und der Permanganatreaktion bestehen, sind in gewissem Grade durch die Untersuchungen von LAMAR-

<sup>1</sup> Über die Verholzung und dieser sich anschliessende Fragen betreffs der Struktur und der chemischen Konstitution der pflanzlichen Zellwand vergleiche auch die diesbezüglichen, in dem Litteraturverzeichnis angeführten Arbeiten von CORRENS (II), CZAPEK (IV), JANSE, KÖNIG und RUMP, MIKOSCH, RAIMANN, RICHTER, SCHELLENBERG, WIESNER (III, 40).



LIÈRE erklärt worden. Weil offenbar das Kaliumpermanganat in der MÄULE'schen Reaktion oxydierend wirkt und in dieser seiner Eigenschaft, wie LAMARLIÈRE hat nachweisen können, durch andere Oxydationsmittel, wie rauchende Salpetersäure, Kaliumhypochlorit oder Chromsäure, ersetzt werden kann, ist nach LAMARLIÈRE anzunehmen, dass sich die Permanganatreaktion auf das Entstehen von sogenanntem Ligninoxid gründet, während die Phloroglucinreaktion an das Vorhandensein von Lignin (Hadromal) gebunden ist.

Es geht aus der Auseinandersetzung, die ich in dem Vorhergehenden über die Wirkungssphäre der Anthocyanreaktion mitgeteilt habe, deutlich hervor, dass kein hinreichender Grund vorliegt, sei es in dem Hadromal, oder in der Zellulose, den Träger der betreffenden Reaktion zu sehen. Denn man sollte dann im ersten Falle erwarten, dass diejenigen Elemente, die, nach der Phloroglucinreaktion zu beurteilen, am reichlichsten Hadromal enthalten, auch die kräftigste Anthocyanfärbung erhielten. Dieses ist jedoch nicht der Fall. Wenn wir von den primären Xylem-elementen absehen, deren Anthocyanfärbung im allgemeinen undeutlich ist, kann man als Stütze für diese Auffassung auf die Verschiedenheiten hinweisen, die sich zwischen der Phloroglucin- und der Anthocyanreaktion in den drei Fällen *Fagus silvatica*, *Pyrus communis* und *Vanda suavis* äussern, wo nämlich gerade die am stärksten verholzten und sklerifizierten Elemente keine oder nur geringe Anthocyan-tinktion zeigen.

Es geht auch aus der ausführlichen Zusammenstellung meiner Versuchsergebnisse hervor, dass so gut wie reine Zellulosemembranen sich der Regel nach nicht mit Anthocyan tingieren (abgesehen von z. B. *Primula sinensis*, *Tradescantia zebrina*, *Tropaeolum majus* und *Cucurbita Pepo*, wo jedoch die Färbung verhältnismässig gering war und sich immer durch Auswaschen entfernen liess, ohne dass diejenigen Elemente, die sich mit Anthocyan spezifisch färben, eine geschwächte Färbung zeigten). Es liegt also auch kein Grund vor, den zelluloseartigen Komponenten verholzter Zellwände als Träger der Anthocyanfärbung anzusehen.

Wie schon oben angedeutet, herrscht eine unverkennbare Übereinstimmung mit der Anthocyanreaktion, in bezug auf die Verbreitung und den Wirkungskreis derselben, bei Holzreaktionen anderer Art, nämlich bei den Tinktionen verholzter Zellwände mit Fuchsin (VAN TIEGHEM, BERTHOLD), Jodgrün (LAMARLIÈRE) und gewissen anderen Farbstoffen. Vor allem das Fuchsin macht, wie schon VAN TIEGHEM und BERTHOLD nachgewiesen haben, ein spezifisches Holzfärbungsmittel aus, das sowohl die Gefässe, als auch überhaupt verholzte Elemente tingiert, übrige Zellelemente dagegen intakt lässt. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang, dass die Tinktion mit Fuchsin auch dann eintritt, wenn das Lignin (Hadromal) bei Behandlung mit Kaliumchlorat und Salpetersäure zerstört worden ist. Nach meinen eigenen Untersuchungen ist dies auch der Fall, wenn die Holzsubstanz durch Natriumbisulfit inaktiviert oder durch Hydroxylaminsalze in eine aldoximartige Verbindung übergeführt worden ist. In diesen beiden Fällen tritt auch, wie ich habe nachweisen können, die Anthocyanreaktion ungeschwächt ein. Ich will an dieser Stelle daneben

an die oben beschriebene Beobachtung erinnern, dass quartärfossiles, von den Ablagerungen der *Dryas* Zeit herrührendes Holz nicht von Phloroglucin und Salzsäure gefärbt wird, aber trotzdem sowohl von Anthocyan-, als auch von Fuchsinlösungen kräftig tingiert wird. Ich habe mich ferner davon überzeugt, dass auch die Kaliumpermanganatreaktion an dem betreffenden Holzmaterial eintritt, eine Beobachtung, die vielleicht noch entschiedener als die vorher angeführten auf von einander unabhängige Ursachen zu der Phloroglucinprobe und der Permanganatreaktion hindeutet.

Man hat die Vermutung geäußert, dass die den Holzzellen zukommende Fähigkeit, spezielle Farbstoffe zu speichern, auf den Gehalt derselben an stickstoffhaltige Substanzen, oder auch auf deren Inhalt von Pektinstoffen und Hemizellulosen zurückzuführen ist. So erklärt LAMARLIÈRE die Färbung der Holzzellen mit Jodgrün und ammoniakalischer Fuchsinlösung als eine Wirkung der in denselben vorkommenden stickstoffhaltigen Stoffe. Die Ansicht ferner, dass Hemizellulose oder Pektin die Träger dieser Tinktionen ausmachen, ist von DEVAUX näher begründet und entwickelt worden.

Was den Pektingehalt als Ursache der Fähigkeit der Holzzellen, Anthocyan zu speichern, betrifft, so verdient zuerst darauf hingewiesen zu werden, dass das Pektin in seiner reinsten Form reichlich in jungen, kräftig wachsenden Zellen auftritt, deren sogenannte Mittellamelle Pektin enthält. Es wäre dann zu erwarten, dass an den Wänden junger Zellen die kräftigste Anthocyanfärbung eintrete und vor allem dass sich die Mittellamellen im allgemeinen intensiver färben, als die übrigen Schichten der Zellwände. Da dieses tatsächlich nicht zutrifft und da die letzten Forscher, die in bezug hierauf Untersuchungen angestellt haben (CZAPEK, III), in entschiedener Weise verneinen, Pektin trete als Bestandteil verholzter Zellwände auf, dürfte die Auffassung, diesen Stoff als Träger der Anthocyanfärbung verholzter Zellen anzusehen, wenig begründet sein.

Ebenso wenig kann ich hinsichtlich der Beobachtungen, die ich angestellt habe, mich auf einige Tatsachen berufen, die diejenige Auffassung bestärken, dass stickstoffhaltige, an die Wände der Holzzellen gebundene Stoffe beim Speichern des Anthocyans eine Rolle spielen.

Was schliesslich die als Hemizellulosen zusammengefassten Polysaccharide anlangt, Verbindungen, die bekanntlich von verdünnten Säuren mit Leichtigkeit hydrolysiert werden und dabei Mannose, Galaktose, Xylose und gewisse andere Monosaccharide liefern, so sind bei einer grossen Anzahl von Pflanzen Stoffe dieser Art mit Sicherheit sowohl in Libriformzellen, als auch in Bastfasern nachgewiesen worden (SCHELLENBERG, TUNMANN). Gerade diese Elemente besitzen ja die Fähigkeit sehr ausgeprägt, mit Anthocyan gefärbt zu werden. Vielleicht ist die Anthocyanreaktion verholzter Zellen ihrem Gehalt an Xylan, einem Derivat von Hemizellulose, zurückzuführen. Bei *Prunus*, *Tilia* und noch einigen anderen Pflanzen habe ich nämlich beobachtet, dass die schleimigen Sekrete, die von den schleimverwandten Zellwänden herrühren, Anthocyan aufnehmen und auch nach Auswaschung

eine leuchtend rote Tinktion aufweisen. Schon HEINRICHER hat übrigens versucht, die Fuchsinfärbung verholzter Zellen auf die Xylangehalt derselben zurückzuführen.

Doch sind nicht sämtliche Arten von Hemizellulosen als Träger der Anthocyanreaktion an Holzzellen in Anspruch zu nehmen. So z. B. färben sich nicht die kräftig verdickten, aus Hemizellulosen bestehenden Zellwände im Endosperm von *Strychnos nux vomica* und *Phoenix dactylifera* mit Anthocyan aus *Perilla nankinensis*, *Coleus* und *Begonia erecta*. Nur wenn die Anthocyanlösungen stark konzentriert waren und eine besonders ausgeprägte Färbbarkeit besaßen, erhielt ich bei *Strychnos* eine Färbung der betreffenden Zellwände; hierbei waren die Mittellamellen am wenigsten tingiert<sup>1</sup>.

Die verschleimten Zellwände in der Blattepidermis bei *Erica carnea* blieben bei Behandlung mit Anthocyan aus *Vitis vinifera* ungefärbt. Dagegen wurde der Schleiminhalt in den Wurzelknollen von *Platanthera chlorantha* (siehe BIRGER, I) von Anthocyan sowohl aus *Perilla nankinensis*, als auch aus *Vitis vinifera*, *Begonia erecta* und *Viburnum Opulus* besonders schön tingiert. Eine schwache, aber noch deutliche Färbung zeigte mit *Vitis*-Anthocyan der Schleim in den Blättern von *Aloë succotrina*.

Im Zusammenhang mit dieser Frage widmete ich dem in den Schleimgängen des Blattes bei *Ceratozamia* (HABERLANDT, I, 440) vorkommenden Sekret eine nähere Prüfung. Querschnitte, die 24 Stunden lang mit Anthocyanlösung aus *Ligustrum vulgare* behandelt worden waren, zeigten eine intensive Rotfärbung dieses Inhalts. An einzelnen Schnitten füllte das Sekret die Behälter vollständig aus, an anderen trat es als eine dünne, lebhaft rote Bekleidung längs der ungefärbten Wände auf. Bei Auswaschung mit Wasser behielt der Inhalt der Schleimzellen seine Tinktion bei. Denselben Erfolg hatten meine Färbungsversuche an den betreffenden Elementen mit Anthocyan von *Begonia Scharffiana* und *Croton interruptum*. Die Färbung wurde in gewöhnlicher Weise durch Ausfällung mit Bleiacetatlösung fixiert.

Abgesehen davon, dass die erwähnten Schleimarten heterogenen Ursprungs sind und wenigstens in einzelnen Fällen nichts mit den Hemizellulosen gemein haben, sind die Gründe, die für einen Zusammenhang zwischen der Anthocyanfärbung der Bastfasern und einzelner Holzzellen und dem Gehalt dieser Elemente an Hemizellulosen sprechen, noch nicht hinreichend festgestellt. Jedenfalls dürfte die Färbung mit Anthocyan von physikalischer Natur sein und die Reaktion somit auf nicht näher bekannte, an spezielle Strukturverhältnisse gebundene Adsorptionsercheinungen zurückzuführen. Dieses hindert doch nicht, dass sich in dieser Färbung vielleicht eine Wirkung gewisser, in den Wänden vorkommender Substanzen steckt. Es ist nämlich eine bemerkenswerte Tatsache, dass Einlagerungen von an und für sich nicht färbbaren Stoffen in einzelnen Fällen einer untingierbaren Substanz die Fähigkeit verleihen kann, Farbstoffe zu speichern. Ein solcher Fall wird von SCHWARZ (II, 3) erwähnt, welcher den Nachweis lieferte, dass Gelatinegallerte, die nicht Anilinfarbstoffe aufnehmen können, von diesen lebhaft gefärbt werden, wenn man in denselben Zucker auflöst.

<sup>1</sup> Das in den Zellwänden des Endosperms bei *Tropaeolum majus* vorkommende Amyloid blieb bei Behandlung mit Anthocyan aus *Coleus Verschoffeltii* und *Perilla nankinensis* ungefärbt.



## Litteratur.

- AISSLINGER, H., Beiträge zur Kenntnis wenig bekannter Pflanzenfasern. Inaugural-Dissertation. Zürich 1907.
- ANDERSSON, G., Studier öfver Finlands torfmossar och fossila kvartärflora. [Studien über die Torfmoore und die fossile Quartär-Flora Finnlands.] (Bulletin de la Commission Géologique de Finlande. N:o 8. Helsingfors 1898.)
- ARESCHOUG, F. W. C., Jemförande undersökningar öfver bladets anatomi. [Vergleichende Untersuchungen über die Anatomie des Blattes.] (Kongl. Fysiografiska Sällskapets i Lund Minneskrift. Lund 1878.)
- DE BARY, A., Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877.
- BERTHOLD, G., Studien über Protoplasmamechanik. Leipzig 1886.
- BIRGER, S., Om Tuber Salep. Om Saleprötternas stamceller. [Über Tuber Salep. Über die Schleimzellen der Salep-Wurzeln.] (Arkiv för botanik. Band 6. N:r 13. Uppsala & Stockholm 1907.)
- BORSCHOW, E., Notiz über den Polychroismus einer alkoholischen Cyaninlösung. (Botanische Zeitung. Dreiunddreissigster Jahrgang. 1875. p. 351.)
- BURGERSTEIN, A., Untersuchungen über das Vorkommen und die Entstehung des Holzstoffes in den Geweben der Pflanzen. (Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. LXX. Band. I. Abtheilung. Wien 1875. p. 338.)
- CARNOY, I. B., La biologie cellulaire. Étude comparée de la cellule dans les deux règnes. Lierre 1884.
- CHATIN, A., (I) Recherches sur le développement, la structure et les fonctions des tissus de l'anthère. (Bulletin de la Société botanique de France. Tome dixième. Paris 1863. pp. 281.)
- , (II) De l'anthère. Recherches sur le développement, la structure et les fonctions de ses tissus. Paris 1870.
- CLAUDIUS, M., Ueber die Anwendung einiger gewöhnlichen Pflanzenfarbstoffe in der mikroskopischen Färbungstechnik. (Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Zweite Abtheilung. V. Band. Jena 1899. p. 579.)
- CORRENS, C. E., (I) Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der extranuptialen Nectarien von *Dioscorea*. (Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der k. Akademie der Wissenschaften. XCVII. Band. I. Abtheilung. Jahrgang 1888. Wien 1889. p. 651.)
- , (II) Ueber die vegetabilische Zellmembran. Eine Kritik der Anschauungen Wiesner's. (PRINGSHEIM's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Sechszwanzigster Band. Berlin 1894. p. 587.)
- , (III) Bastarde zwischen Maisrassen, mit besonderer Berücksichtigung der Xenien. (Bibliotheca Botanica. Band X. Heft. 53. Stuttgart 1901.)
- , (IV) Untersuchungen über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane und Stecklinge. Jena 1899.
- CZAPEK, F., (I) Ueber die sogenannten Ligninreactionen des Holzes. (HOPPE-SEYLER's Zeitschrift für physiologische Chemie. Siebenundzwanzigster Band. Strassburg 1899. p. 141.)
- , (II) Zur Biologie der holzbewohnenden Pilze. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band XVII. Berlin 1899. p. 166.)



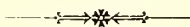
- CZAJEK, F., (III) Zur Chemie der Zellmembranen bei den Laub- und Lebermoosen. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. 86. Band. Marburg 1899. p. 360.)
- , (IV) Biochemie der Pflanzen. Erster Band. Jena 1905.
- CZARTKOWSKI, A., Anthocyanbildung und Aschenbestandteile. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Zweihunddreissigster Jahrgang. Berlin 1914. p. 407.)
- DEVAUX, H., Pectose des parois cellulaires et la nature de la lamelle moyenne. (Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux. Volume LVIII. Bordeaux 1903. p. LXIV.)
- ECKERLIN, Ueber die Verwendung des Rotkohlfarbstoffes als Indikator in der Chemie. (Mitteilungen aus der königlichen Landesanstalt für Wasserhygiene. Heft 20. Berlin 1915. p. 58.)
- ENGLER, A., Syllabus der Pflanzenfamilien. Vierte Auflage. Berlin 1904.
- FABER, F. C. VON, Zur Verholzungsfrage. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band XXII. Berlin 1904. p. 177.)
- FISCHER, A., (I) Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bakterien. Jena 1897.
- , (II) Fixirung, Färbung und Bau des Protoplasmas. Kritische Untersuchungen über Technik und Theorie in der neueren Zellforschung. Jena 1899.
- FITTING, H., Über eigenartige Farbänderungen von Blüten und Blütenfarbstoffen. (Zeitschrift für Botanik. Vierter Jahrgang. Jena 1912. p. 81.)
- FLESCII, M., Notiz über die Anwendung des Farbstoffes des Rothkohls in der Histologie. (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und für mikroskopische Technik. I. 1884. p. 253.)
- FOL, H., Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie. 1. Lieferung. Die mikroskopisch-anatomische Technik. Leipzig 1884.
- GERTZ, O., (I) Studier öfver anthocyan. [Studien über Anthocyan.] Akademisk afhandling. Lund 1906.
- , (II) Några iakttagelser öfver anthocyanbildning i blad vid sockerkultur. [Einige Beobachtungen über Anthocyanbildung in Blättern bei Zuckerkultur.] (Arkiv för botanik. Band 11. Nr 6. Uppsala & Stockholm 1912.)
- , (III) Nya iakttagelser öfver anthocyanroppar. [Neue Beobachtungen über Anthocyankörper.] (Svensk botanisk tidskrift. Band 8. Stockholm 1914. p. 405.)
- GIERKE, H., Färberei zu mikroskopischen Zwecken. (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und für mikroskopische Technik. I. 1884. p. 162.)
- GJOKIC, G., Ueber die chemische Beschaffenheit der Zellhäute bei den Moosen. (Österreichische botanische Zeitschrift. XLV. Jahrgang. Wien 1895. p. 330.)
- GRAFE, V., (I) Untersuchungen über die Holzsubstanz vom chemisch-physiologischen Standpunkte. (Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. CXIII. Band. Abteilung I. Wien 1904. p. 253.)
- , (II) Eine neue Reihe von Holzreaktionen. (Österreichische botanische Zeitschrift. LV. Jahrgang. Wien 1905. p. 174.)
- HABERLANDT, G., Physiologische Pflanzenanatomie. Zweite Auflage. Leipzig 1896.
- HALLIER, E., Phytopathologie. Leipzig 1863.
- HANSEN, A., Die Farbstoffe der Blüthen und Früchte. Würzburg 1884.
- HARTIG, R., Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten. Für Botaniker, Forstleute, Landwirthe und Gärtner. Berlin 1900.
- HARTIG, TH., (I) Chlorogen. (Botanische Zeitung. Zwölfter Jahrgang 1854. Berlin. p. 553.)
- , (II) Ueber das Verfahren bei Behandlung des Zellkerns mit Farbstoffen. (Botanische Zeitung. Zwölfter Jahrgang 1854. Berlin. p. 877.)
- , (III) Ueber das Verhalten des Zellkerns bei der Zellbrut-Entwicklung. (Botanische Zeitung. Dreizehnter Jahrgang. Berlin 1855. p. 161.)
- , (IV) Weitere Mittheilungen, das Klebermehl (Aleuron) betreffend. (Botanische Zeitung. Vierzehnter Jahrgang 1856. Leipzig. pp. 257, 273, 297, 313, 329.)
- , (V) Entwicklungsgeschichte des Pflanzenkeims, dessen Stoffbildung und Stoffwandlung während der Vorgänge des Reifens und des Keimens. Für Pflanzenbau und Pflanzenchemie. Leipzig 1858.
- , (VI) Ueber die Bewegung des Saftes in den Holzpflanzen. (Botanische Zeitung. Zwanzigster Jahrgang 1862. Leipzig. pp. 73, 81, 89, 97, 105.) \*
- HEINRICHER, E., (I) Zur Biologie der Gattung Impatiens. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. LXXI. Jahrgang. Regensburg 1888. pp. 163, 179.)

- HEINRICHER, E., (II) Ist das Congoroth als Reagenz auf Cellulose brauchbar? (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und für mikroskopische Technik. Band V. Braunschweig 1888. p. 343.)
- HERZBERG, W., Papierprüfung. Eine Anleitung zum Untersuchen von Papier. Vierte Auflage. Berlin 1915.
- HÖHNEL, F. VON, Histochemische Untersuchung über das Xylophilin und das Coniferin. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. I. Abtheilung. LXXVI. Band. Wien 1877. p. 633.)
- HOLST, N. O., De sen glaciala lagren vid Toppeladugård. [Die spätglazialen Schichten bei Toppeladugård.] (Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar. Band 28. 1906. p. 55.)
- INGVARSON, F., Om drivveden i norra Ishafvet. [Über die Treibhölzer des nördlichen Eismeeress.] (Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bandet 37. Nr 1. Stockholm 1903.)
- JANSE, J. M., Sur une maladie des racines de l'Erythrina. (Annales du jardin botanique de Buitenzorg. Volume XX. Leide 1906. p. 153.)
- KARZEL, R., Die Verholzung der Spaltöffnungen bei Cycadeen. (WIESNER-Festschrift. Wien 1908. p. 510.)
- KATIC, D. L., Beitrag zur Kenntniss der Bildung des roten Farbstoffs (Anthocyan) in vegetativen Organen der Phanerogamen. Inaugural-Dissertation. Halle a. S. 1905.
- KLASON, N. P., Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Fichtenholzes. Berlin 1911.
- KLEMM, P., Desorganisationerscheinungen der Zelle. (PRINGSHEIM's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Achtundzwanzigster Band. Berlin 1895. p. 627.)
- KOLKWITZ, R., Pflanzenphysiologie. Versuche und Beobachtungen an höheren und niederen Pflanzen, einschliesslich Bakteriologie und Hydrobiologie mit Planktonkunde. Jena 1914.
- KÖNIG, J., (I) Die Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe. Dritte Auflage. Berlin 1906.
- , (II) RUMP, E., Chemie und Struktur der Pflanzen-Zellmembran. Berlin 1914.
- KRAUS, G., Ueber den Siebröhreninhalt von Cucurbita. (Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft in Halle. 1884. p. 9.)
- KÜHNE, W., Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig 1864.
- GÉNEAU DE LAMARLIERE, L., Recherches sur quelques réactions des membranes lignifiées. (Revue générale de Botanique. Tome quinzisième. Paris 1903. pp. 149, 221.)
- LAVDOWSKY, M., Myrtillus, ein neues Tinctiionsmittel für thierische und pflanzliche Gewebe. (Archiv für mikroskopische Anatomie. Dreiundzwanzigster Band. Bonn 1884. p. 506.)
- LEE, A. B. & MAYER, P., Grundzüge der mikroskopischen Technik. Dritte Auflage. Berlin 1907.
- LEMAIRE, A., De la signification de quelques membranes épidermiques. (Annales des sciences naturelles. Sixième série. Botanique. Tome XV. Paris 1883. p. 297.)
- LIERAU, M., Über die Wurzeln der Araceen. (ENGLER's Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie. Neunter Band. Leipzig 1888. p. 1.)
- LIDFORSS, B., (I) Studier öfver elaiosferer i örtbladens mesofyll och epidermis. Akademisk afhandling. [Studien über Elaiosphaeren im Mesophyll und in der Epidermis der Laubblätter.] (Kongl. Fysiografiska Sällskapets i Lund Handlingar. Ny följd. Band 4. Lund 1893.)
- , (II) Ueber kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatophoren. (Kongl. Fysiografiska Sällskapets i Lund Handlingar. Ny följd. Band 19. Nr 1. Lund 1903.)
- LINSBAUER, K., Zur Verbreitung des Lignins bei Gefässkryptogamen. (Österreichische botanische Zeitschrift. XLIX. Jahrgang. Wien 1899. p. 317.)
- LÖWSCHIN, A. M., Zur Frage über die Bildung des Anthocyans in Blättern der Rose. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Zweiunddreissigster Jahrgang. Berlin 1914. p. 386.)
- LUNDEGÅRDH, H., Fixierung, Färbung und Nomenklatur der Kernstrukturen. Ein Beitrag zur Theorie der zytologischen Methodik. (Archiv für mikroskopische Anatomie. Band 80. Abteilung I. Bonn 1912. p. 223.)
- MASCHKE, O., (I) Pigmentlösung als Reagenz bei mikroskopisch-physiologischen Untersuchungen. (Botanische Zeitung. Siebenzehnter Jahrgang. Leipzig 1859. p. 21.)
- MASCHKE, O., (II) Ueber einige Metamorphosen in den Zellen der reifenden Frucht von *Solanum nigrum*. (Botanische Zeitung. Siebenzehnter Jahrgang. Leipzig 1859. pp. 193, 201.)
- MÄULE, C., Das Verhalten verholzter Membranen gegen Kaliumpermanganat, eine Holzreaktion

- neuer Art. (Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik von M. FÜNFSTÜCK. Band IV. Heft 2. Stuttgart 1901. p. 166.)
- MAYER, P. Siehe LEE.
- MEYER, A., Kritik der Ansichten von Frank Schwarz über die alkalische Reaction des Protoplasmas. (Botanische Zeitung. Achtundvierzigster Jahrgang. Leipzig 1890. p. 234.)
- MIKOSCH, K., Untersuchungen über die Entstehung des Kirschgummis. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. CXV. Band. Abteilung I. Wien 1906. p. 911.)
- MOLISCH, H., (I) Ueber den Farbenwechsel anthokyanhaltiger Blätter bei rasch eintretendem Tode. (Botanische Zeitung. Siebenundvierzigster Jahrgang. Leipzig 1889. p. 17.)
- , (II) Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. Jena 1897.
- , (III) Mikrochemie der Pflanzen. Jena 1913.
- NÄGELI, C., (I) & CRAMER, C., Pflanzenphysiologische Untersuchungen. 1. Heft. Zürich 1855.
- , (II) Beiträge zur näheren Kenntniss der Stärkegruppe in chemischer und physiologischer Beziehung. Leipzig 1874.
- , (III) & SCHWENDENER, L., Das Mikroskop. Theorie und Anwendung desselben. Zweite Auflage. Leipzig 1877.
- NICKEL, E., Die Farbenreactionen der Kohlenstoffverbindungen. Zweite Auflage. Berlin 1890.
- NIGGL, M., Das Indol ein Reagenz auf verholzte Membranen. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. LXIV. Jahrgang. Regensburg 1881. pp. 545, 561.)
- PAUL, H., Beiträge zur Biologie der Laubmoosrhizoiden. (ENGLER's Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie. Zweiunddreissigster Band. Leipzig 1903. p. 231.)
- PELLAGRI, G., (I) Sull' uso della fillocianina come reattivo. (Gazzetta chimica italiana. Anno VI, Vol. VI. Palermo 1876. p. 35.)
- , (II) Empfindlichkeit der Lakmus und anderer Blumenfarbstoffe. (Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin. Neunter Jahrgang. 1876. p. 344.)
- PFEFFER, W., (I) Untersuchungen über die Proteinkörner und die Bedeutung des Asparagins beim Keimen der Pflanzen. (PRINGSHEIM's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Achter Band. Leipzig 1872. p. 429.)
- , (II) Osmotische Untersuchungen. Leipzig 1877.
- PORTHEIM, L. VON, Über den Einfluss von Temperatur und Licht auf die Färbung des Anthokyans. (Biologische Versuchsanstalt der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. Botanische Abteilung. Nr. 8.) — Referat: Österreichische botanische Zeitschrift. LXIV. Jahrgang. Wien 1914. p. 428.
- RAIMANN, R., Über unverholzte Elemente in der innersten Xylemzone der Dicotyledonen. (Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. XCVIII. Band. Abtheilung I. Wien 1890. p. 40.)
- RICHTER, O., Die Fortschritte der botanischen Mikrochemie seit Zimmermanns »Botanischer Mikrotechnik«. (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und für mikroskopische Technik. Band XXII. Leipzig 1905. pp. 194, 369.)
- ROSANOFF, S., Zur Morphologie der Pflanzenfarbstoffe. (Botanische Zeitung. Achtundzwanzigster Jahrgang. Leipzig 1870. p. 720.)
- SACHS, J., Lehrbuch der Botanik nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft. Dritte Auflage. Leipzig 1873.
- SCHELLENBERG, H., (I) Beiträge zur Kenntniss der verholzten Zellmembran. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Neunundzwanzigster Band. Berlin 1896. p. 237.)
- , (II) Untersuchungen über das Verhalten einiger Pilze gegen Hemizellulosen. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. Achtundneunzigster Band. Jena 1908. p. 257.)
- SCHOENAU, K. VON, Laubmoosstudien I. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. 105. Band. Jena 1913. p. 246.)
- SCHWARZ, FR., (I) Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des pflanzlichen Zellkerns nach der Teilung. (COHN's Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Viertes Band. Breslau 1887. p. 79.)
- , (II) Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas. (COHN's Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Fünfter Band. Breslau 1892. p. 1.)



- SELIWANOFF, Ueber Holzstoff und seine Reaktionen. (Petersburger Naturforschergesellschaft. V. Botanik. XX. 1889.) — Referat in Botanischem Centralblatt. Band 45. 1891. p. 279.
- SPIESS, K. VON, Ueber die Farbstoffe des Aleuron. (Österreichische botanische Zeitschrift. LIV. Jahrgang. Wien 1904. p. 440.)
- STRASBURGER, E., Das botanische Praktikum. Fünfte Auflage, bearbeitet von M. KOERNICKE. Jena 1913.
- TAIT, L., On the freezing process for section-cutting and on various methods of staining and mounting sections. (The Journal of Anatomy and Physiology. Volume IX. 1875. p. 250.)
- TIEGHEM, PH. VAN, (I) Recherches sur la structure des Aroidées. (Annales des sciences naturelles. Cinquième série. Botanique. VI. Paris 1866. p. 72.)
- , (II) & DOULIOT, H., Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes dans les plantes vasculaires. (Annales des sciences naturelles. Septième série. Tome huitième. Paris 1888. p. 1.)
- TRÉCUL, A., Des formations vésiculaires dans les cellules végétales. (Annales des sciences naturelles. Quatrième série. Tome X. Paris 1858. p. 127.)
- TSCHIRCH, A., Beiträge zur Kenntniss des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen. (PRINGSHEIM's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Sechszehnter Band. Berlin 1885. p. 303.)
- TSWETT, M., Zur Kenntnis des »vegetabilischen Chamäleons«. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band 32. Berlin 1914. p. 61.)
- TUNMANN, O., Pflanzenmikrochemie. Ein Hilfsbuch beim mikrochemischen Studium pflanzlicher Objekte. Berlin 1913.
- UNGER, FR., (I) Ueber Aufnahme von Farbstoffen bei Pflanzen. (Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Erster Band. Wien 1850.)
- , (II) Nachträgliches zu den Versuchen über Aufsaugung von Farbstoffen durch lebende Pflanzen. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Zehnter Band. Wien 1853. p. 117.)
- , (III) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pflanzen. XV. Weitere Untersuchungen über die Bewegung des Pflanzensaftes. (Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. LVIII. Band. I. Abtheilung. Wien 1868. p. 392.)
- DE VRIES, H., (I) Sur la perméabilité du protoplasma des betteraves rouges. (Archives Néerlandaises. Tome VI. 1871.)
- , (II) Plasmolytische Studien über die Wand der Vacuolen. (PRINGSHEIM's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Sechszehnter Band. Berlin 1885. p. 465.)
- WARMING, E., Handbuch der systematischen Botanik. Zweite Auflage von M. MÖBIUS. Berlin 1902.
- WARNSTORF, C., Leber- und Torfmoose. Leipzig 1903. (Kryptogamenflora der Mark Brandenburg und angrenzender Gebiete. Erster Band.)
- WEIGERT, L., Beiträge zur Chemie der rothen Pflanzenfarbstoffe. (Jahresbericht und Programm der k. k. önologischen und pomologischen Lehranstalt in Klosterneuburg. Wien 1895.)
- WEISS, G. A., Anatomie der Pflanzen. Wien 1878.
- WIESNER, J., (I) Note über das Verhalten des Phloroglucins und einiger verwandter Körper zur verholzten Zellmembran. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. LXXVII. Band. I. Abtheilung. Wien 1878. p. 60.)
- , (II) Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Vierte Auflage. Wien 1898.
- , (III) Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Zweite Auflage. Leipzig 1900—1903.
- WILLSTÄTTER, R., Untersuchungen über die Anthocyane. I—X. (LIEBIG's Annalen der Chemie. Band 401 & 408. Leipzig 1913 & 1915.)
- ZACHARIAS, E., Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas von Dr. Frank Schwarz. Referat. (Botanische Zeitung. Fünfundvierzigster Jahrgang. Leipzig 1887. p. 576.)
- ZIMMERMANN, A., (I) Die botanische Mikrotechnik. Tübingen 1892.
- , (II) Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes. Eine kritische Litteraturstudie. Jena 1896.







ÜBER  
DIE ORGANISATION, BIOLOGIE UND VERWANDTSCHAFTLICHEN  
BEZIEHUNGEN DER  
NEURADOIDEEN

VON  
SV. MURBECK

MIT 3 TAFELN UND 6 TEXTFIGUREN



LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

Der K. Physiographischen Gesellschaft vorgelegt am 8. Dezember 1915.

LUND 1916  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

Als ich bei einer noch nicht abgeschlossenen Arbeit über den Blütenbau der Rosaceen-Familie auch die Gattung *Neurada* zu berücksichtigen hatte und deshalb die in der Litteratur vorliegenden Angaben über den Blütenbau dieser Pflanze untersuchte, fand ich bald, dass diese Angaben gar zu spärlich und überhaupt für den betreffenden Zweck zu mangelhaft waren. Da ich jedoch nicht nur ein verhältnismässig reichliches Herbarmaterial, sondern auch in Alkohol konservierte Exemplare, die 1904 im hiesigen botanischen Garten aufgezogen waren, zur Verfügung hatte, entschloss ich mich für eine eingehendere Untersuchung der Morphologie sowohl des vegetativen wie auch des floralen Systems dieser Pflanze. Hierbei kam eine ganze Reihe von Eigentümlichkeiten zum Vorschein, die teilweise solcher Art waren, dass die schon früher schwebende Frage von der Zugehörigkeit der Gattung zur Rosaceen-Familie aufs Neue in Überlegung gezogen werden musste. Zu diesem Zwecke war jedoch auch eine Untersuchung der inneren Organisation der Pflanze, besonders ihrer Entwicklungsgeschichte, über die man gar nichts wusste, erforderlich. Auch eine solche Untersuchung habe ich unternehmen können, da es mir geglückt ist, im letztverflossenen Sommer blühende Pflanzen aus Früchten zu ziehen, die 1903 in der algerischen Sahara eingesammelt waren. — Auf Reisen in Nordafrika habe ich ausserdem einige Beobachtungen über die Biologie von *Neurada* gemacht, die hier beigefügt werden.

In meine Untersuchung habe ich auch die südafrikanische Schwestergattung *Griehum* einbezogen, so weit dies bei ausschliesslicher Anwendung von Herbarmaterial möglich gewesen ist. Die vorliegende Arbeit hat also den Zweck, Licht auf die Organisation, Entwicklungsgeschichte und Verwandtschaftsverhältnisse der Gruppe *Neuradoideae* zu werfen, sowie Beiträge zur Biologie der Gattung *Neurada* zu liefern.

---



## Neurada L.

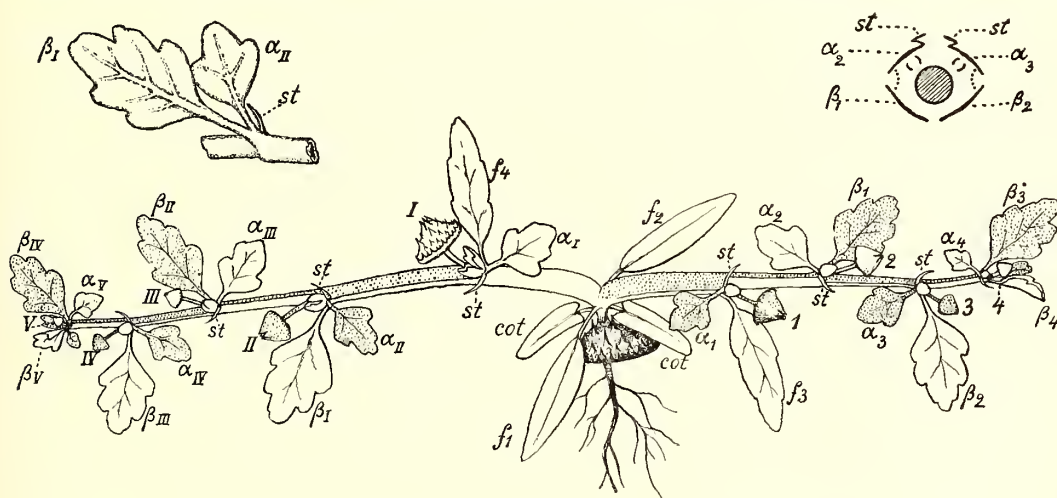
Meine Untersuchungen über diese Gattung beziehen sich ausschliesslich auf die in der Sahara-Wüste und im näheren Orient vorkommenden Spezies *N. procumbens* L. Die von SCHINZ (1901, p. 874) aus dem Hererolande beschriebene *N. austroafricana* hat mir nicht zu Gebot gestanden; der Beschreibung zufolge scheint sie jedoch mit *N. procumbens* nahe verwandt zu sein und sich hauptsächlich »durch die grösseren Blüten und die nicht weisse, sondern schmutzig graue Behaarung« von dieser zu unterscheiden.

### Das vegetative System.

**Sprossbau.** Ein Individuum der *Neurada procumbens* hat auf einer gewissen Entwicklungsstufe das Aussehen, das die unbedeutend schematisierte Textfigur 1 zeigt: zwei Zweige von etwas verschiedener Länge erscheinen hier in entgegengesetzten Richtungen ausgewachsen und liegen dem Boden dicht angedrückt; diese kreuzend stehen ausserdem kürzere Zweige, die in den Achseln der Blätter  $f_1$  und  $f_2$  entstanden, in der Zeichnung aber ausgelassen sind. Die Pflanze ist folgendermassen aufgebaut.

Oberhalb der beiden mit pfeilähnlicher Basis versehenen und lange persistierenden Keimblätter (*cot*) trägt die Hauptachse — die durch die unterste, weisse Partie des langen Zweiges, links, repräsentiert ist und durch die Blüte *I* abgeschlossen wird — nur vier Laubblätter ( $f_1$ — $f_4$ ). Von diesen befinden sich die beiden untersten ( $f_1$  &  $f_2$ ), die vollkommen ganzrandig sind, in Decussation mit den Keimblättern und entspringen unmittelbar oberhalb derselben. Das dritte Laubblatt ( $f_3$ ), welches gleich  $f_4$  am Rande ein wenig sinuiert ist, hat ursprünglich seinen Insertionspunkt unmittelbar über  $f_1$  &  $f_2$ , wird aber aufwärts, entlang der Unterseite der punktierten Seitenachse, die in seiner Achsel entstanden und mit der Blüte 1 abgeschlossen wird, verschoben, so dass es auf gleicher Höhe mit dem untersten Vorblatt  $\alpha_1$  der betreffenden Blüte zu stehen kommt. Das oberste Laubblatt ( $f_4$ ) steht, wie aus der Figur ersichtlich, in gleicher Ebene wie das Vorblatt  $\alpha_1$  der Primärblüte; wahrscheinlich ist jedoch, dass auch dieses Blatt seinen eigentlichen Insertionspunkt näher dem Epicotyl hat, und dass es dem ganzen Internodium ent-

lang auf der Unterseite der Hauptachse verschoben worden ist. — Die Hauptachse endet, wie bereits erwähnt, mit der Blüte *I*, die zwei laubblattartige, gelappte Vorblätter  $\alpha_I$  &  $\beta_I$  besitzt. Von diesen ist  $\alpha_I$  kleiner, und in seiner Achsel befindet sich eine später auswachsende Knospe. In der Achsel von  $\beta_I$  hat sich dagegen ein kräftiger, mit der Blüte *II* endender und auf der Zeichnung punktierter Seitenspross entwickelt, der die Blüte *I* zur Seite drängt und sich selbst in gleiche Linie mit dem unteren Teil der Hauptachse einstellt; längs der unteren Seite dieser Tochterachse ist das stützende Blatt  $\beta_{II}$  verschoben, so dass es neben  $\alpha_{II}$  zu stehen kommt. Die Blüte (*II*), welche die Sekundärachse abschliesst, hat ebenfalls zwei Vorblätter, ein kleineres ( $\alpha_{II}$ ), das eine später austreibende Knospe stützt, und ein grösseres ( $\beta_{II}$ ), das an der Unterseite eines in seiner Achsel entstandenen Sprosses hinaufwächst, welcher sich in die Fortsetzung der beiden vorerwähnten Sprossglieder stellt und



Textfig. 1.

*Neurada procumbens* L. — 4:5. — Erläuterung im Text.

mit der Blüte *III* endet. Aus der Figur ist ersichtlich, dass sich der weitere Aufbau der beiden Hauptzweige des Individuums fortwährend in derselben Weise vollzieht, und nach demselben Schema sind übrigens auch die aus den Achseln von  $f_1$  und  $f_2$  entspringenden Zweige aufgebaut, sowie auch diejenigen, die später aus den in den Achseln der  $\alpha$ -Vorblätter stehenden Knospen hervorwachsen. — Die Zweige der *Neurada*-Individuen, von denen die kräftigsten eine Länge von 3 dm erreichen können, stellen also Sympodien dar, in denen jede Sprossgeneration in einer Blüte endet, der bloss zwei Vorblätter vorangehen, von denen das kleinere  $\alpha$ -Blatt eine später auswachsende Knospe stützt und an seinem ursprünglichen Platz verbleibt, während dagegen das grössere  $\beta$ -Blatt auf die zunächst folgende Sprossgeneration hinauf verschoben wird, so dass es in gleiche Höhe mit dessen  $\alpha$ -Blatt gelangt. Die Sympodien liegen dem Boden dicht angedrückt; besonders mag hervorgehoben sein, dass die Primärachse von Anfang an wagerecht wächst, sowie dass dies auch bei der

aus der Achsel von  $f_3$  hervortretenden ersten Seitenachse der Fall ist, indem diese gleich im Winkel von  $180^\circ$  abbiegt. Gleich  $f_3$  und  $f_4$  gehen sämtliche  $\beta$ -Vorblätter von der Unterseite der Sympodien aus, wechselweise nach rechts und links; die  $\alpha$ -Blätter hingegen stehen in zwei Reihen auf der Oberseite der Sympodien (siehe das diagrammatische Bild rechts auf Textfig. 1).

Den Sprossbau betreffend herrscht also Übereinstimmung mit gewissen Solanaceen, besonders *Atropa* (vergl. EICHLER, 1875, p. 200, Fig. 117 C); zu bemerken ist jedoch, dass bei *Neurada* die rein vegetative Region der Hauptachse stark reduziert ist, ein Verhältnis, das sich jedoch bei vielen Wüstenpflanzen wiederfindet. Unter den Rosaceen bietet *Potentilla reptans* ein Beispiel von Sympodien dar, die aus zahlreichen zweiblättrigen floralen Achsen zusammengesetzt sind; die für *Neurada* so charakteristischen Blattverschiebungen kommen da jedoch nicht vor.

**Stipeln.** Betreffs der Stipelbildungen herrschen eigentümliche Verhältnisse. Besonders ist zu bemerken, dass Stipeln den sämtlichen Laubblättern der Hauptachse ( $f_1$ — $f_4$ ) vollständig fehlen<sup>1</sup>. Auch sämtlichen  $\beta$ -Vorblättern gehen solche Gebilde vollkommen ab. Dagegen sind sie bei allen  $\alpha$ -Vorblättern vorhanden, doch nur an der Seite des Blattgrundes, die sich nach aufwärts kehrt (siehe diagrammatisches Bild, Textfig. 1). Das hier befindliche Nebenblatt (*st*) ist frei, nicht dem Blattstiel angewachsen, und fast fadenförmig, 3—5 mm lang, nach der Blüte verwelkend, aber ziemlich lange persistierend.

Dass Stipeln sowohl  $f_3$  und  $f_4$  wie auch sämtlichen  $\beta$ -Vorblättern fehlen, mag vielleicht damit zusammenhängen, dass bei allen diesen Blättern die eine Seite des Blattgrundes dem Boden angedrückt ist<sup>2</sup> und dass die andere Seite infolge der bereits besprochenen Verschiebung stets mit der Basis eines nebenstehenden  $\alpha$ -Vorblattes verwachsen ist (siehe die beiden Detailzeichnungen, Textfig. 1, wo links ein Stück eines Sympodiums von unten gesehen dargestellt ist). Durch diese Verwachsung lässt sich offenbar auch das Fehlen des Nebenblattes an der Seite des  $\alpha$ -Vorblattes, die einem  $\beta$ -Blatt angewachsen ist, erklären.

### Der Blütenbau.

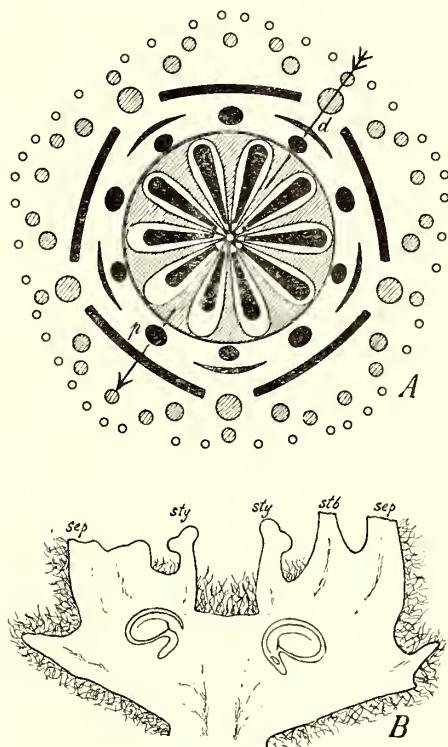
**Das Hypanthium** zeigt die Form eines flachen Kegels. Gegen die Zeit der Fruchtreife nimmt seine Grundfläche höchst bedeutend an Breite zu, so dass ihr Durchmesser schliesslich 12—15 mm erreicht (siehe Textfig. 1 und Figg. 27—30, Taf. III). Zugleich tritt eine starke Verholzung besonders in der Basalregion ein, und die Stacheln, womit die ganze Oberseite besetzt ist, werden ebenfalls hart und verholzt. Betreffs der Anordnung der Stacheln macht sich<sup>3</sup> eine gewisse Regel-

<sup>1</sup> Unter den übrigen Rosaceen sind es hauptsächlich die Gattungen *Spiraea* und *Holodiscus*, denen Stipeln abgehen.

<sup>2</sup> Bei ein paar der Individuen, die in dem bewölkten und regnerischen Sommer 1915 im Botanischen Garten zu Lund kultiviert wurden, waren die Stengel fast aufrecht. Dass auch bei diesen Individuen Stipeln an den betreffenden Blättern fehlten, lässt sich natürlich dadurch erklären, dass die fragliche Eigenschaft nach und nach konstant geworden.



mässigkeit geltend. Die fünf obersten und stärksten, die gerade nach oben gerichtet sind und deshalb an den Figuren der Taf. III nicht hervortreten, stehen konstant in Alternation mit den Kelchblättern und sind von Focke (1894, p. 49) und anderen als Aussenkelch gedeutet worden. Ausserhalb dieses fünfzähligen Kreises von Stacheln stehen regelmässig 10 andere, gewöhnlich etwas schwächere, in der im Diagramm (Textfig. 2 A) angegebenen Anordnung. Auf diese folgen meistens 20 noch kleinere und schliesslich etwa 40 ganz kurze Spitzen, die am Rande der flachen Unterseite des Hypanthiums befestigt sind. In den beiden letzterwähnten Kreisen waltet jedoch sowohl die Anzahl wie die Anordnung der Stacheln betreffend grosser Wechsel. Ausserdem findet man nicht selten einzelne ganz kleine Pfriemenspitzen zwischen die gröberen Stacheln des ersten oder zweiten Kreises eingeschoben. Einige der gröberen Stacheln sind übrigens nicht selten verzweigt, und was besonders die fünf obersten betrifft, so sind sie auch öfters an ihrer äusseren Seite mit ein paar kleineren Pfriemenspitzen versehen. Bei der Fruchtreife sind zwar die fünf obersten Stacheln am Grunde so breit, dass sie gewissermassen an die Kelchblätter erinnern, in früheren Stadien sind sie aber gleich den übrigen borstenförmig und unterscheiden sich dann scharf von den platten Sepalen, die zwar lange persistieren, aber niemals hart und besonders nicht verdickt werden. Dass sämtliche Stachelbildungen am Hypanthium von demselben morphologischen Wert sind, ist offenbar, und schon aus diesem Grunde scheinen sich die obersten schwerlich als Aussenkelch deuten lassen zu können. Jedenfalls sind die Stachelbildungen von *Neurada* unzweifelhaft mit den Hakenborsten von *Agrimonia* homolog, und diese will Warming (1872, p. 181 ff.), der ihre Entwicklung und Anordnung genauer untersucht hat (siehe auch Goebel, 1882, p. 372), am ehesten als Emergenzen aufgefasst sehen. Eine Stütze hierfür scheint mir darin zu bestehen, dass die Stacheln bei der Gattung *Acaena* (welche ja als Gegenstücke der Hakenborsten von *Agrimonia* aufzufassen sind) in den zahlreichen Fällen, wo sie mit den Kelchblättern gleichzählig sind, stets diesen entgegengesetzt, und nicht, wie es Eichler (1878, p. 507) angegeben, in Alternation mit ihnen stehen. Eine weitere Stütze dafür, dass die obersten *Neurada*-Stacheln nicht Aussenkelchblätter darstellen, bildet der Umstand,



Textfig. 2.

A. Blütendiagramm von *Neurada procumbens*. — p. Die proximale, d. die distale Hälfte der Blüte (vergl. S. 11). — B. Vertikalschnitt durch das Hypanthium einer Blüte kurz vor der Anthese. — sep. Kelchblatt. — stb. Staubblatt. — sty. Griffel.



dass ein Aussenkelch bei der nahestehenden Gattung *Grielum* fehlt, wo das Hypanthium gar keine Stacheln aufweist.

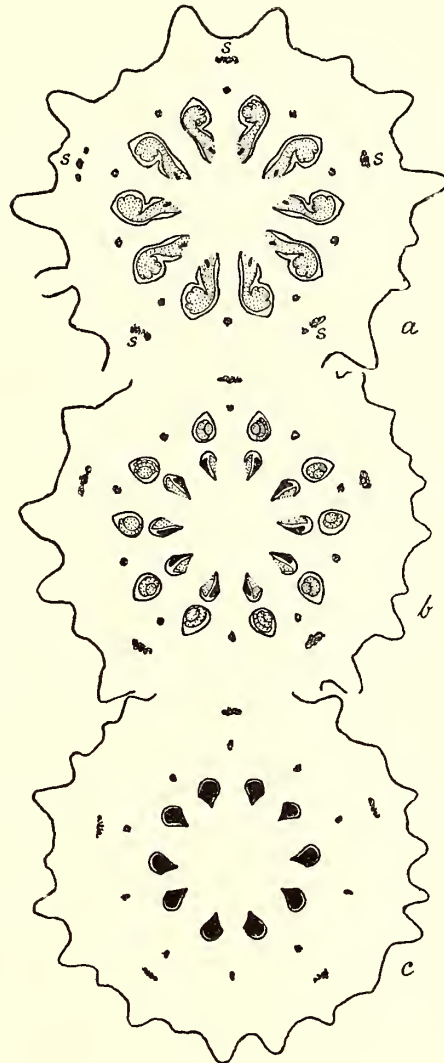
Es ist noch beizufügen, dass das Hypanthium, welches meistens eine rundlich fünfeckige Form hat, wie sie in dem Diagramm (Textfig. 2 A) und den Figg. 27 & 28 (Taf. III) wiedergegeben ist, zuweilen in der Gestalt eines fünfstrahligen Sterns auftritt (Figg. 29 & 30, Taf. III). Im letzteren Falle hat sich ein stärkeres Wachstum in radialer Richtung mitten vor den Kelchblättern geltend gemacht, und die ausgewachsenen Partien werden dann von den stark verlängerten Stacheln des 10-zähligen Kreises begrenzt. — Zu bemerken ist auch, dass die in den Figg. 27 & 29 (Taf. III) abgebildeten Hypanthien mehr als ein Jahr alt sind; während des Blütejahres ist das Hypanthium, wie alle vegetativen Teile der Pflanze (mit Ausnahme der Keimblätter), mit einem dichten Filz von feinen weissen Wollhaaren bekleidet, aus dem bei der typischen Form nur die Spitzen der kräftigeren Stacheln hervorragen (Fig. 28, Taf. III).

**Die Blütenhülle.** Den Kelch betreffend ist weiter nichts zu bemerken als was bereits über die abgeplattete Form der Sepalen und ihre krautige Konsistenz auch bei der Fruchtreife gesagt wurde; ihre Knospenlage ist, wie bei vielen anderen Rosaceen, klappig. — Was die Krone betrifft, so sind ihre Blätter in der Knospe nicht gedreht, wie bei der Schwestergattung *Grielum*, sondern die Aestivation ist dachziegelig, entweder quincuncial, so dass zwei von ihnen mit beiden Rändern decken, oder so dass dies mit einem von ihnen der Fall ist. Übrigens sind die Petalen nicht gelb — nach Focke (l. c.) sollte diese Farbe die Kronblätter innerhalb der ganzen Gruppe *Neuradoideae* auszeichnen — sondern rein weiss. Nach SCHINZ (1901, p. 874) sollen sie jedoch bei der von ihm beschriebenen Art *N. austroafricana* gelb sein.

**Das Androeceum** besteht konstant aus 10 Staubblättern, von denen 5 mitten vor den Kelchblättern und 5 über den Kronblättern stehen. Die Insertionsebene ist für alle fast dieselbe, aus Schnitten durch die Antheren, besonders um die Zeit der Tetradenteilung, war es jedoch deutlich ersichtlich, dass die Kelchstaubblätter in der Entwicklung etwas vorschreiten, weshalb sie unzweifelhaft einen äusseren, früher angelegten Kreis repräsentieren; ihre Filamente sind übrigens im entwickelten Zustande fast doppelt so lang als die der Kronstaubblätter. — Innerhalb der Rosaceen-Familie scheint das Androeceum, nach Untersuchungen, die ich in einer anderen Arbeit vorzulegen beabsichtige, sich stets auf bloss zwei Kreise, einen äusseren episepalen und einen innern epipetalen, zurückführen zu lassen, und bei *Neurada* entspricht es also vollkommen dem Typus, der als der für die Familie primitive aufzufassen ist. Im Zusammenhang hiermit verdient es hervorgehoben zu werden, dass bei *Neurada* und den ebenfalls decandrischen Gattungen *Grielum*, *Quillaja* und *Horkelia* die Staubblätter mit verhältnismässig grossen Antheren und breiten, dicken Filamenten versehen sind, während sie dagegen bei den zahlreichen polyandrischen Rosaceen, wo man auch aus anderen Gründen annehmen muss, dass Spaltungen im Androeceum stattgefunden, unter mehr gracilen Formen auftreten.

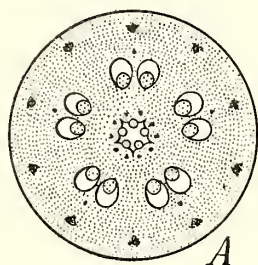
Innerhalb des Androeceums verläuft ein schwacher Ringwulst, welcher zwischen den Staubblättern niedrige Erhebungen bildet, die mit langen und ausserordentlich feinen, spinnenfädigen Haaren bekleidet sind. Die betreffenden Erhebungen entsprechen offenbar den Discusbildungen bei *Griechum*, welche, wie es im Folgenden gezeigt werden soll, die Gestalt hoher Schuppen annehmen können.

**Das Gynoeceum.** Von einem horizontalen Querschnitt durch den oberen Teil des Hypanthiums empfängt man den Eindruck, dass das Gynoeceum, in Übereinstimmung mit vorfindlichen Angaben, aus 10 einsamigen und in regelmässigen Kreis geordneten Karpiden gebildet ist. In solchen Schnitten treten nämlich 10 gleich grosse und einsamige Fächer hervor (siehe Blütendiagramm, S. 7), die sich aufwärts in eben so viele Griffel fortsetzen. In der Rosaceen-Familie ist es ja sonst Regel, dass einsamige Karpiden, so bald ihre Anzahl 5 übersteigt, eine unregelmässige oder spiralförmige Anordnung zeigen; andererseits pflegen in Kreis geordnete Karpiden zwei- oder mehrsamig zu sein. Auch der Umstand, dass der Karpidkreis bei *Neurada* konstant 10-zählig ist, während alle ausserhalb stehende Blattkreise pentamer sind, muss Aufmerksamkeit erwecken. An Schnitten durch die basale Hälfte des Hypanthiums treten jedoch topographische Einzelheiten hervor, die eine befriedigende Erklärung der soeben erwähnten Eigentümlichkeiten darzubieten scheinen. Hier haben nämlich die Fächer, wie es die Textfigg. 3 a und 5 zeigen, eine solche Form und eine solche Richtung, dass sie sich ungezwungen in 5 zweizählige Gruppen zusammenführen lassen. Jede solche Gruppe ist einem Kelchblatt opponiert und alterniert folglich mit den inneren Staubblättern. Dasselbe Verhältnis tritt betreffs Form und Richtung der vom Embryo gefüllten Samen (Textfig. 5) und vielleicht noch deutlicher betreffs der jungen Samenanlagen hervor. Aus Textfig. 3 a, wo *s* die in die Kelchblätter auslaufenden Gefässbündel bezeichnet, ist nämlich ersichtlich, dass die beiden Samenanlagen, die sich mitten vor einem Kelchblatt befinden,

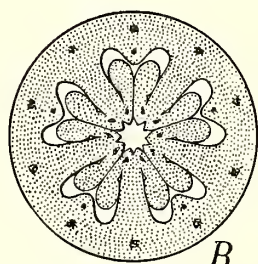


Textfig. 3.  
Horizontale Querschnitte durch den oberen (a), mittleren (b) und unteren (c) Teil des Hypanthiums von *Neurada procumbens*. Die Schnitte entsprechen den punktierten Linien a, b, c in Fig. 2, Taf. I.

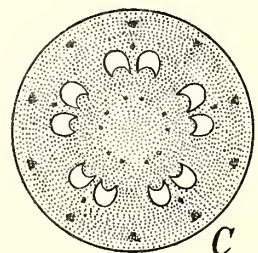
ihre Nucellarpartien gegen einander wenden, und dass ihre Basalteile deutlich konvergieren. Tatsächlich scheint man sich nicht des Eindrucks erwehren zu können, dass sie von einer gemeinsamen Gewebemasse ausgehen, und dass die Placenten folglich in Fünffzahl und zwar in episepaler Lage vorhanden sind. Falls also



A



B



C

Textfig. 4.

Querschnitte durch den oberen (A), mittleren (B) und unteren (C) Teil des Hypanthiums von *Amelanchier vulgaris*.

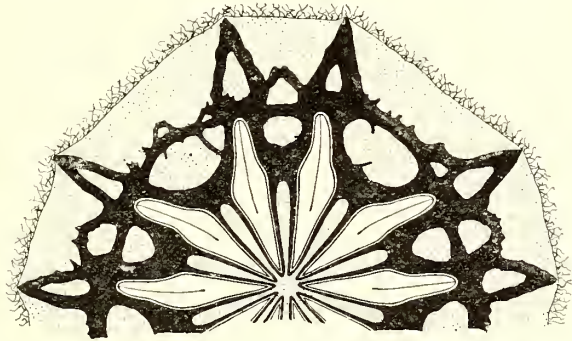
die centrale Partie der episepalen Scheidewände als eine Placentarbildung aufzufassen ist, so reichen offenbar diese Septa nicht so weit gegen das Centrum der Frucht hinein wie die alternisepalen. — Die soeben angeführten Tatsachen scheinen mir mit Bestimmtheit dafür zu sprechen, dass die fünf episepalen Scheidewände sekundärer Natur sind und wahrscheinlich durch eine Einbiegungsprozedur ebenso wie bei *Linum* zustande gekommen sind. Die Einbiegung ist jedoch bei der hier in Frage stehenden Gattung weit vollständiger, da man auch an Schnitten, die ober- oder unterhalb der Placenten getroffen, die Septierung ganz durchgeführt findet, und da die Apicalteile der Fächer in 10 vom Grunde ab freie Griffel auslaufen. Eine vollständige Zweiteilung von 5 primären Karpiden sollte also vorliegen. — Nach dem untersuchten Material zu urteilen, das jedoch die aller zeitigsten Entwicklungsstadien nicht umfasst, kann man für eine solche Auffassung kaum andere ontogenetische Stützpunkte als die bereits angeführten gewinnen. Diese scheinen mir jedoch von hinreichendem Gewicht. Bei Annahme von 5 primären Karpiden gewinnt man nämlich eine vollkommen natürliche Erklärung der oben angeführten Eigentümlichkeiten im Bau des Gynoeceums; die *Neuradab*-Blüte erscheint damit aus lauter fünfzähligen, mit einander alternierenden Kreisen zusammengesetzt und schliesst sich hinsichtlich des Baues des Gynoeceums an gewisse Rosaceen-Gruppen, wie die *Quillajae* und besonders die *Pomoideae*, näher an. — Gerade innerhalb der letzteren Gruppe trifft man übrigens Formen, die einen Ansatz zur Zweiteilung der Karpiden zeigen. Auf Querschnitten durch das Hypanthium von *Amelanchier vulgaris* MOENCH (*Aronia rotundifolia* PERS.) findet man nämlich eine von der Mittelrippe der Karpiden

ausgehende Gewebemasse, die sogar ein kleines Gefässbündel enthält, und die ein Stück in das Fruchtfach hineinragt. Schnitte durch die halbe Höhe des Hypanthiums zeigen also das in Textfig. 4 B wiedergegebene Bild, und an Schnitten durch die Gipfel- oder Basalregion der Frucht (Textfig. 4 A & C) tritt die betreffende Gewebemasse in der Gestalt eines Septums auf, das jede Ovarialhöhlung in zwei verschiedene Fächer teilt. Ähnliche Verhältnisse begegnen einem auch bei Arten der zu derselben Gruppe gehörenden Gattung *Photinia*, z. B. *Ph. Notoniana* WIGHT & AM.



Das Gynoeceum von *Neurada* hat indessen auch in anderen Hinsichten Eigentümlichkeiten aufzuweisen. Erstens ist zu bemerken, dass sich Zygomorphie bei ihm geltend macht. Um deutlich zu machen, wie es sich hiermit verhält, mag daran erinnert werden, dass der Blütenstiel gegen die Zeit der Fruchtreife dem Boden angedrückt liegt, wie es auch mit der platten Basalfläche des Hypanthiums der Fall ist. Um jenen Zeitpunkt kann man folglich an der Blüte eine proximale Partie unterscheiden, die gegen den Blütenstiel gekehrt ist und diesen bedeckt, und eine distale. Die Zygomorphie äussert sich nun darin, dass die sechs distalen Griffel gegen die Zeit der Fruchtreife konstant eine bedeutendere Grösse aufweisen, oft doppelt so lang als die vier proximalen sind, sowie auch darin dass die distalen Fächer der Frucht einen voll entwickelten Embryo besitzen, während dagegen die Samen der 2—4 proximalen Fächer auf früheren Entwicklungsstufen stehen geblieben sind (vergl. Textfig. 2, wo *d* die distale Partic der Blüte bezeichnet, *p* die proximale). Bei der Schwestergattung

*Griehum* tritt, wie wir sehen werden, die betreffende Eigentümlichkeit noch schärfer hervor (vergl. Textfig. 6, S. 23). — Dass die Blüten Zygomorphie aufzuweisen haben, ist um so mehr bemerkenswert, als sie, wie aus der obigen Darstellung hervorgeht, durchgehend terminal sind. Solche Blüten betreffend ist es nämlich Regel, dass sie aktinomorphe



Textfig. 5.

Querschnitt durch eine fast reife Frucht von *Neurada procumbens*. Die verholzten Partien sind schwarz gezeichnet, das Parenchym ist punktiert. — Vergr. 6.

Ausbildung erhalten, selbst wenn sie in Sympodien eingehen und von kräftigeren Tochttersprossen zur Seite gedrängt werden (vergl. z. B die Mehrzahl der *Boraginaceae*, *Potentilla reptans*). Zu bemerken ist jedoch, dass im vorliegenden Falle nicht nur das ganze Sympodium auf dem Boden ausgestreckt liegt, sondern auch die Blütenstiele und Blütenknospen sich in liegender Stellung befinden. Die Einwirkung der Schwerkraft auf die letzteren muss somit einseitig sein. Erst gegen die Anthese kommt nämlich die Blüte in aufrechte Stellung, und zwar dadurch dass sich die Spitze des Blütenstiels dann aufwärts biegt. Die zuerst dem Boden zugekehrte Seite der Blüte wird folglich dann die distale. — Die Symmetrieebene, die in Textfig. 2 *A* durch einen Pfeil angegeben ist, bildet einen Winkel von  $36^{\circ}$  mit der Medianlinie der Blüte.

Eine weitere Eigentümlichkeit des Gynoeceums besteht darin, dass die Griffel gegen die Fruchtreife erhärten, wenn auch nicht in demselben Grade wie bei *Griehum* (hierüber im Folgenden), und dass man sie an älteren Früchten bis zum Grunde in zwei kollaterale Stilette gespalten findet. Die Spaltung setzt sich übrigens dem Innenrande der Gipfelregion der Fruchtfächer entlang nach unten fort. Die 10 Fächer der Frucht öffnen sich also oben am inneren Rande, wobei jedoch zu be-



merken ist, dass diese Dehiscenz erst während der Keimung eintritt, und zwar um den Kotyledonen und übrigen oberirdischen Teilen der aus dem Samen aufwachsenden Pflanze Austritt zu gewähren.

In den Ovarialteilen sind die Karpiden ganz mit einander vereint, sowohl an den Seiten wie am Innenrande; die Interstitien zwischen den 10 Fächern sind also von einer Gewebemasse gefüllt, die sich auch in das Zentrum der Frucht hinein fortsetzt. Nur am Übergang zur Griffelregion sind die Seitenflächen der Karpiden, wie bereits angedeutet, in der inneren Hälfte frei, und ihre Innenränder grenzen hier an eine von feinen, spinnenfädigen Haaren angefüllte Höhlung (Textfig. 2 B). Den makroskopischen Bau der Frucht betreffend herrscht also in allem Wesentlichen Übereinstimmung mit den *Pomoideae*. — Was die Histologie betrifft, ist zu bemerken, dass gegen die Fruchtreife Verholzung in der Innenlamelle der Karpidenwand eintritt; diese zeigt sich nämlich dann aus fiberähnlichen, sehr stark verdickten und sich bei Behandlung mit Floroglucin und HCl rot färbenden Elementen zusammengesetzt. Von den abwärts und auswärts gekehrten Partien dieser Lamelle geht ausserdem ein ganzes Geflecht solcher verholzter Streifen aus, die unterhalb der Fruchtfächer eine fast ununterbrochene Platte bilden, im übrigen die peripheren Teile des Hypanthiums in verschiedenen Richtungen durchqueren und in die zahlreichen Stacheln auslaufen (Textfig. 5). Sonst besteht das Hypanthium ganz aus einem parenchymatischen Gewebe aus grossen, dünnwandigen, rundlich polygonalen Zellen ohne Interzellularen. Auf der flachen Unterseite des Hypanthiums bildet dieses Gewebe einen etwa 2 mm dicken Belag und die Zellen erreichen hier zuletzt bedeutende Dimensionen: die grössten erlangen einen Durchmesser von 0.3—0.5 mm. Bei der Fruchtreife sind die Zellen mit Wasser gefüllt, und da Versuche erwiesen, dass es bei 30—40 % Luftfeuchtigkeit und einer Temperatur von 20° C. 2 1/2—3 Tage dauert bis das betreffende Parenchym austrocknet, könnte man sich denken, dass sein Wassergehalt für die Keimung der Samen von Bedeutung wäre, vorausgesetzt nämlich, dass diese unmittelbar nach der Fruchtreife einträfe. Dieses ist jedoch sicherlich nicht der Fall, da die Fruchtreife im April—Mai eintritt, also im Anfang einer Trockenperiode, die sich in der Regel über sechs ganze Monate oder noch länger erstreckt. Da es sich weiter gezeigt hat, dass sich reife, trockene Früchte nur mit Schwierigkeit anfeuchten lassen, und dass sie etwa 3 Tage auf einer Wasserfläche oder in einem feuchten Raum liegen müssen, ehe ihre Gewebe wieder mit Wasser gefüllt werden, so scheint das betreffende Gewebe, das sonst gewissermassen an das Velamen der Luftwurzeln erinnert, auch nicht im Stande zu sein für die Keimung das Wasser auszunützen, das bei Taubildung oder vorübergehenden Niederschlägen den Früchten zu Gebot steht, die lose am Boden liegen. Für die Früchte hingegen, die in der Unterlage verankert worden sind (siehe hierüber weiter unten), und die infolge dessen bei etwas länger andauerndem Niederschlag leichter durchgefeuchtet werden, dürfte dem Parenchymbelag, der auch an der Oberseite des Hypanthiums eine nicht unbedeutende Mächtigkeit hat, die Aufgabe zukommen, das aufgenommene Wasser während der für die Keimung erforderlichen Zeit festzuhalten.

## Die Entwicklung der Samenanlage und des Pollens.

Es wurde oben hervorgehoben, dass das Gynoeceum als aus fünf episepalen Karpiden zusammengesetzt aufgefasst werden kann, welche jedoch durch eine von der Mittelrippe des Karpids ausgehende Scheidewand halbiert worden sind, so dass die Frucht tatsächlich 10 Fächer enthält. Der Querschnitt a in der Textfig. 3 zeigt die Form und Gruppierung dieser Fächer nebst einer in jedem eingeschlossenen Samenanlage. Ausser dieser, in der bezüglichen Figur punktierten, Samenanlage, die von der Seite des Faches entspringt, die durch die sekundäre Scheidewand begrenzt wird, findet sich jedoch weiter unten noch eine Samenanlage, deren Entwicklung aber bald aufhört. Diese letztere Samenknope, die in Textfig. 3 ganz schwarz gezeichnet ist, geht, wie aus dem Querschnitt c ersichtlich, von der Seite des Faches aus, die von der primären Scheidewand begrenzt ist. In Textfig. 3 b, die einen zwischen den beiden vorigen liegenden Querschnitt darstellt, sind die Basalteile beider Eichen sichtbar, und von der punktierten Samenanlage ist auch die Nucellarpartie durchschnitten worden. An der Bauchnaht der fünf Karpiden finden sich folglich nicht weniger als vier Samenknospen, zwei obere, die sich zu Samen entwickeln und deren Basalteile konvergieren und sich der sekundären Scheidewand anschliessen, und zwei untere, die bald abortieren und deren Basalteile etwas weiter von einander entfernt sind. An Textfig. 3 b überrascht es, dass jedes Fach durch eine Querwand in ein äusseres und ein inneres geteilt scheint, was jedoch bloss darauf beruht, dass ein Querwulst, der zwischen die obere und untere Samenanlage hineinragt, in diesem Schnitte getroffen worden ist (*qw* in Figg. 1—3, Taf. I); von diesem Wulst wird weiter unten die Rede sein. Die horizontalen Querschnitte a, b, c in Textfig. 3 entsprechen also den Linien a, b, c in dem radialen Vertikalschnitt Fig. 2, Taf. I.

**Entwicklung der Samenanlage.** Was zuerst die rudimentäre Samenanlage betrifft (*rs* auf Taf. I), so zeigt sie niemals eine Differenzierung in Nucellus und Integument; auch lässt sich keine klare Vorstellung gewinnen, ob dieses Ovulum als apotrop oder epitrop aufzufassen ist. Der Lage nach entspricht es dem Obturator, der sich bei den Gruppen *Pomoideae*, *Prunoideae* und gewissen *Spiraeoideae* (siehe PÉCHOUTRE, 1902) in der Form eines Auswuchses von der Placenta findet, sie weicht aber von diesem schon dadurch ab, dass ihr die Interzellularen fehlen, und weiter dadurch dass die Oberflächezellen nicht papillenartig hervorragen. Dass es sich wirklich um eine Samenanlage handelt, geht unzweideutig aus dem Verhalten der axilen subepidermalen Zelle hervor. Aus Fig. 1 (Taf. I) ist ersichtlich, dass diese Zelle im Begriff steht sich in eine äussere und eine innere zu teilen. Während die äussere Zelle, ebenso wie die primäre Deckzelle in den sich weiter entwickelnden Samenanlagen, durch antikline und perikline Wände in zwei Etagen definitiver Deckzellen zerfällt, wächst die innere recht bedeutend an, und dadurch dass ihr Kern ungefähr gleichzeitig mit dem entsprechenden Kern in der entwicklungsfähigen Samenanlage in deutliche Synapsis eintritt, wird es offenbar, dass diese innere Zelle

eine Embryosackmutterzelle vorstellt. Die rudimentären Samenanlagen erreichen immer das Synapsisstadium des betreffenden Kerns, ebenso konstant scheint aber ihre Entwicklung hiermit abzuschliessen. Um die Zeit der Pollination bestehen sie aus einer wenigstens im Innern vollständig kollabierten Zellenmasse, die von ihrem Befestigungspunkt schlaff herabhängt (siehe Figg. 8 & 9, Taf. I, und Fig. 31, Taf. III).

Von den Samenanlagen, die sich weiter entwickeln, sind auf Taf. I verschiedene Stadien abgebildet; die Figuren beziehen sich sämtlich auf radiale Vertikalschnitte durch die Fächer der Frucht. Fig. 1 zeigt eine junge, in horizontaler Richtung ausgewachsene und noch fast gerade Samenanlage, die eine von zwei neben einander liegenden Deckzellen gekrönte Embryosackmutterzelle besitzt; die Grenze zwischen Nucellus und Funiculus ist durch ein paar perikline Wände in der Aussenschicht kenntlich, welche zugleich die erste Andeutung des inneren Integuments bilden. Zum Vergleich mit den übrigen Rosaceen ist es besonders hervorzuheben, dass stets nur eine Makrosporenmutterzelle vorhanden ist. In Fig. 2 hat die Nucellarpartie eine Krümmung nach unten ausgeführt, und an ihrer konvexen Seite lassen sich die tangentialen Teilungen beobachten, durch die das äussere Integument zustande kommt; die Embryosackmutterzelle, die noch weiter gewachsen ist, deren Kern sich aber noch im Ruhestadium befindet, erscheint jetzt von zwei Schichten Deckzellen gekrönt. In Fig. 3, wo beide Integumente deutlich hervortreten und wo die Samenknospe gerade nach unten gekehrt ist, ist der Kern der Mutterzelle in das Synapsisstadium eingetreten. Nachdem dann ein Dolichonema- und Strepsinestadium passiert worden sind, befindet sich der Kern in der Diakinese, wobei sich, wie es die Figg. 12 & 13 auf Taf. II zeigen, leicht genug konstatieren lässt, dass die Chromosomen bloss 6 an der Zahl sind. Dass diese Anzahl die haploide ist, und dass folglich bei der Vorbereitung zur Teilung der Makrosporenmutterzelle die gewöhnliche Chromosomreduktion stattfindet, geht u. A. aus Fig. 14 auf Taf. II hervor, die eine Zelle aus einer der Scheidewände der Frucht darstellt: wie in anderen somatischen Zellen der betreffenden Pflanze finden sich hier 12 Chromosomen. — Die bei der Teilung der Mutterzelle entstandenen zwei primären Tochterzellen teilen sich bald in vier sekundäre, wobei es sich in einem Falle hat konstatieren lassen, dass die Chromosomenzahl fortwährend 6 ist (siehe Fig. 15, Taf. II). Wie gewöhnlich tritt die Teilung der primären Tochterzellen gleichzeitig oder mit unbedeutendem Zeitunterschied (Figg. 4 & 5 auf Taf. I) ein. Von besonderem Interesse ist jedoch die Lage, welche die durch diese Teilung entstandenen vier sekundären Tochterzellen zu einander einnehmen. Aus den Figg. 4 & 5, Taf. I, und Fig. 15, Taf. II, ist nämlich ersichtlich, dass die apikale Kernspindel nicht mit der basalen parallel liegt: tatsächlich bildet sie einen meistens fast geraden Winkel mit dieser, woraus folgt, dass die Scheidewand zwischen den beiden oberen Tochterzellen entweder schräg steht, wie in Fig. 6, Taf. I, oder noch häufiger vertikal, wie in Fig. 7, Taf. I, und Fig. 16, Taf. II, und dass diese Tochterzellen also zumeist eine quer-gestellte Reihe oberhalb der beiden anderen bilden. Dieses Verhältnis, das früher



mehrfach, z. B. bei *Larix* (JUEL, 1900, p. 636) und *Ruppia* (MURBECK, 1902, p. 13, Taf. II), beobachtet worden ist, und das sich in Bezug auf *Neurada* dadurch erklären lässt, dass die obere primäre Tochterzelle ebenso wie bei *Ruppia* verhältnismässig niedrig ist und mit ihrem grössten Durchmesser fast rechtwinkelig gegen den der unteren gestellt ist, verdient, wie ich es l. c. näher beleuchtet, nicht nur Beachtung weil es wesentlich zum Ausgleich der topographischen Verschiedenheiten zwischen der männlichen und weiblichen Tetradenteilung beiträgt, sondern auch weil man bei einer solchen Anordnung der Tochterzellen leicht die irrtümliche Auffassung erhalten kann, die Tetradenteilung sei unvollständig gewesen: aus tangentialen Vertikalschnitten durch die Frucht muss man nämlich den Eindruck gewinnen, dass das fragliche Komplex überhaupt nur drei, in einer Reihe über einander liegende Zellen enthält.

Nach beendeter Tetradenteilung reichen die Integumente in gleiche Höhe mit dem Nucellus hinauf, und die bereits beobachtete Lagenveränderung der Samenknope ist jetzt so weit fortgeschritten, dass der Nucellus fast parallel mit dem Basalteil des übrigens fast bogig herabgekrümmten Funiculus und zwar an seiner unteren Seite liegt; die Samenanlage ist folglich anatrop und apotrop (siehe Fig. 6, Taf. I). Jetzt setzt eine der vier Makrosporen — immer nur eine von ihnen — ihre Entwicklung zum Embryosack fort, und mit Hinsicht auf das Verhältnis bei verschiedenen anderen Rosaceen ist besonders hervorzuheben, dass es stets die unterste ist. In gewöhnlicher Weise verdrängt und verzehrt sie dabei in erster Reihe die bereits verschleimten Schwesterzellen (Fig. 17, Taf. II), worauf auch die beiden Deckzellenschichten bald dasselbe Schicksal teilen. Während also der Embryosack mit seinem einen Ende schnell gegen die Spitze des Nucellus hervorstreckt, teilt sich sein Kern in zwei Tochterkerne, welche danach in üblicher Weise wiederholte Zweiteilungen erfahren, so dass acht Kerne, vier an jedem Polende, entstehen (Figg. 17—19, Taf. II). Auf diesem Stadium hat der Embryosack auch ein bedeutendes Wachstum in Breite aufzuweisen, und die Nucelluselemente, die sein vorderes Ende umgeben, sind jetzt auch ausgesogen und gelötet; ausserdem haben die Integumente den Nucellus ganz umschlossen, so dass bloss eine sehr enge, meist kaum bemerkbare Mikropyle offen bleibt. Übrigens ist zu bemerken, dass, während alle anderen Rosaceen-Gruppen durch eine zuletzt mehrschichtige Nucellus-Epidermis ausgezeichnet sind, diese Zellenlage bei der vorliegenden Pflanze stets einfach bleibt; dagegen haben nach der Tetradenteilung lebhaftere Zellteilungen im Basalteil des Nucellus stattgefunden, so dass dieser, wie aus den Figg. 17—20 auf Taf. II hervorgeht, ansehnlich verlängert worden ist. — Der reife Embryosack ist, was den Inhalt betrifft, in gewöhnlicher Weise ausgerüstet (siehe Figg. 20 & 21, Taf. II, nebst Figuren-erklärung), zeigt aber daneben die Eigentümlichkeit, dass er die epidermale Nucellushülle sprengt und weit daraus hervortritt. Unter den Rosaceen kommt etwas ähnliches bei *Sanguisorba* und *Agrimonia* vor, wo FISCHER (1880, p. 34—35, Taf. IV, Fig. 63) beobachtet hat, dass der Embryosack mit seinem schmäleren vorderen Ende in die Mikropyle hereinragt. Bei *Neurada* geht es jedoch anders zu. Der Embryo-



sack tritt hier in seiner ganzen Breite aus dem Nucellus heraus und schiebt sich nie in die immer sehr enge Mikropyle hinein. Seine Verlängerung, die höchst bedeutend ist und sehr lange Zeit andauert, wird dadurch möglich gemacht, dass sein im Nucellus zurückbleibender Teil durch Zellteilungen und Streckungen, die in den Integumenten und der Raphe stattfinden, immer mehr von der Mikropylen-Region entfernt und immer weiter gegen die Peripherie der Frucht hinaus verschoben wird; gerade um diese Zeit werden nämlich die Fächer der Frucht in radialer Richtung ausgezogen, und die Frucht selbst erhält ihre knopfähnlich ausgebreitete Form.

Nachdem die beiden Polkerne, die in Fig. 20 (Taf. II) an einander gedrückt liegen, zu einem unmittelbar unter der Eizelle liegenden Zentralkern zusammen-geschmolzen sind (Fig. 21, Taf. II), fängt gleichzeitig sowohl die Embryobildung wie auch die Bildung der Endosperms an. In Fig. 9 (Taf. I) finden wir daher neben einem zweizelligen Embryo auch die beiden ersten Endospermkerne. Den Befruchtungsakt selbst habe ich nicht beobachten können, wohl deshalb weil ich eine verhältnismässig geringe Anzahl Blüten in dafür erforderlichen Stadium zur Verfügung gehabt. — In der Fig. 9 (Taf. I), wo sich die Eizelle soeben geteilt hat, sehen wir, dass der Embryosack sich schon auf dieser Stufe zu ungefähr  $\frac{2}{3}$  seiner Länge ausserhalb des Nucellus befindet, und in Fig. 31 (Taf. III), wo der Embryo achtzellig ist, findet man den extranucellaren Teil des Embryosackes noch weiter verlängert; ebenso in Fig. 10 (Taf. I), wo der Embryo aus etwa 10 Zellen besteht. Aus den beiden letzteren Figuren geht ausserdem hervor, dass der Embryo einen fadenähnlichen Suspensor mit in einfacher Reihe angeordneten Zellen besitzt, und dass das Endosperm bisweiter noch aus freien, in das wandständige Plasma eingebetteten Kernen besteht. — Wenn der Embryosack das in Fig. 32 (Taf. III) dargestellte Entwicklungsstadium erreicht hat, ist jedoch das Endosperm zum Teil zellular geworden. Wie es diese Figur zeigt, ist nämlich das Mikropyle-Ende des Embryosackes dann ganz von einem aus grossen, dünnwandigen Elementen bestehenden Endospermgewebe ausgefüllt; ausser dem Kern und einem sehr spärlichen Plasma ist kein Inhalt in den Zellen zu bemerken, vielleicht sind sie auch hauptsächlich wasserführend. In diesem Zustande verbleibt das Endosperm eine Zeit lang. In Fig. 33 (Taf. III), welche das entgegengesetzte Ende eines Samens in etwas weiter fortgeschrittenem Stadium zeigt, finden sich also in diesem Teil des Embryosackes immer noch bloss freie Endospermkerne; hier ist übrigens noch, ausserhalb der welligen Kontur des Embryosackbodens, der korbformige Nucellus sichtbar, aus dem der jetzt enorm vergrösserte Embryosack herausgetreten ist. Die der erwähnten Kontur des Embryosackbodens entlang sich befindenden Endospermkerne sind jedoch fortwährend in lebhafter Teilung begriffen, und in dem Stadium, das durch Fig. 34 vertreten ist, wo der Embryo zwei langgestreckte Cotyledonen besitzt, hat nicht nur das am Mikropylenende befindliche Endospermgewebe grössere Ausbreitung erreicht, sondern der Embryosack ist nun auch im hinteren Teil auf seiner Innenseite mit einer einfachen oder doppelten Schicht von Endospermzellen

bekleidet. Zu bemerken ist jedoch, dass in dem reifen Samen jede Spur von Endosperm fehlt; überall grenzt die Samenschale direkt an die Gewebe des Embryo.

Fig. 35 (Taf. III) stellt einen Längsschnitt durch das Wurzelende des Samens dar; ausser der Radicula und den Keimblättern ist auch die Plumula sichtbar, in der schon im Samen zwei andere Blätter zu unterscheiden sind.

Was den Bau der Integumente und der Samenschale betrifft, ist zum Vergleich mit den Verhältnissen bei anderen Rosaceen Folgendes anzuführen. Anfangs setzt sich sowohl das innere wie das äussere Integument aus vier Zellschichten zusammen (siehe Fig. 6, Taf. I), und in dem äusseren steigt die Anzahl später nur auf fünf (hier wird natürlich von der Kante des Samens abgesehen, wo die Raphe hindurchläuft); das innere dagegen weist schliesslich, und zwar kurz nach der Befruchtung, 8—10 Schichten auf. Vor der Embryobildung treten keine besonders bemerkenswerte Strukturverschiedenheiten in den verschiedenen Schichten auf; erwähnt mag bloss werden, dass die Zellen der an den Embryosack grenzenden Schicht in radialer Richtung gestreckt worden sind. Sehr beachtenswert ist hingegen die Struktur der fertigen Samenschale. Dass die Schichten, die dem äusseren Integument entsprechen, stets die Natur eines dünnwandigen und weichen Parenchyms beibehalten, ist nicht geeignet zu befremden, da der Samen in dem verholzten Hypanthium eingeschlossen bleibt und von diesem hinreichend geschützt wird; diese Schichten betreffend ist also nur hervorzuheben, dass man sie mit Ausnahme der innersten, die aus sehr kleinen, abgerundeten Zellen besteht, bei voller Samenreife wenigstens teilweise abgeschuppt oder resorbiert findet, gleichwie es bei *Agrimonia* (PÉCHOUTRE, 1902, p. 110) der Fall ist. Desto mehr überrascht es, dass von den dem inneren Integument angehörenden Schichten, die bei anderen Rosaceen »ne présentent jamais ni sclérification, ni épaissement notable et n'interviennent que faiblement dans la protection de la graine« (PÉCHOUTRE, 1902, p. 152), die äusserste Schicht aus Elementen mit sclerifizierten und so stark verdickten Membranen besteht, dass die Lumina vollständig verschwunden sind. Diese Zellschicht, die übrigens dem Samen seine rotbraune Farbe verleiht und die wie eine ununterbrochene kräftige Kutikula erscheint, dürfte jedoch nicht den Zweck haben dem Samen mechanischen Schutz zu gewähren, sondern fungiert wohl eher als eine wasserdichte Hülle während der langen Trockenperiode, die der Samen zu überstehen hat. — Betreffend der übrigen Schichten des inneren Integuments, von denen die innerste bei der Samenreife aus rundlich polygonalen Zellen mit homogenem und gerbsäurehaltigem Inhalt besteht, siehe Fig. 11 (Taf. I).

Es erübrigt noch die Natur des Gebildes aufzuklären, das auf gewissen horizontalen Querschnitten durch die Frucht (siehe Textfig. 3 b) die Fächer in ein äusseres und ein inneres zu zerteilen scheint, und das sich in vertikalen Schnitten durch die Fruchtfächer als eine zwischen das fertile und das sterile Eichen sich einschiebende Anschwellung (siehe die Mehrzahl der Figuren auf Taf. I und Fig. 31 auf Taf. III) präsentiert. Wie vorstehend hervorgehalten besteht dieses Gebilde aus einem Wulst, der das Fach durchquert. In gewissen Vertikalschnitten, besonders

solchen, die das sterile Ovulum nicht getroffen hat (z. B. Fig. 6, Taf. I), gleichwie auch solchen, wo das fertile Ovulum sich in weiter vorgeschrittenem Stadium befindet (z. B. Figg. 8—10, Taf. I, und Fig. 31, Taf. III), ragt dieser Wulst so weit hervor, dass er mitten vor oder in die Nähe der Mikropyle dieser Samenanlage gelangt, und man könnte sich infolge dessen versucht fühlen, das fragliche Gebilde mit dem Obturator zu identifizieren, der für gewisse Rosaceen-Gruppen, nämlich die *Pomoideae*, *Spiraeoidae* und *Prunoideae* bezeichnend ist. Dieses wäre jedoch sicher irrtümlich. Der Obturator bei den erwähnten Gruppen ist nämlich eine von der Placenta, bez. dem Funiculus ausgehende Anschwellung, die durch papillenartig hervorragende Oberflächenzellen und gewisse andere histologische Einzelheiten (siehe PÉCHOUTRE, 1902) von den angrenzenden Gewebepartien abweicht. Der Querwulst, von dem hier die Rede ist, reicht zwar mit seinem einen Ende bis zu dem Insertionspunkt der fertilen Samenanlage, also zur Placenta, vor, als Ganzes betrachtet stellt er aber eine vom Basalteil der äusseren Wand des Fruchtfaches hineinragende Gewebemasse dar. Wenn also das betreffende Gebilde infolge seines abweichenden Ursprunges sich jedenfalls nicht unbedingt mit dem Obturator der erwähnten Rosaceen identifizieren lässt, könnte man sich dennoch denken, dass es als solcher fungiere. Bedauerlicherweise habe ich an dem zu Gebote stehenden Material nicht feststellen können, welchen Weg der Pollenschlauch nach dem Herabdringen durch den Griffel einschlägt, zu bemerken ist jedoch, dass sich das fragliche Gebilde in histologischer Hinsicht keineswegs von den Gewebepartien unterscheidet, die im Übrigen die Ovarialhöhlung begrenzen. Ich glaube auch, dass es kaum irgendwelche andere Aufgabe hat, als den Raum auszufüllen, den das abortierende Ovulum hinterlässt, und dadurch dem in horizontaler Richtung hervorstehenden anderen Eichen eine Stütze zu gewähren. Für eine solche Auffassung spricht auch der Umstand, dass so bald sich das sclerenchymatische Flechtwerk im Hypanthium zu entwickeln beginnt, auch ein kräftiger Sclerenchymstrich in dem fraglichen Querwulst zum Vorschein kommt, wie es Fig. 10 auf Taf. I zeigt. — Diese tangential verlaufende Wucherung wäre also mit Rücksicht auf ihre morphologische Natur als ein Analogon der radial laufenden Wucherung aufzufassen, durch die jedes Karpid in zwei Fächer zerfällt. Als eine weitere Äusserung der Tendenz zu Wucherungen in verschiedenen Richtungen dürfte man übrigens auch die Stachelbildungen auf der Oberfläche des Hypanthiums deuten können.

**Die Entwicklung des Pollens.** Hierüber ist nicht viel zu sagen, da in allem Wesentlichen mit dem für die Dikotyledonen typischen Entwicklungsverlauf Übereinstimmung herrscht. Ein Querschnitt einer jüngeren Anthere zeigt vier fast kreisrunde Pollenfächer, in denen sich vier Wandschichten, ein innerhalb derselben befindliches Tapetum mit meistens zweikernigen und nie mit einander zusammenfliessenden Zellen und zu innerst ein rundlicher Komplex von gewöhnlich nur vier Pollenmutterzellen unterscheiden lassen. Wenn sich der Kern dieser letzteren in Diakinese befindet (Fig. 22, Taf. II), was zur Zeit des Synapsisstadiums der Makrosporenmutterzelle eintritt, so lässt sich ohne Schwierigkeit das Vorhandensein von



bloss 6 Chromosomen feststellen. Die Tetradenteilung verläuft nach dem bei den Dikotyledonen gewöhnlichen Schema, und die vier Tochterkerne nehmen in der Regel die Ecken der jetzt rundlich tetraëdrischen Mutterzelle ein (Fig. 23 a, Taf. II); selten sind die Tochterzellen wie in Fig. 23 b angeordnet. Nachdem die Pollenzellen frei geworden und eine dicke Exine erhalten, teilt sich ihr Kern (Fig. 24) in einen grossen vegetativen und einen bedeutend kleineren generativen; umgeben von einer Plasmamasse, die eine deutliche uhrglasförmige Begrenzung gegen das Plasma des vegetativen Kernes zeigt, legt sich der generative Kern an die eine Seite des Pollenkornes an (Fig. 25), worauf er sich in die zwei Spermakerne teilt (Fig. 26); diese Teilung hat sich kurz nach der weiblichen Tetradenteilung abgespielt und ehe noch der junge Embryosack angefangen hat in die Höhe zu wachsen. Die Begrenzung des Plasmas der Spermakerne betreffend haben sich keine sichere Beobachtungen ausführen lassen. — Die Pollenkörner haben eine kugeltetraëdrische Form, eine ebene Oberfläche und eine Keimpore in jeder der abgerundeten Ecken.

### Die Biologie der Frucht und der Samen.

Bei der Reife löst sich die Frucht von selbst von ihrem verwelkten und verkürzten Stiel ab, und da sie während ihrer Entwicklung gewöhnlich halb im Sande begraben worden ist, bleibt sie meistens nach dem Absterben der Pflanze an der Stelle liegen, wo sie sich entwickelt hat. Man hat allerdings behauptet, dass das Hypanthium durch seine abgeplattete Form als Verbreitungsmittel dienen sollte, aber, selbst wenn es zuweilen natürlich eintreffen kann, dass Früchte vom Sturm losgerissen und weggerollt werden, so lässt sich jedenfalls nicht die Auffassung aufrecht halten, dass es als Flugorgan fungieren könnte (Focke, 1894, p. 9). Dazu ist die Frucht gar zu schwer, und zwar nicht nur infolge ihres histologischen Baues sondern auch noch dadurch, dass sie gewöhnlich stark mit Bodenpartikeln belastet ist, die sich in dem Haarfilz, in den Vertiefungen zwischen den Stacheln, den Griffeln u. s. w. festgesetzt. Weit wahrscheinlicher scheint es mir, dass die Bedeutung der eigentümlichen Ausbildung der Frucht für die Pflanze darin liegt, dass sie den Samen bei der Keimung günstige Bedingungen gewährt. Dadurch dass die Oberseite gewölbt, die Unterseite hingegen breit und flach ist, kommt die Frucht, auch wenn sie losgerissen worden ist, meistens mit letztgenannter Fläche auf dem Boden zu ruhen und wird in dieser Lage auch leicht durch Sand- und Lehmpartikel festgehalten, welche sich um sie anhäufen und sie zum Teil bedecken. Auf den Standorten findet man auch die weit überwiegende Mehrzahl der Früchte gerade in der erwähnten Lage mehr oder weniger fest verankert liegen. Aber diese Lage macht tatsächlich eine notwendige Voraussetzung für die Befestigung der Keimpflanze im Boden aus. Bekanntlich spielt sich nämlich die Keimung in der Weise ab, dass die Embryonen ihre Radicula durch das Loch herabsenden, welches der Blütenstiel im Fruchtboden hinterlässt. Ist der Fruchtboden nach abwärts gekehrt, so kann die Wurzel folglich direkt in den Boden hinab fortwachsen, wobei sie



zugleich von der Frucht selbst geschützt wird; in umgekehrter Lage müsste die Keimwurzel gezwungen werden in die Luft hinauszuwachsen, und wäre infolge deren Trockenheit der Gefahr ausgesetzt zu vertrocknen. — Aus dem Angeführten ergibt sich, dass ich gewissermassen den Stacheln der Frucht die Rolle von Verankerungsorganen zuschreibe. Dabei wird aber keineswegs verleugnet, dass sie zugleich als Mittel der epizoischen Verbreitung dienen können. Ihre Bedeutung in letzterer Beziehung sehe ich jedoch als untergeordnet an, teils weil die höheren Tierformen in den eigentlichen Wüstengebieten selten sind, teils weil die Spitze der Stacheln gerade ist. Was ihre Länge betrifft, so ist sie vor der Keimung der Samen in der Regel nicht so hervortretend wie an den in Figg. 27 & 29 (Taf. III) abgebildeten älteren Früchten, wo sowohl der Haarfilz wie der grosszellige Parenchymbelag verschwunden ist. Das Aussehen reifer Früchte, deren Samen noch nicht gekeimt, ist in Fig. 28 (die typische Form) und Fig. 30 (eine seltner vorkommende Form) wiedergegeben.

Es ist schon oben hervorgehoben worden, dass die Samen, obgleich sie nie die Frucht verlassen, doch 10 an der Zahl sind, und dass wenigstens 6 von ihnen einen voll entwickelten Embryo besitzen. In Übereinstimmung hiermit findet man sehr oft, dass mehrere Pflanzen (öfters zwei, nicht selten auch drei oder vier) aus derselben Frucht aufgewachsen sind und eine vollkommene Entwicklung erreicht haben. Sämtliche Pflanzen senden ihre Wurzel durch das verhältnismässig enge Loch im Zentrum der Basalfläche der Frucht hinab und werden zeitlebens durch die um die Wurzelhäse stets sitzenbleibende Mutterfrucht dicht zusammengehalten. Die Gattung *Neurada* bietet folglich ein eklatantes Beispiel einer Erscheinung, die ich *Synaptospermie* nennen möchte, und die darin besteht, dass Samen oder Früchte, die innerhalb desselben Organs oder in unmittelbarer Nähe von einander entwickelt sind, statt sich nach erreichter Reife von einander zu trennen, irgendwie gruppenweise zusammengehalten werden, und zwar sogar während der Keimung. In der Wüste Sahara und ihrer Fortsetzung ostwärts begegnen einem zahlreiche Beispiele dieser Erscheinung. Es mag z. B. daran erinnert werden, dass bei drei Wüstenspezies von *Rumex*, nämlich *R. vesicarius* L., *R. planivalvis* MURB. und *R. roseus* L., die Früchte stets mit einander zu zwei- oder zuweilen dreizähligen Gruppen zusammengekoppelt sind, indem die Blütenstiele, deren oberer Teil wie bei übrigen *Rumices* mittelst eines Gelenkes abfällt, an der Spitze zwei oder zuweilen drei dicht zusammengedrängte und am Grunde verwachsene Blüten trägt, aus denen die Frucht nicht herausfällt; die Blütenstiele sind mit anderen Worten ihrer ganzen Länge nach verwachsen (MURBECK, 1907, p. 5—7, Taf. I). Ähnlich verhalten sich die ebenfalls desertischen Caryophyllaceen *Pteranthus dichotomus* FORSK. und *Sclerocephalus arabicus* BOISS., indem eine Anzahl einsamiger Blüten, die nie die Samen herauslassen, zu kleinen Dichasien oder kugeligen Aggregaten fest zusammengeschlossen sind, die als Ganzes abfallen (MURBECK, 1906, p. 6—10, Taf. I). Hierher gehören auch einzelne Cruciferen, deren Früchte, obgleich sie mehrsamig sind, ungeöffnet abfallen, wie die in der nordwestlichen Sahara vorkommende *Lonchophora*

*Capiomontiana* DR., ferner einige Leguminosen mit mehrsamigen, bei der Reife an die Unterlage angedrückten oder halb begrabenen Früchten, die sich nicht oder doch nur unvollständig öffnen, und deren Samen deshalb an Ort und Stelle keimen, wie *Trigonella anguina* DEL. und *T. stellata* FORSK., sowie auch gewisse Compositen, deren Früchte stets im Involucrum eingeschlossen bleiben, z. B. *Gymnarrhena micrantha* DESF., deren Köpfchen sich kaum über die Bodenfläche erheben, und deren Samen, wenigstens zum Teil, Generation auf Generation ihre Wurzeln durch das Involucrum der Mutterpflanze hinabsenden; in analoger Weise verhalten sich auch die kleinen Gramineen *Ammochloa subacaulis* (BAL.) COSS. & DR. und *A. involucrata* MURB. — Es ist meine Absicht, in einer künftigen Arbeit die hier ganz flüchtig berührten und früher nicht näher beachteten Eigentümlichkeiten zu behandeln. Hier mag nur hervorgehoben werden, dass die Synaptospermie eine spezielle Äusserung einer allgemeineren biologischen Erscheinung darstellt, die darin besteht, dass das Disseminationsprinzip, welches in Florengebieten mit zusammenhängenden Vegetationsdecken so notwendig und so genau durchgeführt ist, in Wüstengegenden eine weniger bedeutungsvolle Rolle für die Existenz der Pflanzenarten spielt und infolgedessen im Verhältnis zu einem anderen Streben stark zurücktritt, nämlich die Früchte oder Samen in einer effektiven Weise an der Unterlage zu fixieren oder sie in dieser zu verankern, wodurch sie u. a. verhindert werden, während der langen, sich nicht selten über mehrere Jahre erstreckenden Trockenperiode ein Spielball des Windes zu werden. Dass die Fixierung oder Verankerung öfters in unmittelbarer Nähe der Mutterpflanze oder sogar im Inneren derselben (*Gymnarrhena*) vor sich geht, bildet von oekologischem Gesichtspunkte kaum eine erhebliche Ungelegenheit, da es sich meistens um annuelle Arten und kleine Individuen handelt, und Konkurrenz mit anderen Spezies gewöhnlich nicht vorkommt: in der Regel findet sich Raum genug für die Nachkommenschaft, ebenso auch Nahrung, vorausgesetzt nur dass es regnet. Aus demselben Grunde dürfte der Umstand, dass die Samen bei Synaptospermie portionsweise zusammenbleiben, kein Missverhältnis ausmachen; einen Vorteil führt die besprochene Anordnung jedenfalls mit sich, dass nämlich die umhüllenden Organe imstande sind, bei der Keimung den Samen eine gesteigerte Wasserquantität zur Verfügung zu stellen, und dass diese Hüllen oft zugleich als wirksame Verankerungsorgane dienen.

Die Biologie von *Neurada* betreffend mag schliesslich hervorgehoben werden, dass die Samen verhältnismässig lange ihre Keimkraft beibehalten. Von 18 Früchten, die ich im April 1903 bei Hammam Salahin in der Nähe von Biskra eingesammelt, und die dann, nachdem sie bis zum Mai 1915 in einer Glasbüchse im hiesigen Museum gelegen hatten, in Blumentöpfe gepflanzt wurden, waren nämlich 9 mit keimfähigen Samen versehen; aus einer dieser neun Früchte wuchsen nicht weniger als 8 Pflanzen auf, aus einer anderen 4 und aus der Mehrzahl der übrigen 2—3. Dass die Samen von Pflanzen aus Gegenden, wo Jahre vergehen können, bis Niederschlag von irgendwelcher Bedeutung fällt, ihre Lebenskraft lange beizubehalten vermögen, ist offenbar von grösster Bedeutung. Was *Neurada* betrifft, fällt

dieses Vermögen dadurch noch mehr ins Gewicht, dass die Keimungsgeschwindigkeit der Samen nicht gross ist. In der erwähnten Kultur zeigten sich die ersten Pflanzen erst nach 10—12 Tagen, die Mehrzahl erst nach 2—4 Wochen, und in ein paar Fällen liess die Keimung 2 bez. 3 Monate auf sich warten. Zum Vergleich mag erwähnt werden, dass nach angestellten Versuchen, über die ich bei anderer Gelegenheit näher zu berichten beabsichtige, zahlreiche andere Wüstenpflanzen (mehr als die Hälfte von 49 hierauf untersuchten Arten) Samen besitzen, von denen jedenfalls eine geringere Anzahl im Laufe der ersten 2 Tage oder in noch kürzerer Zeit keimen, wie *Anastatica hierochuntica*, *Helianthemum kahiricum* und *H. Lippii* var. *intricatum*, *Schismus calycinus* subsp. *arabicus*, bei denen einige Samen für ihre Keimung bloss 24 Stunden nötig haben.

### Grielum L.

Von dieser Gattung, die auf Süd-Afrika beschränkt und dort von einigen wenigen Arten repräsentiert ist, habe ich nur Herbarmaterial zur Verfügung gehabt. Dieses umfasste *G. humifusum* THUNB., *G. obtusifolium* E. MEX. und *G. tenuifolium* THUNB.

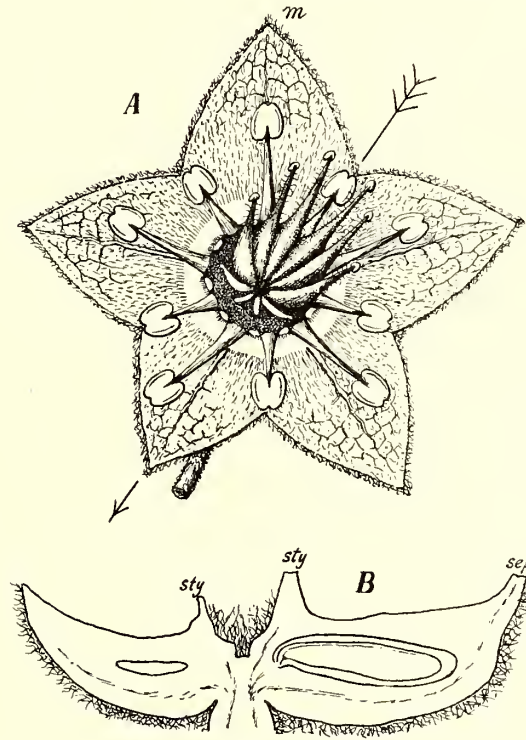
Mit Rücksicht auf den Sprossbau stimmen die erwähnten Arten, jedenfalls in allem Wesentlichen, mit *Neurada* überein. Die auf der sandigen Unterlage ausgestreckten, zuletzt oft stark verlängerten Stengel sind also Sympodien, in denen jede Sprossgeneration aus einer langgestielten Blüte besteht, der zwei grosse krautige Vorblätter vorausgehen, von denen  $\beta$  auf den in seiner Achsel entstandenen Tochter spross hinauf verschoben worden ist, so dass es auf gleiche Höhe mit dessen  $\alpha$ -Vorblatt kommt; aus den Achseln der  $\alpha$ -Blätter entwickeln sich neue Sympodien. Ebenso wie bei den Sympodien von *Neurada* bilden die  $\beta$ -Vorblätter zwei ventrale Seitenreihen, die  $\alpha$ -Vorblätter zwei dorsale, und ein  $\beta$ -Vorblatt ist immer an seinem Grunde mit der Basis des auf gleicher Höhe stehenden  $\alpha$ -Blattes verwachsen. — Auch die Stipeln betreffend herrscht Übereinstimmung mit *Neurada*, wenigstens insofern, dass Stipelbildung nicht bloss bei sämtlichen  $\beta$ -Vorblättern sondern auch an dem abwärts gekehrten Rande der  $\alpha$ -Blätter gänzlich unterbleibt. Ob Stipeln auch an den Blättern der Primärachse fehlen, hat sich an dem vorhandenen Material nicht feststellen lassen.

Das Hypanthium, welches bei *Neurada* infolge starken peripherischen Wachstums in der Bodenregion bald eine flachgedrückt konische Form annimmt, behält bei *Grielum* seine schüssel- oder kesselähnliche Form bis zur Fruchtreife bei (Textfig. 6 B). Einen scharfen Gegensatz zu *Neurada*, deren Kelchblätter bei der Fruchtreife ganz unansehnlich sind und ihre Spitzen einwärts gegen das Zentrum der



Frucht gekehrt haben, bietet *Grielum* dadurch, dass der Kelch nach der Anthese ein starkes Wachstum zeigt, so dass er im Fruchstadium einen meistens horizontalen und mit fünf auswärts gerichteten Lappen versehenen, breiten Kragen an der oberen Kante des Hypanthiums bildet. Dieser Kragen, der bei *G. humifusum* und *G. obtusifolium* ungefähr dieselbe Konsistenz hat wie der Flügel einer *Ulmus*-Frucht, dient bei diesen beiden Arten ohne Zweifel als Verbreitungsorgan der sich leicht vom Blütenstiel ablösenden Frucht.

— Wie bereits bei *Neurada* hervorgehoben, fehlt ein Aussenkelch ebenso wie alle Stachelbildungen am Hypanthium vollständig. — Was die Krone betrifft, so ist sie zum Unterschied von der bei *Neurada* recht ansehnlich, bei den untersuchten Arten 2—5 cm im Durchmesser<sup>1</sup>, und gelb. Im Ganzen erinnert die Blüte an die der Malvaceen, und die Ähnlichkeit wird noch dadurch erhöht, dass die Knospenlage der Petalen stets konvolutiv ist, eine Praefloration die sonst unter den Rosaceen bloss bei *Cydonia vulgaris*, *Rhaphiolepis* und *Gillenia* (hier doch nicht konstant) vorzukommen scheint. Hinzugefügt mag noch werden, dass in den auf einander folgenden Blüten eines Sympodiums die Petalen mit grösster Regelmässigkeit wechselweise mit dem rechten und dem linken Rande decken. — Im Androeceum herrscht Übereinstimmung mit *Neurada*. Von älteren Verfassern, wie auch von Focke, werden die Filamente als »demum indurato-spi-nescentia» (SWEET, Vol. II, Tab. 171), »hardening into horny spines» (SWEET, Vol. IV, Tab. 306), »an der Frucht zu Stachelspitzen verhärtend» (Focke, 1894, p. 49) beschrieben, Angaben, die ganz irrtümlich sind und sich augenscheinlich auf Verwechslung mit den Griffeln zurückführen lassen. — In den Zwischenräumen zwischen den 10 Staubblättern finden sich bei *G. humifusum* kleine buckelartige Schuppen, offenbar Discusbildungen, die besonders an ihrer auswärts gekehrten Fläche mit



Textfig. 6.

A. Blüte von *Grielum humifusum* nach der Anthese (die Kronblätter sind abgefallen). — m. Das mediane Kelchblatt. — Vergr. 3. — B. Vertikalschnitt durch das Hypanthium einer noch älteren Blüte; links ein steriles, rechts ein fertiles Fruchtfach. — sep. Kelchblatt. — sty. Griffel. — Vergr. 15.

<sup>1</sup> Bei *G. Marlothii* ENGLER (Bot. Jahrb. f. System. etc. Bd. X, p. 16, 1889) sind dagegen die Kronblätter nur 7 mm lang.



einer feinen Wolle von Spinnenhaaren reichlich bekleidet sind; diese Schuppen, von denen sich eine Andeutung auch bei *Neurada* fand, sind bei der erwähnten *Grielum*-Spezies ziemlich unansehnlich, indem die Höhe fast halb so klein wie die Breite ist. Bei *G. tenuifolium* dagegen sind sie dreimal so hoch als breit, aber von einem kompakten, schneeweissen Ballen von ausserordentlich feinen, spinnengewebeähnlichen Haaren, die teils von den Schuppen selbst, teils vom Blütenboden und den Basalteilen der Griffel ausgehen, gänzlich verdeckt; während der Anthese deckt dieser Haarballen ganz und gar die Mündung des Hypanthiums, und erst nachdem er entfernt ist, kommen die Schuppen zum Vorschein.

Das Gynoeceum wird als von 5—10 Karpiden gebildet angegeben. Innerhalb dieser Gattung sollte also die Karpidenzahl wechselnd sein. Dieses ist nun keineswegs der Fall, aber die Angabe lässt sich durch die Zygomorphie erklären, die sich in dem Gynoeceum geltend macht, und zu der wir gleich zurückkommen werden. Tatsächlich findet man, gerade so wie bei *Neurada*, 10 Griffel und in dem jungen Fruchtknoten 10 mit den Staubblättern alternierende Fächer. Ganz wie bei *Neurada* bilden diese Fächer durch ihre Form und Richtung 5 episepale Gruppen, und ein horizontaler Querschnitt durch das Hypanthium stimmt auch in allem Wesentlichen mit Textfig. 3 a überein. Auch bei *Grielum* lassen sich also Gründe für die Annahme finden, dass die Zehnärmigkeit auf Spaltung fünf ursprünglicher Karpiden beruht; die paarweise Anordnung der Samen ist hier sogar noch mehr hervortretend. Schnitte aus etwas geringerer Höhe, der Textfig. 3 b entsprechend, zeigen, dass der Wulst, welcher die Fächer der Frucht von *Neurada* quer durchsetzt, auch bei *Grielum* vorhanden ist; ich habe jedoch bei dieser Gattung das Vorhandensein einer sterilen Samenanlage nahe dem Boden des Faches nicht mit voller Sicherheit feststellen können.

Die Zygomorphie, die sich im Gynoeceum von *Neurada* beobachten liess, ist bei *Grielum* sehr stark hervortretend<sup>1</sup>. Schon in jungen Blüten sind also die vier proximalen Griffel sehr kurz, und in den voll entwickelten werden sie oft ganz und gar von dem Haarfilz verdeckt, der die Mündung des Hypanthiums bekleidet; auch die vier proximalen Fächer der Frucht bleiben bald in ihrer Entwicklung stehen und enthalten jedenfalls keine ausgebildeten Samen. Die übrigen Griffel nehmen, wie es Textfig. 6 A zeigt, gegen die distale Seite der Blüte hin, d. h. gegen die Hälfte derselben, die im Knospenstadium gegen den Erdboden gekehrt gewesen ist, immer mehr an Länge zu; auch bei *Grielum* nehmen nämlich die jungen Blütenknospen eine horizontale Lage ein. Ebenso wie bei *Neurada* bildet die Symmetrieebene einen Winkel von 36° mit der Medianlinie der Blüte.

Die Karpiden sind in ihrer Basalregion mit einander und mit dem Hypanthium vereint. Weiter hinauf sind sie dagegen frei, und nach BENTHAM & HOOKER (1862

<sup>1</sup> Diese Eigentümlichkeit ist schon von SWEET (siehe seine Tab. 306, Figg. 3 & 4) beobachtet und übrigens schon von BURMAN (1738, Tab. 53) angedeutet worden, wurde aber, auffallend genug, von neueren Systematikern, wie BENTHAM & HOOKER und FOCKE, ganz ausser Acht gelassen.

—67, p. 626) öffnen sie sich schliesslich in der Bauchnaht («carpidia secus axin hiantia»). Es verdient jedoch untersucht zu werden, ob nicht ihr Aufspalten, gleichwie bei *Neurada*, erst bei der Keimung der Samen eintritt. Jedenfalls ist es offenbar, dass die Keimung der Samen sich hier ebenfalls innerhalb der Frucht vollzieht. Dieses geht nämlich zur Genüge teils aus SWEET's Tab. 171, Fig. c, die einen Fruchtkelch von *G. tenuifolium* »with the young plant sprouted from the capsule, and the root growing from below it» darstellt, teils aus seiner Äusserung über die Keimung bei seinem *G. laciniatum* (Tab. 306) hervor: »the young plants come up readily, the roots bursting through the back of the calyx». — Gegen die Fruchtreife weisen die Griffel der fertilen Karpiden die Eigentümlichkeit auf, dass sie zu langen, groben, stark erhärtenden Stacheln auswachsen. An der reifen Frucht findet man deshalb 6, seltner 4 oder 8, verschieden lange und in einer Bogenlinie geordnete Stacheln aus der Mündung des Hypanthiums hervorragend. Diese Stacheln sind, wie oben erwähnt, irrtümlich als verhärtete Staubblattfilamente angesehen worden.

Die Entwicklung der Samenanlage betreffend haben sich begreiflicherweise nur ganz fragmentarische Beobachtungen anstellen lassen. Mikrotomschnitte durch einige eingebettete Blütenknospen, Hypanthien und reife Samen haben jedoch gezeigt, dass die Samenanlage, ebenso wie bei *Neurada*, eine horizontale Lage einnimmt, und dass sie anatrop und apotrop ist; ebenfalls hat es sich nachweisen lassen, dass der Embryosack aus dem Nucellus hinauswächst und sich stark verlängert, während zugleich das Chalazaende des Samens weiter gegen die Peripherie der Frucht hinaus verschoben wird, dass ferner der Nucellus lange ausserhalb des Antipodenendes des Embryosackes persistiert, dass die Integumente ungefähr von derselben Anzahl von Schichten aufgebaut sind wie bei *Neurada*, dass die Schichten der Samenschale, die dem äusseren Integument angehören, weich und dünnwandig bleiben und bei der Samenreife zum Teil abschuppen, und dass die äusserste Schicht des inneren Integuments so stark sclerifizierte Zellen erhält, dass die Lumina fast gänzlich verschwinden. Schliesslich mag erwähnt werden, dass gleichwie bei der Schwesergattung jede Spur von Endosperm in dem reifen Samen fehlt, und dass die Keimblätter eine herz- oder fast pfeilförmige Basis besitzen.

## Verwandtschaftsverhältnisse der Gruppe.

Betreffs der Verwandtschaft der hier behandelten Gruppe sind die Ansichten lange streitig gewesen. SWEET (1822, 1828) führte die beiden ihm bekannten *Grielum*-Arten zur Familie *Geraniaceae*. A. P. DE CANDOLLE (1825), der eingesehen, dass die Gattung *Grielum* mit *Neurada* sehr nahe verwandt ist, fasste diese beiden Gattungen unter dem Gruppennamen *Neuradeae* zusammen und stellte sie, wenn auch etwas zögernd<sup>1</sup>, unter die Rosaceen; hier findet man sie auch bei ENDLICHER (1836) und bei BENTHAM & HOOKER (1867), auch hier als besondere Gruppe. In seiner *Histoire des Plantes* (Tome V, p. 10, 1874) hat dagegen BAILLON geltend zu machen gesucht, dass die *Neurada*-Gruppe mit den Rosaceen nichts anderes gemeinsam hat als ihre Perigynie, und unter Hinweis auf die Ähnlichkeit zwischen *Grielum* und *Geranium* betreffs Grösse der Kronblätter und ihrer gedrehten Knospenlage betrachtet er die beiden fraglichen Gattungen als perigyne Typen der Geraniaceen-Familie. In neueren systematischen Arbeiten finden sie sich allgemein als eine Gruppe unter den Rosaceen aufgeführt.

Die Verschiedenheiten, welche die hier in Frage stehende Pflanzengruppe den Geraniaceen gegenüber aufweist, sind tatsächlich gar zu gross, als dass sie mit Recht dahin geführt werden könnte. Es genügt hervorzuheben, dass die Blüten diplostemon, nicht obdiplostemon wie bei den Geraniaceen, sind, dass im Zusammenhang hiermit die Karpidstellung episepal, nicht epipetal ist, dass das Perianth epigyne oder perigyne Insertion hat, dass die Karpiden mehr oder weniger vollständig mit dem Hypanthium verwachsen sind, dass die Samen apotrop, nicht epitrop sind, und dass sie stets im Hypanthium eingeschlossen bleiben.

Ihrem Einrangieren unter die Rosaceen scheint sich dagegen kein ernstes Hindernis entgegenzustellen. Vergleicht man die fraglichen Gattungen mit besonders typischen Repräsentanten der erwähnten Familie, so stösst man allerdings auf eine ganze Reihe von zum Teil sehr frappanten Eigentümlichkeiten. Die äussere Organisation betreffend mag an den sympodialen Sprossbau und die damit verbundene Verschiebung gewisser Blätter, an die totale Abwesenheit von Stipeln an den Blättern der Hauptachse (wenigstens bei *Neurada*) und an das partielle Fehlen solcher an den übrigen Blättern erinnert werden, ferner an die Zygomorphie im Gynoeceum und an die vollständig durchgeführte Zweiteilung der fünf Karpiden. Zu fast allen diesen Abweichungen finden sich jedoch Gegenstücke unter den Rosaceen: florale Sprossketten, allerdings ohne Verschiebung der Vorblätter, finden sich, wie bereits erwähnt, bei *Potentilla reptans*; Stipeln fehlen bei *Spiraea* und *Holodiscus*; partielle Spaltung der Karpiden kommt bei *Amelanchier* und *Photinia* vor, und zu der Zygomorphie im Gynoeceum giebt es ja, da sie auf Rückbildung gewisser Karpiden beruht, Parallele nicht bloss in den *Chrysobalanoideae*, die JUEL (1915:

<sup>1</sup> Er bemerkt nämlich: »An tribus potius, innuente cl. A. L. Jussiao ad Ficoideas repellenda?»



1, p. 12) aus den Rosaceen ausmustern will, sondern auch in den *Prunoideae*. Die innere Organisation betreffend weicht *Neurada* von sämtlichen bisher genauer untersuchten Rosaceen durch das Vorhandensein einer einzigen Makrosporenmutterzelle ab, ferner durch die stets einschichtige Nucellusepidermis, dadurch dass der Embryosack so gut als vollständig aus dem Nucellus heraustritt, dass Endosperm in dem reifen Samen ganz fehlt und dadurch dass die sclerifizierte Schicht der Samenschale in das innere Integument verlegt ist. Zu bemerken ist jedoch, dass der Embryosack auch bei *Agrimonia* und *Sanguisorba* wenigstens mit seiner Spitze aus dem Nucellus hervortritt, und dass bei zahlreichen Rosaceen der reife Samen nur eine einzige Endospermschicht enthält. Da ferner bloss ungefähr das Drittel der zu der Familie gehörenden Gattungen entwicklungsgeschichtlich untersucht worden ist, so dürfte es vorsichtshalber geboten sein, zur Zeit nicht gar zu grosses Gewicht auf die übrigen Abweichungen zu legen, besonders da man betreffs Bau und Entwicklung der Samenanlage im Grossen und Ganzen unverkennbare Ähnlichkeit mit den Rosaceen konstatieren muss.

Wenn es also als befugt anzusehen ist, die *Neuradoideae* unter die Rosaceen einzurangieren, so bleibt es noch festzustellen, mit welchen der anderen Gruppen der Familie sie am nächsten verwandt sind. Focke (1894, p. 12) äussert sich hierüber folgendermassen: »Die *Neuradoideae* verhalten sich zwar bezüglich der Vereinigung der Carpelle unter einander und mit der hohlen Blütenachse ähnlich wie die *Pomoideae*; aber sie haben mit diesen nichts zu schaffen; vielmehr schliessen sie sich dadurch, dass sie in den Carpellen nur 1 Samenanlage enthalten, an die *Rosoideae* an und sind möglicherweise von den *Potentilleae* abzuleiten». Focke hat also die Ähnlichkeit mit den *Pomoideae* bezüglich der Verwachsung der Karpiden unter einander und mit dem Hypanthium klar erfasst. Die Ähnlichkeit im Bau des Gynoeceums erstreckt sich jedoch noch weiter; die 10 Fächer in der Frucht der *Neuradoideae* sind offenbar auf 5 Karpiden zurückzuführen, welche, wie bei den *Pomoideae*, konstant episepale Stellung einnehmen, und gewisse Pomoideen haben ausserdem einen Ansatz zur Zweiteilung der Karpiden, die bei den *Neuradoideae* durchgeführt worden ist, aufzuweisen. Die Verschiedenheit, die nach Focke darin bestehen sollte, dass die Karpiden bei den *Neuradoideae* bloss eine einzige Samenanlage enthalten, hat sich ferner als irrtümlich herausgestellt. Im Vorstehenden habe ich nämlich gezeigt, dass bei *Neurada* jedes Fach der Frucht zwei über einander gestellte Samenanlagen enthält, von denen freilich nur die obere sich zum Samen entwickelt. Ob auch bei *Grielum* eine untere Samenanlage vorhanden ist, habe ich nicht mit voller Sicherheit feststellen können. Da aber in einem wie im anderen Fall zwei Fächer einem Karpid entsprechen, müssen unter allen Umständen die Karpiden beider Gattungen als wenigstens zweisamig aufgefasst werden; bei *Neurada* enthält jedes tatsächlich vier Samenanlagen. Auch mit Rücksicht auf die Mehrsamigkeit der Karpiden herrscht also Ähnlichkeit mit den *Pomoideae*; die Rosoideen hingegen haben bekanntlich nie mehr als einen entwickelten Samen und in den aller meisten Fällen auch nicht mehr als eine Samenanlage in



jedem Karpid. — Eine weitere Übereinstimmung mit den Pomoideen besteht darin, dass die Samen apotrop sind, wobei jedoch zu bemerken ist, dass solche Samen auch bei den *Quillajaeae*, sowie bei den *Dryadinae* und bei gewissen *Cercocarpeae* (JUEL 1915: 2, p. 466) unter den *Rosoideae* vorkommen. — Es verdient auch hervorgehoben zu werden, dass die Samenanlage bei den *Neuradoideae* zwei von einander ganz freie Integumente besitzt, und dass dasselbe innerhalb der *Pomoideae* und *Quillajaeae* der Fall ist, während dagegen fast alle *Rosoideen* entweder die Integumente zu einem einzigen vereint haben oder das äussere entbehren (JACOBSON-STIASNY, 1914). — Schliesslich ist zu bemerken, dass die *Neuradoideae* neben den *Pomoideae* die einzigen Rosaceen zu sein scheinen, wo Reste des Nucellusgewebes in dem entwickelten Samen zurückbleiben.

Aus dem Angeführten dürfte hervorgehen, dass die *Neuradoideae* in mehreren wichtigen Punkten mit den Pomoideen Übereinstimmung zeigen, und dass sie sich diesen viel näher anschliessen als den *Rosoideae*. Jedenfalls scheint es nicht möglich zu sein, sie von den *Potentilleae* abzuleiten, da sie tatsächlich mit dieser Untergruppe gar zu wenig gemeinsam haben. — Auch von den *Pomoideae* weichen jedoch die *Neuradoideae* in ein paar wichtigen Punkten ab, nämlich durch das Fehlen eines Obturators und durch die totale Abwesenheit von Endosperm in dem reifen Samen; dass ihre Repräsentanten durchgehends Kräuter sind, während die Pomoideen ebenso durchgehend Sträucher und Bäume umfassen, mag ja auch verdienen hervorgehoben zu werden. Die hier behandelte Pflanzengruppe dürfte deshalb, trotz ihren deutlichen Anknüpfungspunkten an die Pomoideen, am besten als eine der Hauptabteilungen der Rosaceen-Familie aufzuführen sein, und Verschiedenes deutet darauf hin, dass sie einen Typus von hohem Alter repräsentiert. Das einfach gebaute Androeceum, das Vorhandensein bloss einer einzigen Makrosporenmutterzelle und die stets einschichtige Nucellusepidermis sind Charaktere, die auch Saxifragaceen auszeichnen, und die Zygomorphie im Gynoeceum lässt sich vielleicht als einen nicht nur an die *Chrysobalanaceae* sondern auch an die *Leguminosae* erinnernden Zug anführen, besonders da das Austreten des Embryosackes aus dem Nucellus eine weitere ebenfalls bei den Leguminosen, z. B. bei *Lathyrus* und *Acacia* (JÖNSSON, 1880, p. 56), beobachtete Eigentümlichkeit ist.

## Litteraturverzeichnis.

1874. BAILLON, H.: Histoire des plantes. Tome V. — Paris.
- 1862—67. BENTHAM, G. & HOOKER, J. D.: Genera plantarum. Vol. I. — Londini.
- 1738—39. BURMAN, J.: Rarianum afric. plant. iconib. & descriptionib. illustr. — Amstelod.
1825. CANDOLLE, A. P. DE: Prodromus system. natur. regni vegetab. Pars II. — Paris.
1875. EICHLER, A. W.: Blüthendiagramme. I. — Leipzig.
1878. —: Blüthendiagramme. II. — Leipzig.
1836. ENDLICHER, S.: Genera plantarum. — Vindobonæ.
1880. FISCHER, A.: Zur Kenntniss d. Embryosackentwicklung einiger Angiospermen. Inaug.-Diss. — Jena. (Sep.-Abdr. d. Jenaisch. Zeitschr. f. Naturwiss. XIV. 1880.)
1894. FOCKE, W. O.: Rosaceæ. In ENGLER & PRANTL, Die natürl. Pflanzenfamilien. III. 3. — Leipzig.
1882. GOEBEL, K.: Beiträge z. Morphologie u. Physiologie des Blattes. (Botan. Zeitung. Red. DE BARY & JUST. Jahrg. 40.)
1914. JACOBSSON-STIASNY, E.: Versuch einer embryologisch-phylogenetischen Bearbeitung d. Rosaceæ. (Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-nat. Kl. Bd. CXXIII. Abt. I.)
1900. JUEL, O.: Beiträge z. Kenntniss d. Tetradentheilung. (Jahrb. f. wissenschaft. Botanik. Bd. XXXV. — Leipzig.)
1915. —: 1. Über d. Bau d. Gynæceums bei Parinarium. (Arkiv för Botanik, utg. af K. Svenska Vet.-Akad. Bd. 14. N:o 7. — Stockholm.)
1915. —: 2. Rosaceernas system. (Svensk Botanisk Tidskrift. Bd. IX. p. 464—66. — Stockholm.)
- 1879—81. JÖNSSON, B.: Om embryosäckens utveckling hos Angiospermerna. (Acta Universit. Lundensis. Tom. XVI. — Lund.)
1902. MURBECK, S.: Über d. Embryologie v. *Ruppia rostellata*. (K. Svenska Vet.-Akad:s Handlingar. Bd. 36. N:o 5. — Stockholm.)
1906. —: Bidrag till Pterantheernas morfologi (mit deutsch. Résumé u. deutsch. Figurenerklär.). [Lunds Univ. Årsskrift. N. F. Afd. 2. Bd. 2. N:r 6. (K. Fysiogr. Sällk:s Handl. N. F. Bd. 17. N:r 6. — Lund.)]
1907. —: Die Vesicarius-Gruppe d. Gattung *Rumex*. (Ibid. N:r 14.)
1902. PÉCHOUTRE, F.: Contrib. à l'étude du développem. de l'ovule et de la graine d. Rosacées. (Annales d. sc. nat. 8:me sér. Bot. Tome XVI. — Paris.)
1901. SCHINZ, H.: *Neurada austroafricana* Schinz. (Bull. Herb. Boissier. Tome I. 2:me sér. — Genève.
- 1822—24. SWEET, R.: *Geraniaceæ*. Vol. II. Tab. 171. — London.
- 1826—28. —: *Geraniaceæ*. Vol. IV. Tab. 306. — London.
1872. WARMING, E.: Om Forskjellen mellem Trichomer og Epiblastemer av højere Rang. (Videnskab. Meddelelser fra den naturhistor. Forening i Kjöbenhavn.)



Taf. I.



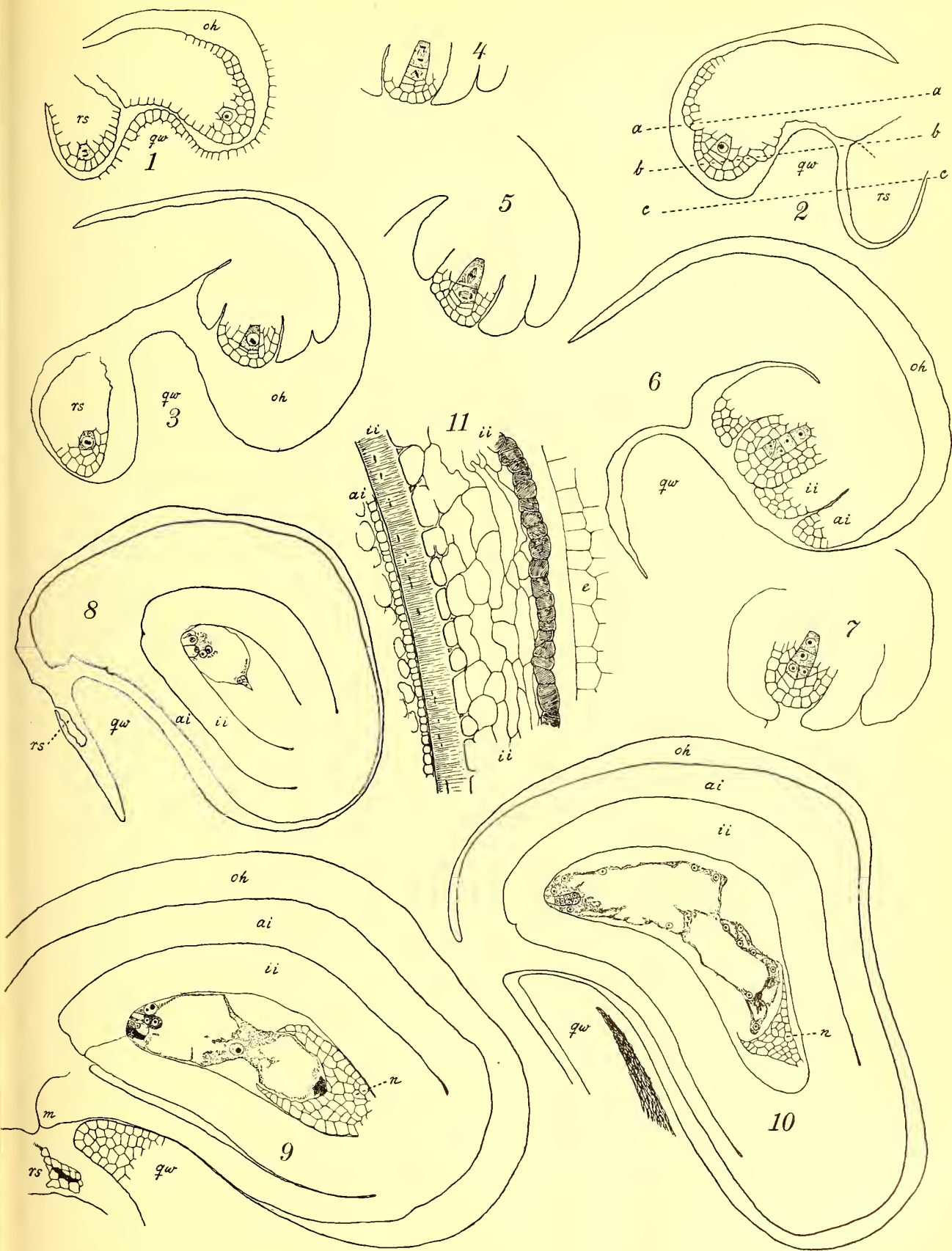
### Figurenerklärung.

Figg. 1—10. Mediane Längsschnitte durch die Samenanlage (aus radialen Vertikalschnitten durch die Frucht erhalten). — In sämtlichen Figuren nehmen die Samenanlagen ihre natürliche Stellung ein. — Die punktierten Linien *a*, *b*, *c* in Fig. 2 entsprechen den Schnitten *a*, *b*, *c* in Textfigur 3.

Fig. 11. Die Testa (Teil eines medianen Längsschnittes durch einen reifen Samen). Es bedeutet: *ai* = äusseres Integument; *e* = Embryo; *ii* = inneres Integument; *m* = Mikropyle; *n* = Nucellus; *oh* = Ovarialhöhle; *qv* = die das Fruchtfach quer durchsetzende Wulst; *rs* = rudimentäre Samenanlage.

Vergrösserung: Figg. 1—7, 9, 11 = 300; Fig. 8 = 180; Fig. 10 = 125.

---



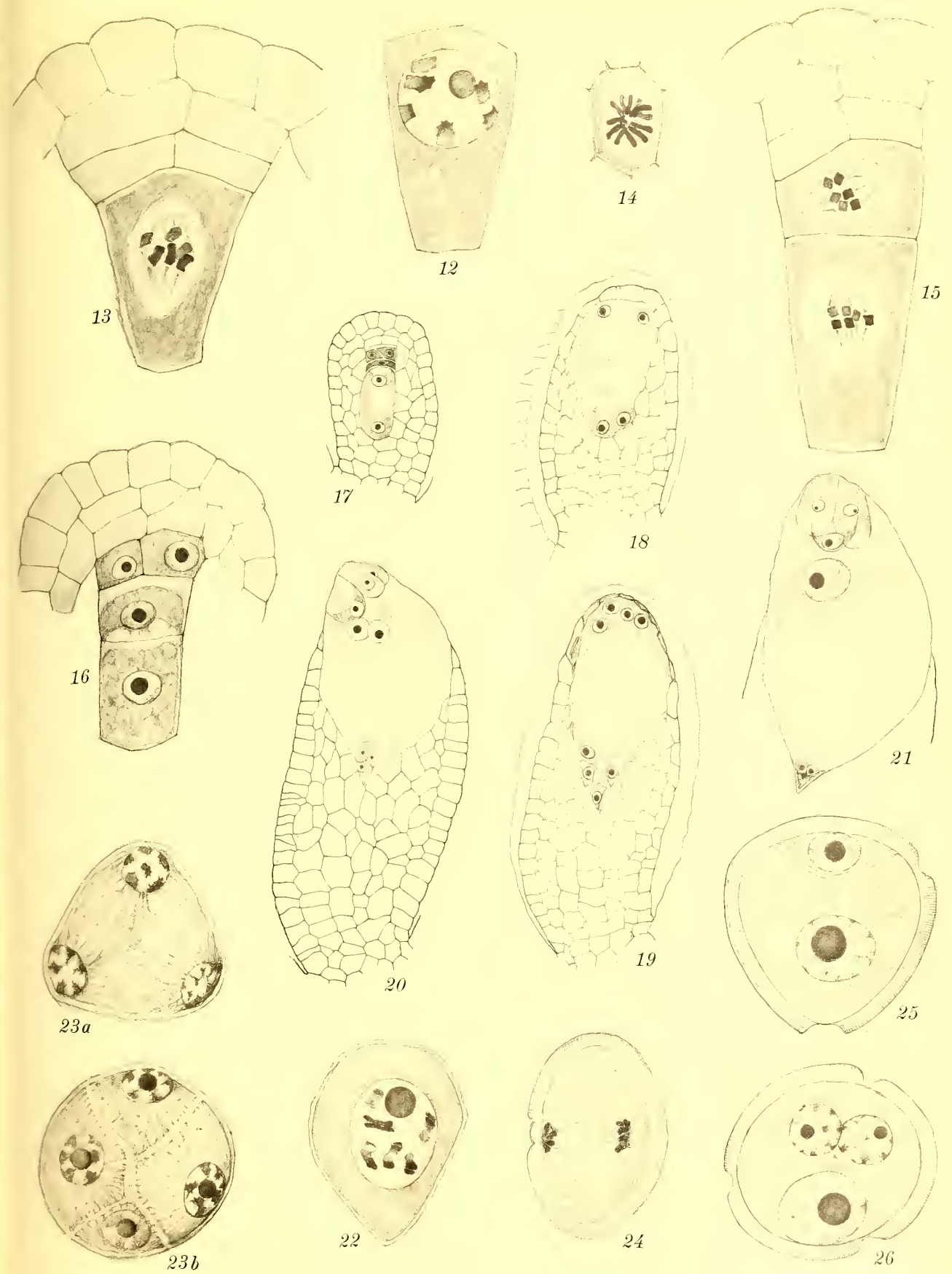


Taf. II.



### Figurenerklärung.

- Figg. 12—13. Embryosackmutterzelle in verschiedenen Stadien der Diakinese. — Vergr.: 1350.  
Fig. 14. Chromosomenplatte einer somatischen Zelle. — Vergr.: 1350.  
Fig. 15. Primäre Tochterzellen, in Teilung begriffen. — Vergr.: 1350.  
Fig. 16. Die vier sekundären Tochterzellen. — Vergr.: 1000.  
Fig. 17. Nucellus mit jungem zweikernigem Embryosack und drei verschleimten Schwesterzellen. — Vergr.: 440.  
Fig. 18. Nucellus mit vierkernigem Embryosack, der die Schwesterzellen und die Deckzellen verzehrt hat. — Vergr.: 440.  
Fig. 19. Nucellus mit achtkernigem Embryosack, der im Begriff ist, aus dem Nucellus auszutreten. — Vergr.: 440.  
Fig. 20. Nucellus mit teilweise ausgetretenem Embryosack, in dem man die 3 Antipoden, die Synergiden, die unter diesen befindliche Oosphäre und die zwei an einander liegenden Polkerne unterscheidet. — Vergr.: 440.  
Fig. 21. Reifer, zur Hälfte ausgetretener Embryosack mit Antipoden, Eiapparat und Zentralkern. — Vergr.: 440.  
Fig. 22. Pollenmutterzelle in Diakinese. — Vergr.: 1350.  
Fig. 23 a & b. Pollenmutterzelle nach der Tetradenteilung. — Vergr.: 1350.  
Fig. 24. Pollenzelle, deren Kern im Begriff ist, sich zu teilen. — Vergr.: 1350.  
Fig. 25. Pollenkorn mit der grösseren vegetativen und der kleineren generativen Zelle. — Vergr.: 1350.  
Fig. 26. Reifes Pollenkorn mit den beiden Spermakernen. — Vergr.: 1350.
-

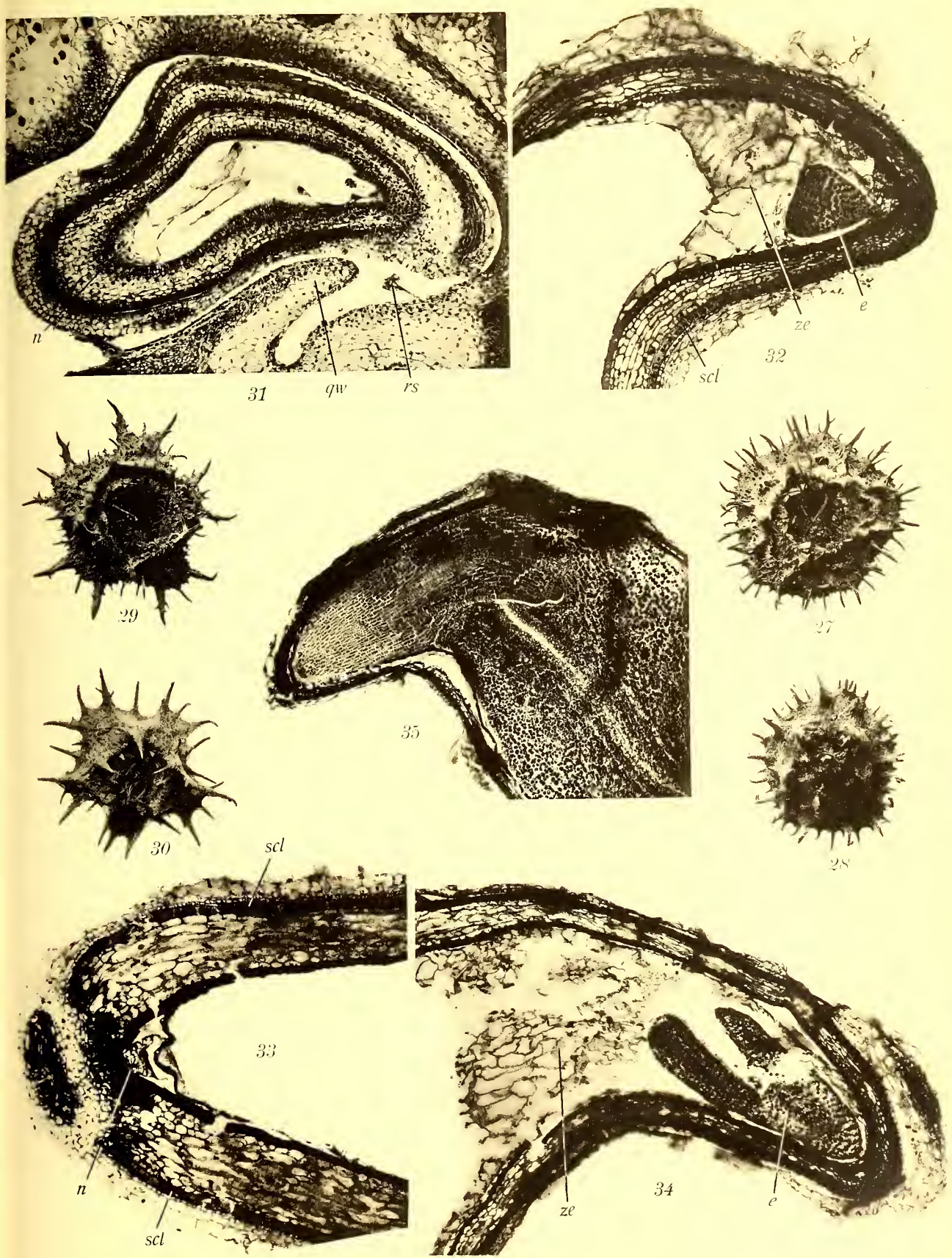


### Figurenerklärung.

- Figg. 27, 28. Früchte der gewöhnlichen Form. — 27. Vorjährige Frucht, an der die weichen Gewebe nebst der wolligen Bekleidung verloren gegangen sind. — 28. Diesjährige Frucht, deren Samen noch nicht gekeimt haben. — Vergr.: 2.
- Figg. 29, 30. Früchte einer etwas seltener vorkommenden Form, von oben gesehen. — 29. Vorjährige. — 30. Diesjährige. — Vergr.: 2.
- Fig. 31. Samenanlage mit jungem Embryo und einigen freien Endospermkernen. Unterhalb der Samenanlage die das Fruchtfach quer durchsetzende Wulst (*qw*) und die rudimentäre Samenanlage (*rs*). — *n* = Nucellusgewebe. — Vergr.: 100.
- Fig. 32. Vorderer Teil einer Samenanlage mit Embryo (*e*) und zellularem Endosperm (*ze*). — *scl* = die äusserste, später sclerifizierte Schicht des inneren Integumentes. — Vergr.: 100.
- Fig. 33. Hinterer Teil einer Samenanlage mit noch erhaltenem Nucellus (*n*). — *scl* = die sclerifizierte äusserste Schicht des inneren Integumentes. — Vergr.: 80.
- Fig. 34. Vorderer Teil einer Samenanlage mit Embryo (*e*) und zellularem Endosperm (*ze*). — Vergr.: 80.
- Fig. 35. Wurzelende des Embryos eines reifen Samens. — Vergr.: 65.

Sämtliche Figuren beziehen sich auf *Neurada procumbens* L.









# OM BÄRNSTENSYRANS VITALA OXIDATION

---

ETT BIDRAG TILL KÄNNEDOMEN OM EN FYSIOLOGISK  
FÖRETEELES KEMISKA KINETIK

AV

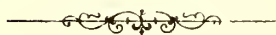
A. WESTERLUND

---

MED FRANSK RESUMÉ

MED 6 FIGURER

(Från Lunds Universitets Fysiologiska Institution.)



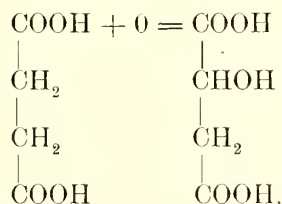
LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet den 9 februari 1916.

LUND 1916  
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKER

Under sina studier över, huru olika kemiska ämnen påverkade den överlevande muskulaturens gasutbyte, gjorde THUNBERG<sup>1</sup> den märkliga iakttagelsen, att vissa dikarbonsyror, särskilt bärnstensyra, ägde den anmärkningsvärda egenskapen att i positiv riktning elektivt påverka den ena fasen uti gasutbytet, nämligen syrgasupptagandet, medan den lämnade den andra fasen, kolsyteavgivandet, praktiskt taget orörd. Förklaringen till denna egendomliga företeelse gavs av BATELLI och STERN<sup>2</sup>, vilka påvisade, att animalisk vävnad vid närvaro av syrgas ägde förmåga att *oxidera* bärnstensyra. Deras mätningar gåvo vid handen, att totalmängden syrgas, som en molekul bärnstensyra kunde upptaga till fullständig mättnad, uppgick till en halv molekul, och härav drogo de den slutsatsen, att bärnstensyra vitalt oxiderades till äppelsyra enligt formeln



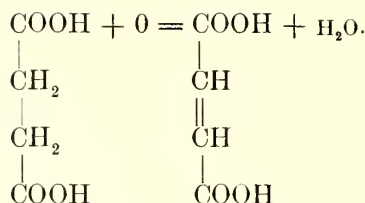
Något entydigt bevis för, att det var äppelsyra, som bildades, företeddes icke, då några analyser av den uppkomna presumerade slutprodukten, äppelsyrad baryt, icke företagits. Också påvisade EINBECK<sup>3</sup>, bl. a. i en av fröken STERN sjelv tillredd reaktionsblandning, att den substans, som bildades vid bärnstensyrans oxidation, icke var äppelsyra utan fumarsyra, och gjorde detta invändningsfritt genom ett flertal elementaranalyser av den på olika sätt isolerade slutprodukten. Även i detta fall upptager en molekul bärnstensyra en halv molekul syrgas, men reaktionen sker annorlunda:

<sup>1</sup> Studien über die Beeinflussung des Gasaustausches des überlebenden Froschmuskels durch verschiedene Stoffe, zweite Mitteilung; *Skandinavisches Archiv für Physiologie*, Bd 22; Leipzig 1909.

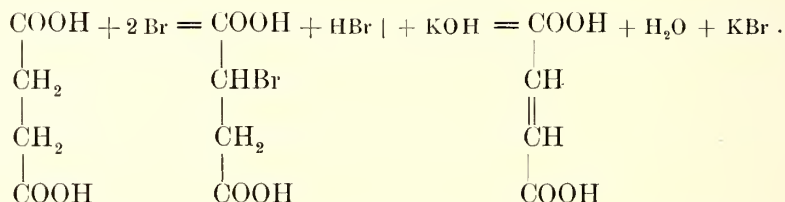
<sup>2</sup> Die Oxydation der Bernsteinsäure durch Tiergewebe *Biochemische Zeitschrift*, Bd 30; Berlin 1910.

<sup>3</sup> Über das vorkommen der Fumarsäure im frischen Fleische, *Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie*; Bd 87, Strassburg 1913 och Bd 90, *ibidem* 1914.





Det bör framhållas, att från kemisk ståndpunkt de båda reaktionerna äro lika anmärkningsvärda. Bärnstensyra angripes praktiskt taget icke ens vid hög temperatur av så energiska oxidationsmedel som kaliumpermanganat, ett förhållande, som man begagnar sig av för att isolera bärnstensyra ur en blandning av flera lättare oxidabla syror, och dessutom är reaktionen märklig från synpunkten av, att en oxidation alltid börjar i «*loco minoris resistentiae*», d. v. s. där redan en partiell oxidation blivit inledd, i detta fall vid en av karboxylgrupperna. *In vitro* kan en sådan oxidation av bärnstensyra till fumarsyra endast ske *via* en halogensubstitution och behandling av substitutionsprodukten med alkali i alkoholisk lösning, på följande sätt:



Denna förmåga att oxidera bärnstensyra anse BATELLI-STERN vara bunden till vissa protoplasmat adherenta agentier, som de kalla *oxidoner* och som skilja sig från de oxidativa fermenten genom annorstädes beläget temperaturoptimum samt vattenlöslighet<sup>1</sup>. — Det bör framhållas, att denna oxidativa förmåga hos muskulturen remanerar, även sedan den upprepade gånger urlakats med vatten.

BATELLI och STERN<sup>2</sup> hava genom sina undersökningar letts till frågan om, huru denna oxidations intensitet påverkas av olika syrgaspartiartryck i den använda gasblandningen. De hava anställt försök häröver dels i ren syrgas och dels i luft och hava därvid kommit till det resultat, att i luft minskas oxidationen högst avsevärt: «die Oxidationsenergie ist in reinem Sauerstoff zweimal grösser als in einer gewöhnlichen Luftatmosphäre». Tillnärmelsevis kan syrgaspartiartrycket i luft sägas vara  $\frac{1}{4}$  av tensionen i ren syrgas; den omständigheten, att reaktionshastigheten i luft minskades med hälften mot i ren syrgas, skulle sålunda betyda, att syrgaspartiartryck och reaktionshastighet tenderade till en ganska enkel matematisk funktion: reaktionshastigheten vore proportionell mot kvadratroten ur den förhandenvarande syrgastensionen. Denna relation är av intresse emedan, om man i en syrgasatmos-

<sup>1</sup> Die Oxidation der Citronen, Apfel- und Fumarsäure durch Tiergewebe, *Biochemische Zeitschrift*, Bd 31, Berlin 1911. I ett senare meddelande anse de emellertid vattenlöslighet föreligga.

<sup>2</sup> loco citato<sup>2</sup>) sid. 1.

fär vågar förutsätta en partiell dissociation av syrgasmolekylerna i atomer, samma proportionalitet skulle råda mellan antalet fria O-atomer och  $O_2$ -molekyler. Härigenom kan man ledas över till den åsikten, att den ifrågavarande oxidationen kunde tänkas vara betingad av de i en syrgasblandning förekommande dissociationsprodukterna. En sådan uppfattning har framförts av THUNBERG,<sup>1</sup> vilken fann, att en isolerad men i övrigt intakt grodmuskels gasutbyte steg proportionellt med kvadratroten ur syrgastensionen. — Alldenstund emellertid BATELLI och STERN's försöksanordning icke går fri från vissa anmärkningar, kunna deras resultat icke anses lämna ett slutgiltigt svar på det uppkastade spørsmålet. Jag har därför upptagit frågan till förnyad behandling med en för bättrad metodik; i det följande meddelas de resultat, till vilka jag kommit.

---

<sup>1</sup> Till kännedomen om de fysiologiska oxidationsföreteelserna; *Upsala Läkareförenings förhandlingar*. Bd 8; *Upsala* 1903.

## Försöksanordning.

Den av mig använda muskulaturen har tagits från häst. Av BATELI-STERN'S undersökningar framgår nämligen, att hästmuskulatur äger den ifrågavarande oxidativa förmågan i högre grad än muskulatur från andra, lika lätt tillgängliga djur. Muskulaturen användes för dessa försök några dagar efter djurets slaktande. Före användandet maldes den fint i köttkvarn, varvid särskilt tillsågs, att magert kött utvaldes, emedan preliminära försök visade, att mager muskulatur ägde pr viktsenhet en kraftigare oxidativ förmåga än fet sådan. Efter malningen uttvättades den erhållna muskelgröten under en till halvannan timme med vattenledningsvatten, som efter energisk skakning i kolv avdekanterades, varefter



nytt vatten tillsattes. Detta upprepades ett flertal gånger (i de flesta fall ända till 10); ändamålet med uttvättningen var att bortskaffa sådana ämnen, vilka själva kunde oxideras och därigenom göra försöksresultaten osäkra. Efter den sista dekanteringen avkolerades vattnet, muskulaturen sköljdes med destillerat vatten och kolerduken med inneliggande muskulatur pressades mellan händerna. Av den sålunda behandlade massan nedbringades fyra portioner på vardera 10 g, uti för liknande ändamål särskilt förfärdigade gassamlingsrör av glas, med inslipad propp och tillsatsrör med kranar. De rymde ungefär 330 cm<sup>3</sup>. Se vidst. figur (fig. 1). Den inslipade glasproppen var genom hängslen stadigt fäst vid röret. Till muskulaturportionen i varje gassamlingsrör sattes en lösning av uppvägd mängd bärnstensyrat kali, exsiccator torr, från KAHLBAUM, i destillerat vatten vid 40°. Därefter genom-bubblades röret i vertikal ställning med den gasblandning, som skulle undersökas, energiskt under 30 sekunder. På detta sätt beskickade, nedsattes rören uti en vattentermostat, vilkens temperatur (40°) kunde hållas konstant inom ett område av  $\pm 0,1$ , för att deras innehåll skulle antaga termostatens temperatur. Då detta skett, öppnades ett ögonblick kranen i det ena tillsatsröret, som räckte ett stycke ovanför vattenytan i termostaten, varigenom det uppkomna övertrycket kunde utjämna sig.

Skakningen av rören försiggick i en skakmaskin, som drevs med motor och tillät en särdeles energisk skakning. Den var överbyggd med ett hus, i vilket temperaturen kunde hållas konstant vid 40°, vid vilken temperatur skakningen skedde. Temperaturen reglerades av en spiralvriden bimetallisk fjeder, som vid

temperaturväxlingar ändrade sin krökning, varigenom en elektrisk ström slöts eller öppnades, vilken i sin ordning påverkade ett elektromagnetiskt ankare, som reglerade gasilloppet till en brännare, placerad inne i huset. Arrangementet hade den fördelen, att termostaten särdeles snabbt kunde uppvärmas till den önskade temperaturen, vilken reglerades inom ett område av ungefär  $\pm 0,01$ . Vidstående figur (fig. 2) utvisar skakmaskinen med infästa gassamlingsrör.

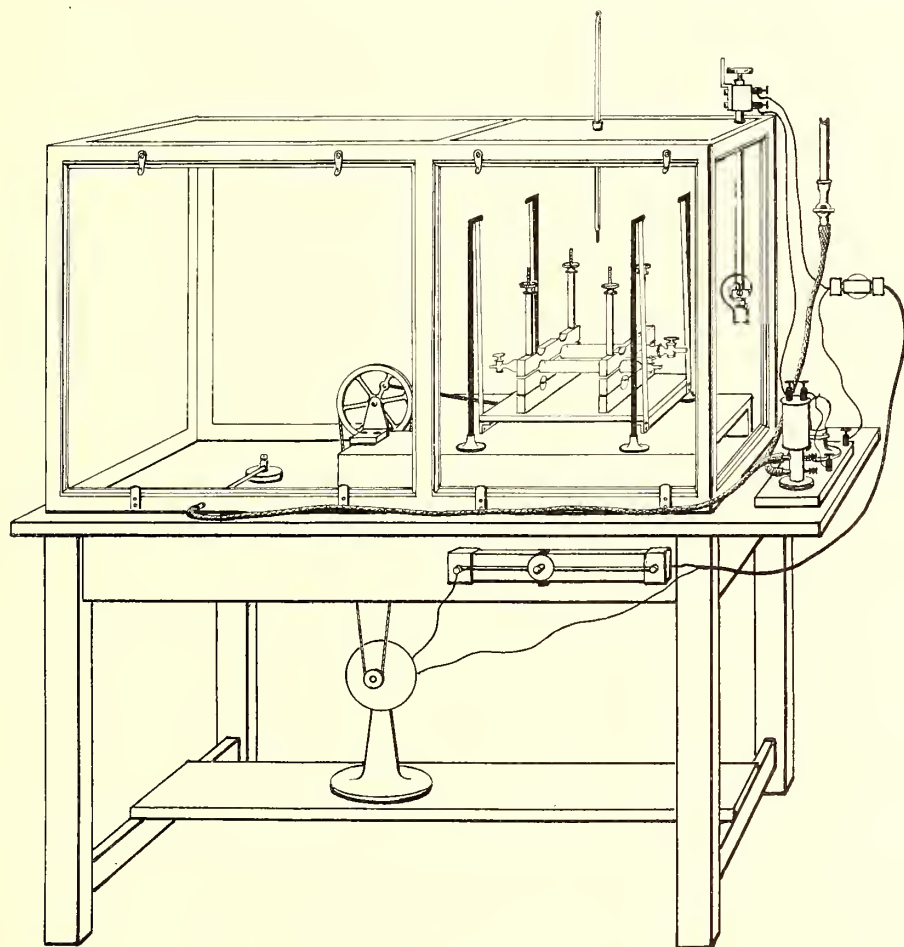


Fig. 2.

Efter femton minuters skakning uttogos rören, placerades ånyo i vattentermostaten och sattes i förbindelse med en gasburette enligt HEMPEL med mätrör, korrektionsrör, manometer och niveaukula med vatten. Burettens hade förut fyllts med syrgas av atmosfärens tryck. Med denna bestämdes den under skakperioden upptagna syrgasens mängd, som samtidigt ersattes från burette'ns förråd. Skillnaden i syrgasupptagande mellan rör 1 och rör 2, samt mellan rör 3 och rör 4 (se protokollet här nedan!) ansågs angiva de använda succinatmängdernas syrgas-





tid i 15-min. perioder	i ren syrgas	i 5 0/0-ig syrgas
1	15,3	1,6
2	6,5	4,1
3	4,3	4,0
4	2,2	3,9
5	1,0	3,5
6	0,5	2,3
7	0,2	1,6

Protokollet är matematiskt behandlat i tab. I i slutet av skriften.

I den här ifrågakommande reaktionen ingå tre ämnen, nämligen bärnstenssyra, syrgas och ett muskulaturen adherent oxidativt agens. Den hastighet, med vilken reaktionen sker, är tydligen en funktion av alla dessa ämnens koncentration,

$$\text{d v. s.} \quad \frac{dx}{dt} = F[K_1, K_2, K_3],$$

där  $K_1$ ,  $K_2$  och  $K_3$  är lika med de ingående ämnernas koncentration och  $x$  den omsatta mängden i gramkvivalenter. Det oxidativa ämnets koncentration ( $K_3$ ) torde under reaktionen icke undergå förändring. Om under försökets gång syrgasens koncentration ( $K_2$ ) hålles konstant, blir  $K_1$  den enda oberoende variabeln och reaktionshastigheten följaktligen en funktion, endast av bärnstenssyrekoncentrationen, alltså

$$\frac{dx}{dt} = f(K_1).$$

Det är antagligt, att utseendet av denna funktion är känt; funktionen torde vara någon av de från kemien bekanta reaktionshastighetsekvationerna

$$\frac{dx}{dt} = k(C_1 - x)^n,$$

där  $C_1$  är = bärnstenssyrans koncentration vid försökets början och  $x$  den efter vissa tidsperioder omsatta mängden bärnstenssyra. Värdet på  $n$  torde i detta fall vara antingen 1 eller möjligen 2.

För ett noggrannare bestämmande av den andra funktionens utseende

$$\frac{dx}{dt} = \tau(K_2)$$

saknas tillräckliga data. Om BATELLI-STERN's undersökningar vore invändningsfria, så skulle det, som ovan sagts, tillnärmelsevis vara följande:

$$\frac{dx}{dt} = \kappa(C_2 - x)^{\frac{1}{2}},$$

där  $C_2$  är = syrgasens begynnelsekoncentration och  $x$  den omsatta mängden av detta ämne. Oavsett den stora approximation, som består däri, att man antager luft innehålla 25 0/0 syrgas, äro BATELLI-STERN's undersökningar från metodiksympunkt

icke invändningsfria. Det bör nämligen ihåggkommas, att den ifrågavarande reaktionen sker uti ett heterogent system, och att en riktig uppfattning av reaktionshastighetens storlek icke kan erhållas, om icke man kan förutsätta god proportionalitet mellan den i vätskefasen lösta gasen och gastensionen i gasfasen. BATELLI-STERN'S försöksanordning tillåter icke en så kraftig skakning, att denna proportionalitet utan vidare kan anses vara given, och härpå beror deras resultats osäkerhet. En vida bättre konstauns vågar man förutsätta i den av mig använda försöksanordningen med densamma möjlighet för en betydligt mera energisk skakning. Vidare bör det ihåggkommas, att undersökningen av utseendet av funktionen

$$\frac{dx}{dt} = \varphi ([O_2]),$$

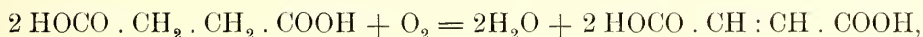
dessutom förutsätter, att syrgaspartiartrycket praktiskt taget hålles konstant under hela skakperioden. Till en sådan konstans kan man hava förtroende endast i de ifall, att den under en skakperiod upptagna syrgasmängden är liten i förhållande till den totala  $O_2$ -mängden i gasfasen. Härav följer, att de första bestämningarna i en försöksserie icke kunna tillskrivas samma vikt som de övriga, något som i förening med en ännu betydelsefulla anledning, som framgår av det följande, har föranlett mig att i samtliga mina försöksserier alldeles försumma syrgasupptagandet under den första skakperioden.

Av de sålunda skisserade riktlinjerna för min undersökning framgår, att densamma består uti att avgöra, huruvida den ifrågavarande reaktionens hastighet följer någon av de inom kemien bekanta lagarne härför, i vilket fall den ur de experimentellt vunna värdena på syrgasupptagandet skulle kunna numeriskt beräknas, eller icke, samt, om svaret på den frågan utfaller jakande, uti att få en något så när riktig uppfattning om, hur denna reaktionshastighet influeras av syrgaspartiartrycket i de använda gasblandningarne. Det bör då strax sägas ifrån, att någon högre grad av exaktitet vid de numeriska beräkningarne icke avses. Dels äro de uti en försöksserie ingående mätningarna för fåtaliga, dels äro avläsningsfelen för stora ( $\pm 0,1 \text{ cm}^3$ ). Dessutom bör icke glömmas, att den ifrågavarande oxidationen är en i ett *heterogent system* skeende *fysiologisk* företeelse, och såsom sådan underkastad en viss, tills vidare oförklarlig nyckfullhet. Det framgår emellertid av den kommande redogörelsen, att mina resultat äro tillräckligt entydiga för att besvara de uppkastade spörsmålen.

För mina beräkningar av reaktionshastigheten har jag utgått ifrån, att gram-molekulan av det använda bärnstensyrade saltet (K-succinat, molekularvikt 194,2) förbrukar för fullständig oxidation en halv molekul syrgas ( $16 \text{ g} = 11,195 \text{ cm}^3$  vid  $0^\circ$  och 760 mm Hg). För enkelhetens skull angives överallt i den kommande skildringen succinatkoncentrationen i  $\text{cm}^3 O_2$ .

### Överläggning om reaktionsförloppets ordningstal.

Eftersom i den här ifrågakommande reaktionen två molekyler bärnstenssyra upptaga en molekyl syrgas under bildning av vatten och fumarsyra enligt formeln



så skulle man kanske hava skäl att förmoda, att processen följde lagen för trimolekulära reaktioner. Om man genom särskilda arrangement ställde om, att koncentrationen av den i vätskan lösta gasen under reaktionen icke underginge förändring, så skulle reaktionshastigheten kunna tänkas vara proportionell mot den förhandenvarande bärnstenssyremängdens kvadrat och således reaktionshastighetskoefficienten ( $k$ ) kunna numeriskt beräknas ur uttrycket

$$kt = \frac{x}{C(C-x)},$$

där  $C$  är = bärnstenssyrans initialmängd, mätt i  $\text{cm}^3 \text{O}_2$  och  $x$  den efter tiden  $t$  omsatta mängden därav i samma mått. Ehuru sannolikheten för ett reaktionsförlopp av tredje ordningen är liten, något som framgår redan av teoretiska betraktelser vid den kinetiska härledningen av massverkningslagen och som verifieras av erfarenhet<sup>1</sup>, har jag dock för fullständighets skull företagit en beräkning av reaktionshastighetskoefficienten ur mina försöksserier, under förutsättning av att reaktionsförloppet vore av tredje ordningen. Om genom dessa beräkningar ett konstant värde på  $k$  icke vinnes, utgör detta ett bevis för, att reaktionen icke förlöper trimolekylärt, som den stekiometrisk reaktionsformeln skulle antyda.

Antag, att under lika långa tidsperioder den förhandenvarande bärnstenssyremängden upptagit  $v_1, v_2, v_3$ , o. s. v.  $\text{cm}^3 \text{O}_2$ ; de omsatta mängderna av detta ämne bliva då

$$\begin{aligned} x_1 &= v_1, \\ x_2 &= v_1 + v_2, \\ x_3 &= v_1 + v_2 + v_3 \text{ och således} \\ x_n &= \sum_1^n v \end{aligned}$$

Med de i det ovan angivna försöksprotokollet meddelade värdena på  $v$  i ren syrgas, reducerade till  $0^\circ$  och 760 mm Hg har koefficienten  $k$  beräknats med användande av formeln för en bimolekylär process. Beräkningarna äro sammanställda till följande tabell (tab. 1).

<sup>1</sup> Jmfr för övrigt NERNST: Theorie der Reaktionsgeschwindigkeit in heterogenen Systemen; *Zeitschrift für physikalische Chemie*, Bd 47; Leipzig 1904.



TABELL 1.

 $C: 0,5084 \text{ g succinat} = 29,0 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$ 

$t$	$v$	$x$	$C - x$	$k$
1	13,9	13,9	15,1	0,032
2	5,9	19,8	9,2	0,037
3	3,9	23,7	5,3	0,051
4	2,0	25,7	3,3	0,067
5	0,9	26,6	2,4	0,076
6	0,5	27,1	1,9	0,082
7	0,2	27,3	1,7	0,079

Tabellen visar för  $k$ 's vidkommande en utpräglad systematisk gång, varav man således skulle kunna draga den slutsatsen, att den ifrågavarande oxidationen icke har gradtalet 3. Emellertid vore en sådan slutsats tillsvidare förhastad, alldenstund man har grundade skäl att förmoda, att såväl åt initialmängden  $C$  som åt de omsatta mängderna  $x$  givits oriktiga värden. Att det förutsatta värdet på  $C$ , lika med den uppvägsda mängden bärnstensyra, är felaktigt framgår av följande betraktelse. Värdet på  $x$  växer, i samma mån reaktionen skrider framåt, till ett gränsvärde, som nåtts, när reaktionen gått till slut. Detta gränsvärde, till vilket  $x$  närmar sig, är just den ursprungligen förhandenvarande mängden bärnstensyra. Teoretiskt taget nås denna gräns först efter oändlig tid, men praktiskt taget är reaktionen efter en mätbar tid tilländalupen. En tillnärmelsevis riklig skattning av detta gränsvärdets storlek kan ske på grafisk väg, om man intecknar de olika  $x$ -värdena uti ett koordinatsystem, där abskissan angiver skakperiodernas antal, och utdrager den kroklinje, som går genom de sålunda erhållna punkterna så, att den så småningom övergår i en med abskissan parallel rät linje. Skattningen blir säkrare, ju närmare reaktionen är sin praktiska slutpunkt. I det här ifrågavarande fallet visar det sig, att reaktionen redan efter den sjunde skakperioden är nära nog tilländalupen, och att det asymptotiska värde, som det sista  $x$ 'et representerar, är ungefär  $27,7 \text{ cm}^3$  i stället för  $29,0$ . Före den första skakperioden måste således en avsevärd mängd bärnstensyra redan hava omsatts, nämligen i detta fall  $1,3 \text{ cm}^3$ , ett värde som icke förefaller orimligt, om man tar i betraktande bärnstensyrelösningens behandling, innan skakningen börjat: det energiska genombubblandet av den varma lösningen med syrgas och den därpå följande vistelsen i termostaten under 15 minuter. — Liksom sålunda värdet på  $C$  torde vara felaktigt, så finnes anledning att misstänka att även  $x$ -värdena äro oriktiga. Vad som blivit uppmätt äro storheterna  $v$  d. v. s.  $x$ -värdenas differenser. Om av någon anledning ett sådant  $v$ -värde icke är gott, påtrycker det sin osäkerhet åt alla efterkommande  $x$  värden. I föreliggande fall är det det första  $v$ -värdet, som är dåligt och fördens skull äro samtliga  $x$ -värden ett konstant värde antingen för höga eller för låga. Anledningen till osäkerheten i det första  $v$ -värdet, sammanhänger, som ovan antytts, dels med dess storlek, dels, och detta är viktigare, med att under den första skakperioden

ännu icke olikheterna i de fysikaliska förhållandena i det heterogena systemet hunnit utjämna sig. För att finna det bästa värdet på  $v_1$  låter man det antaga en hel serie olika värden och beräknar för varje särskilt fall de olika  $k$ 'na. Härvid kommer man till det resultat, att, hur man än inom rimliga gränser varierar  $v_1$  och i följd därav  $C$ , emedan  $C = v_1 + v_2 + v_3 + \dots v_n$ , något konstant värde på  $k$  icke erhålles, ifall man utgår ifrån, att reaktionshastigheten är proportionell mot kvadraten på den förhandenvarande bärnstenssyremängden. Den ifrågavarande oxidationen kan fördenskull till sitt reaktionsförlopp icke vara trimolekylär.

Om man vid undersökningen av graden av  $k$ 's konstans vid olika värden på  $v_1$  och  $C$  parallelt beräknar  $k$  ur formeln

$$kt = \ln \frac{C}{C-x},$$

där således reaktionshastigheten är proportionell mot den förhandenvarande bärnstenssyremängden och icke mot dennas kvadrat, så finner man för vissa värden på  $v_1$  och  $C$ , att en för vårt ändamål fullt tillfredsställande överensstämmelse mellan de olika  $k$ 'na ernås. Detta framgår av följande tabell (tab. 2), i vilken  $v_1$  satts  $= 11,2$  och  $C$  i följd därav blivit  $= 25,0$ .

TABELL 2.

$C = 25,0$ ; alla  $x$ -värdena förminskade med 2,7.

$t$	$x$	$C - x$	$\ln \frac{C}{C-x}$	$k$
1	11,2	13,8	0,590	0,590
2	17,1	7,9	1,148	0,574
3	21,0	4,0	1,829	0,610
4	23,0	2,0	2,522	0,631
5	23,9	1,1	3,120	0,624
6	24,4	0,6	3,726	0,621
7	24,6	0,4	4,141	0,590

Sammanfattas resultaten av denna preliminära överläggning om det ifrågavarande reaktionsförloppets »ordning», så bliva de, att den vitala oxidationen av bärnstenssyra till fumarsyra sannolikt är en process av bimolekylär natur<sup>1</sup>. Om det ena i reaktionen medverkande ämnet hålles konstant, förlöper processen således *unimolekylärt*. Dessutom är bärnstenssyrans verkliga begynnelsekoncentration liksom dess syrgasupptagande under den första reaktionsperioden obekanta.

### Beräkning med minsta kvadratmetoden av reaktionshastighetskoefficienten och bärnstenssyrans ursprungskoncentration.

Den ovan använda metoden för bestämning av  $k$  och  $C$  är tidsödande och obehändig. Snabbare och bekvämare sker denna bestämning genom en direkt be-

<sup>1</sup> Härvid innehåller den beräknade reaktionshastighetskoefficienten såsom faktor värdet på koncentrationen av det ämne, som under reaktionen hållits i överskott, *i. e.* syrgasen.

räkning med minsta kvadratmetoden. Det praktiska utförandet härav framgår av följande. Antag, att under en viss skakperiod, t. ex. den femte,  $v_5 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$  upptagits, samt att av bärnstensyran vid denna periods slut ytterligare återstår  $\rho \text{ cm}^3 \text{ O}_2$ . Vid början av den nämnda skakperioden återstod då  $(v_5 + \rho) \text{ cm}^3$ , som är lika med  $C - x_4$ ; vid början av den nästföregående skakperioden återstod  $(v_3 + v_4 + \rho) \text{ cm}^3 = C - x_3$  o. s. v., således

$$\begin{aligned} v_5 + \rho &= C - x_4, \\ v_4 + v_5 + \rho &= C - x_3, \\ v_3 + v_4 + v_5 + \rho &= C - x_2 \text{ o. s. v.} \end{aligned}$$

Sätt  $v_5 = \xi_4$ ;  $v_4 + v_5 = \xi_3$  etc.

Reaktionshastighetsekvationen antager då utseendet:

$$kt = \ln \frac{C}{\xi + \rho}.$$

Ekvationen har tre obekanta, nämligen  $k$ ,  $C$  och  $\rho$ . Av dessa kunna endast de båda förstnämnda direkt beräknas. Endast för låga värden på  $\rho$  kan en utveckling i serie av uttrycket  $\ln(\xi + \rho)$  begagnas, varigenom  $\rho$  också kunde direkt beräknas. Eftersom emellertid  $\rho$  i många fall är stort, har ett annat tillvägagångssätt använts, som består uti ett successivt utprovande av det värde på  $\rho$ , för vilket summan av kvadraterna på avvikelserna mellan det beräknade värdet på  $\ln(C - x)$  och dettas presumerade värde ( $= \ln(\xi + \rho)$ ) blivit ett minimum. Beräkningen av de båda övriga konstanterna erbjuder inga svårigheter; därvid har  $\ln(\xi + \rho)$  satt  $= -m$ ,  $\ln C = z_1$ ,  $k = z_2$ , varigenom reaktionshastighetsekvationen antagit utseendet:

$$az_1 - bz_2 + m = 0$$

(där  $a = 1$ ;  $b = t$ ), som är det för beräkning med minsta kvadratmetoden vanliga.

Resultaten av beräkningarna ha sammanförts till tre stycken tabeller i slutet av skriften (tab. I—III), illustrerade av figurer (fig. I—IV).

I tabellerna betyda

$v$  de observerade  $\text{O}_2$ -volumerna, reducerade till  $0^\circ$  och 760 mm Hg. (Den under första skakperioden upptagna  $\text{O}_2$ -volumen har försummats.)

$(C - x)_{\text{obs.}}$  värdet på  $\xi + \rho$ ;  $(C - x)_{\text{ber.}}$  det beräknade värdet på  $(C - x)$ ;

$\ln(C - x)_{\text{obs.}}$  och  $\ln(C - x)_{\text{ber.}}$  dessas naturliga logaritmer;

$\Delta \ln(C - x)_{\text{ber.}} - \ln(C - x)_{\text{obs.}}$  ( $=$  avvikelsern);

$\Sigma \Delta^2$  summan av avvikelsernas kvadrater;

$E$  medelfelet, beräknat ur formeln  $E = \sqrt{\frac{\Sigma \Delta^2}{n - q}}$ , där  $n$  är  $=$  observationernas antal och  $q$  de obekantas antal, här  $= 2$ .

De beräknade initialmängderna bärnstenssyra i de olika försöken äro angivna i form av värden på deras naturliga logaritmer. Uträknade hava de sammanställts till följande tabell (tab. 3).

TABELL 3.

$O_2$ i %	$C$ i $cm^3 O_2$ (ber.)	$C$ i g (ber.)	$C$ i g (uppvägd)
5	32,3	0,56	0,50
100	24,9	0,43	0,49
10	31,2	0,54	0,48
100	25,9	0,45	0,48
21	32,4	0,56	0,49
100	27,0	0,47	0,49

Av tabellen framgår, att man får högst växlande värden på  $C$  i de olika försöken, ehuru ungefär lika mycket bärnstenssyra uppvägs. Dessutom iakttagar man det egendomliga förhållandet, att, medan man i ren syrgas får det beräknade värdet på  $C$  lägre än den uppvägda mängden, man i de använda gasblandningarna får ett värde på  $C$ , som är högre än denna. Reaktionen måste fördenskull tänkas försiggå med en begynnelsekoncentration, som är större än den verkliga. Någon djupgående förklaring härav kan tills vidare icke givas. Man får låta sig nöja med ett hänskjutande av frågan till svårigheterna att överblicka vad som sker i det heterogena systemet före och under de första skakperioderna. Värdet på  $C$  är beräknat under den förutsättningen, att den första skakperioden är fullt jämförlig med de övriga. En sådan förutsättning torde man emellertid icke utan vidare kunna göra.

Under varje tabell i slutet av skriften finnes angivet förhållandet mellan reaktionshastigheten i ren syrgas, som satts = 100, och reaktionshastigheten uti den ifrågavarande gasblandningen. Två siffror härför lämnas, utmärkande de gränser, inom vilka värdet kan ligga. Dessa gränser hava bestämts genom beräkning av de olika  $k$ 'nas medelfel, sedan först deras vikter beräknats. Dessa relativa reaktionshastighetskoefficienter sammanföras till följande tabell (tab. 4).

TABELL 4.

$O_2$ i %	rel. reakt.-koeff.
5	31—35
10	39—44
21	91—98
100	100

Ovanstående tabell kan sägas utgöra resultatet av den föregående undersökningen, då den besvarar det i inledningen uppkastade spörmålet om, huru bärnstenssyrans vitala oxidation påverkas av olika syrgaspartiartryck.



Av densamma framgår, att den hastighet, varmed bärnstensyra oxideras till fumarsyra vid närvaro av muskelfvävnad, är beroende av syrgaspartiartrycket på sådant sätt, att, om detta senare ökas, också oxidationshastigheten ökas. Intecknar man de olika värdena på reaktionshastighetskonstanterna såsom ordinator uti ett koordinatsystem, uti vilket abskissan betyder syrgaspartiartrycket och drager en kroklinje genom de sålunda erhållna punkterna, så finner man, att denna kroklinje eger olika stigning för olika abskissvärden. Vid ett lågt partiartryck åstadkommer en liten ökning av  $O_2$ -tensionen en avsevärd ökning av reaktionshastighetskonstanten, medan åter en förändring av ett högre syrgaspartiartryck endast obetydligt påverkar reaktionens hastighet. Denna närmar sig sålunda ett asymptotiskt värde. Av tabellen framgår, att detta asymptotiska värde praktiskt taget är uppnått redan vid *luftens* låga syrgaspartiartryck och att uti en gasblandning, som är syrerikare än luft, endast en obetydlig stegring av oxidationens hastighet kan åvägbringas. Detta resultat av min undersökning står i full överensstämmelse med vad man känner från andra områden av fysiologien t. ex. om syrgaspartiartryckets inflytande på lägre djurs gasutbyte<sup>1</sup>, och vad som allra klarast framträder i hemoglobinet syrgasbindning. — Dessutom framgår av undersökningen, att BATELLI och STERN's resultat på grund av deras bristfälliga metodik icke äro riktiga.

---

<sup>1</sup> Se THUNBERG: Der Gasaustausch einiger niederer Tiere in seiner Abhängigkeit vom Sauerstoffpartiardruck; *Skandinavisches Archiv für Physiologie*; Bd 17; Leipzig 1905.

---

### Figurförklaring.

I samtliga figurer betyda:

- cirklarne med kors det observerade syrgasupptagandet i ren syrgas, reducerat till 0° och 760 mm Hg;
- cirklarne utan kors det observerade syrgasupptagandet i de respektiva gasblandningarne, med samma reduktion;
- den heldragna linjen går genom de punkter, som för samma abskissvärde beräknats för syrgasupptagandet i de olika fallen;
- i abskissen ( $= t$ ) är 1 delstreck = 15 min.;
- i ordinatan ( $= C - x$ ) är 1 delstreck = 2 cm<sup>3</sup> syrgas vid 0° och 760 mm Hg.

*Ann.* För de olika gasblandningarne omfattar den heldragna linjen endast området från den *verkliga* begynnelsekoncentrationen.

---

TABELL I

den 13 dec. 1915; häst slaktad den 9 dec.

Ren syrgas						5 % syrgas					
0,503 g succinat						0,487 g succinat					
$\ln C = 3,215$ ; $k = 0,610$ ; $\rho = 0,4$						$\ln C = 3,474$ ; $k = 0,202$ ; $\rho = 7,9$					
v	C—x obs.	$\ln(C-x)$ ber.	$\ln(C-x)$ obs.	$\Delta$	C—x ber.	v	C—x obs.	$\ln(C-x)$ ber.	$\ln(C-x)$ obs.	$\Delta$	C—x ber.
5,9	13,8	2,606	2,625	—0,019	13,5	3,7	25,5	3,272	3,239	0,033	26,4
3,9	7,9	1,906	2,067	—0,071	7,4	3,6	21,8	3,070	3,082	—0,012	21,5
2,0	4,0	1,387	1,366	0,001	4,0	3,5	18,2	2,868	2,901	—0,033	17,6
0,9	2,0	0,777	0,693	0,084	2,2	3,2	14,7	2,666	2,688	—0,022	14,4
0,5	1,1	0,467	0,095	0,072	1,2	2,1	11,5	2,464	2,442	0,022	11,8
0,2	0,6	—0,442	—0,511	—0,069	0,6	1,5	9,4	2,262	2,241	0,021	9,6
	(0,4)	—1,032	—0,916	0,116	0,3		(7,9)	2,060	2,067	—0,007	7,8
$\Sigma \Delta^2 = 0,040900$ ; $E = \pm 0,090$						$\Sigma \Delta^2 = 0,003780$ ; $E = \pm 0,028$					
$k_1 = 0,610 \pm 0,017$						$k_2 = 0,202 \pm 0,005$					

$$k_1 : k_2 = 100 : \begin{cases} 31 \\ 35 \end{cases}$$

TABELL II

den 21 dec. 1915; häst slaktad den 17 dec.

Ren syrgas						10 % syrgas					
0,480 g succinat						0,478 g succinat					
$\ln C = 3,257$ ; $k = 0,526$ ; $\rho = 0,2$						$\ln C = 3,441$ ; $k = 0,218$ ; $\rho = 4,6$					
v	C—x obs.	$\ln(C-x)$ ber.	$\ln(C-x)$ obs.	$\Delta$	C—x ber.	v	C—x obs.	$\ln(C-x)$ ber.	$\ln(C-x)$ obs.	$\Delta$	C—x ber.
7,0	16,1	2,731	2,779	—0,048	15,4	4,5	25,0	3,223	3,219	0,004	25,1
3,7	9,1	2,205	2,208	—0,003	9,1	4,1	20,5	3,005	3,020	—0,015	20,2
2,4	5,4	1,678	1,686	—0,008	5,4	—	16,4	2,788	2,797	—0,009	16,2
1,2	3,0	1,152	1,099	0,053	3,2	5,8	—	2,570	—	—	13,1
0,8	1,8	0,626	0,588	0,038	1,9	2,4	10,6	2,352	2,361	—0,009	10,5
0,7	1,0	0,099	0,000	0,099	1,1	1,6	8,2	2,135	2,104	0,031	8,5
—0,2	—	—0,427	—	—	0,7	1,2	6,6	1,917	1,887	0,030	6,8
0,3	0,5	—0,953	—0,693	0,260	0,4	0,8	5,4	1,699	1,686	0,013	5,5
	(0,2)	—1,480	—1,609	—0,129	0,2		(4,6)	1,481	1,526	—0,045	4,4
$\Sigma \Delta^2 = 0,100672$ ; $E = \pm 0,130$						$\Sigma \Delta^2 = 0,004458$ ; $E = \pm 0,027$					
$k_1 = 0,526 \pm 0,017$						$k_2 = 0,218 \pm 0,004$					

$$k_1 : k_2 = 100 : \begin{cases} 39 \\ 44 \end{cases}$$

TABELL III

den 8 dec. 1915; häst slaktad den 6 dec.

Ren syrgas						Luft					
0,486 g succinat ln C = 3,298; k = 0,496; $\rho = 0,5$						0,486 g succinat ln C = 3,478; k = 0,470; $\rho = 0,8$					
v	C-x obs.	ln(C-x) ber.	ln(C-x) obs.	$\Delta$	C-x ber.	v	C-x obs.	ln(C-x) ber.	ln(C-x) obs.	$\Delta$	C-x ber.
7,1	16,6	2,802	2,809	-0,007	16,4	7,4	20,2	3,008	3,006	0,002	20,3
3,5	9,5	2,306	2,252	0,054	10,0	5,0	12,8	2,538	2,549	-0,011	12,7
2,2	6,0	1,810	1,791	0,019	6,1	3,0	7,8	2,068	2,054	0,014	7,9
1,3	3,8	1,314	1,336	-0,022	3,7	1,4	4,8	1,598	1,568	0,030	4,9
1,1	2,5	0,818	0,916	-0,098	2,3	1,5	3,4	1,128	1,223	-0,095	3,1
0,6	1,4	0,322	0,336	-0,014	1,3	0,8	1,9	0,658	0,642	0,016	1,9
0,3	0,8	-0,174	-0,223	-0,049	0,8	0,3	1,1	0,188	0,094	-0,094	1,2
	(0,5)	-0,670	-0,693	-0,023	0,5		(0,8)	-0,282	-0,223	0,059	0,8
$\Sigma \Delta^2 = 0,016540$ ; E = $\pm 0,053$ $k_1 = 0,496 \pm 0,008$						$\Sigma \Delta^2 = 0,022819$ ; E = 0,062 $k_2 = 0,470 \pm 0,010$					

$$k_1 : k_2 = 100 : \begin{cases} 91 \\ 98 \end{cases}$$

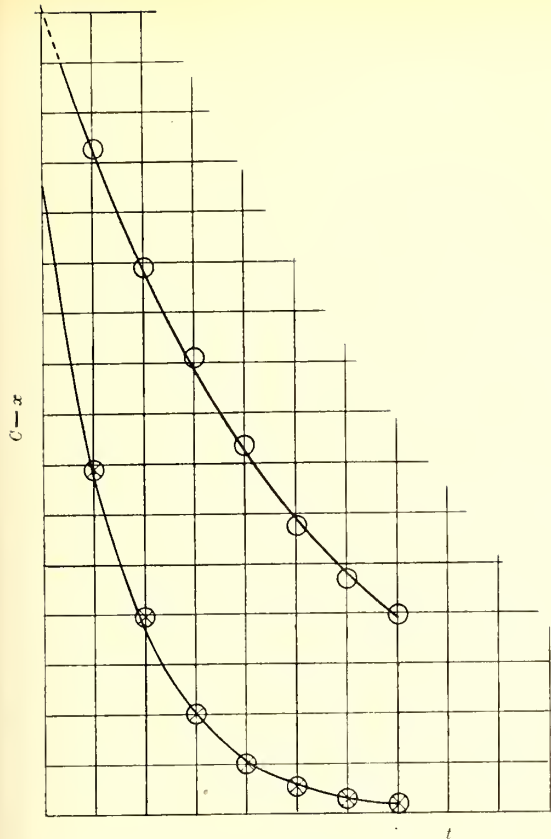


Fig. I.

Bärnstenssyrans syrgasupptagande i ren syrgas och i en gasblandning, hållande 5% syrgas.

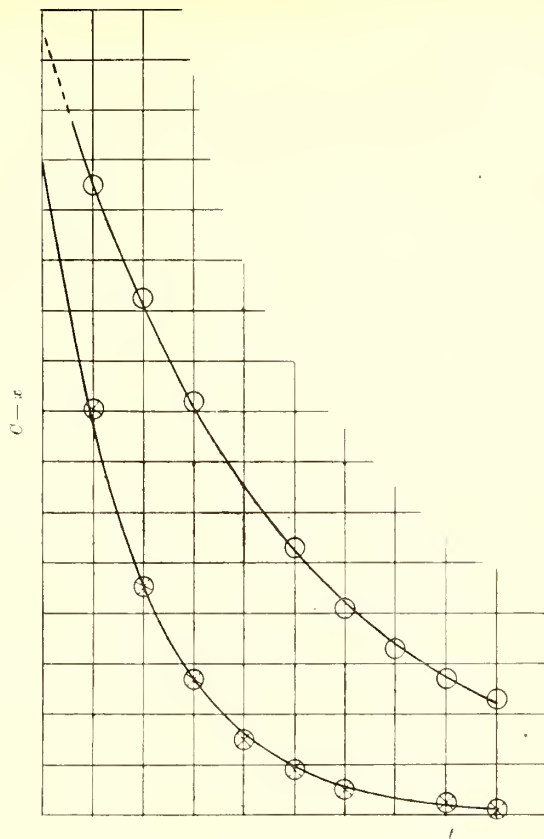


Fig. II.

Syrgasupptagandet i ren syrgas och i en gasblandning, hållande 10% syrgas.

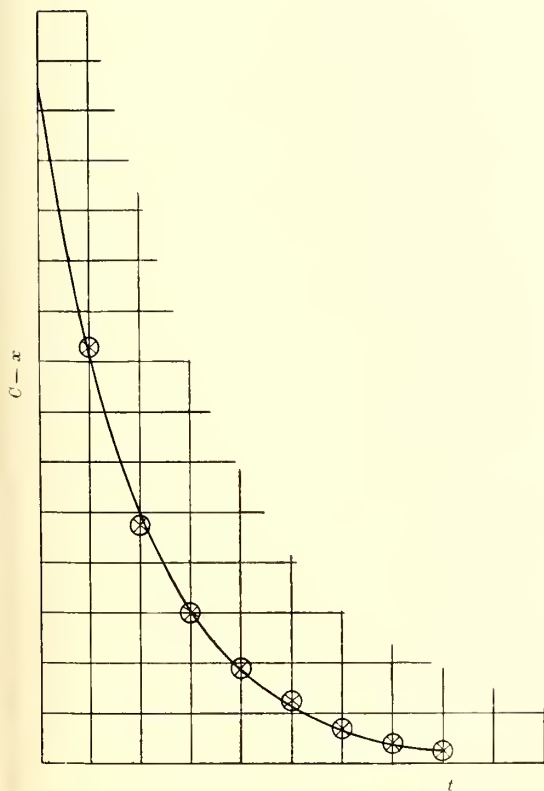


Fig. III.

Syrgasupptagandet i ren syrgas.

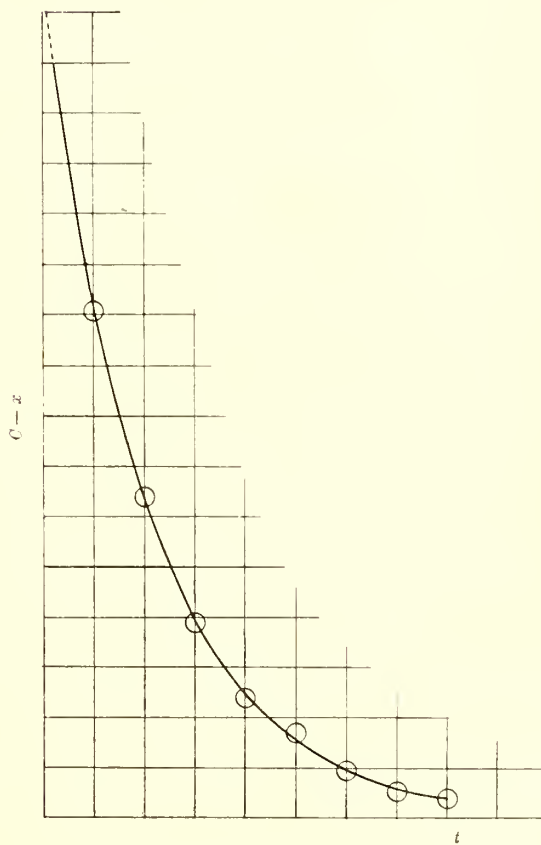


Fig. IV.

Syrgasupptagandet i luft.



## Résumé.

Dans cette note on a examiné quantitativement l'absorption d'oxygène par l'acide succinique en présence de la musculature de cheval moulée et rincée dans l'eau. Si — par des précautions spéciales — on maintient constante la pression partielle de l'oxygène pendant cette réaction, on a constaté que la vitesse de la réaction suit la loi d'un procès chimique uni-moléculaire. On peut donc calculer numériquement la constante de cette vitesse. Ce calcul a été fait — par la méthode des moindres carrés — pour la vitesse de la réaction dans l'oxygène pur et pour les vitesses de la réaction dans des mélanges gazeux contenant respectivement 21, 10 et 5 d'oxygène pour cent. On a prouvé que la pression partielle de l'oxygène dans l'air atmosphérique constitue une sorte de pression critique. Si le mélange gazeux contient plus d'oxygène que l'air atmosphérique on peut accélérer la réaction seulement à un très petit degré. Dans des mélanges gazeux contenant moins d'oxygène que l'air on peut au contraire retarder très considérablement la réaction en diminuant la pression partielle de l'oxygène. Si l'on porte en abscisse la pression de l'oxygène et en ordonnée le coefficient de vitesse correspondante, la courbe ainsi obtenue a par conséquent une asymptote parallèle à l'abscisse. — Cette observation s'accorde complètement avec d'autres faits physiologiques.

---

NÅGRA ENKLA, ALIFATISKA

$\beta$ -LAKTONER

A F

HJALMAR JOHANSSON



LUND

C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG

OTTO HARRASSOWITZ

Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet den 17 maj 1916.

LUND 1916

HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

## 1. Inledning.

En bland de mest framträdande kemiska egenskaperna hos  $\beta$ -halogensubstituerade syror är deras stora benägenhet att afspjälka halogenväte. Till följd däraf äro preparativa arbeten med dem som utgångsmaterial och grundade på principen om dubbel omsättning ofta mindre gifvande än dylika arbeten med t. ex.  $\alpha$ -halogensubstituerade syror, enär halogenväteafspjälkningen och bildningen af ömättad syra trots alla försiktighetsmått i många fall blir hufvudreaktion.

Vid en af professor J. M. LOVÉN påbörjad, af mig under hans ledning fortsatt undersökning af »Några svafvelhaltiga  $\beta$ -substitutionsderivat af smörsyra»<sup>1</sup> befanns det, att vissa omsättningar, som — enligt LOVÉNS tidigare arbeten — vid  $\alpha$ -halogensubstituerade fettsyror gingo glatt, antingen icke alls eller i endast ringa grad ägde rum vid  $\beta$ -klor- eller  $\beta$ -bromsmörsyra. I stället bildades krotonsyra, och för att med rimlig materialförbrukning kunna fullfölja det påbörjade arbetet, syntes det vara af rätt stor vikt att finna medel att — i möjligaste mån — undertrycka denna icke önskvärda bireaktion, och detta förutsatte i sin ordning en tillförlitlig kännedom om reaktionsmekanismerna.

Genom ett under ledning af professor B. HOLMBERG utfördt arbete öfver brombärnstensyran<sup>2</sup> hade jag fått min uppmärksamhet fäst på, att kinetiska studier kunna vara af synnerligen stort värde för utredningen af dylika spörsmål och vidare att de föreställningar, man tidigare gjort sig om reaktionsförloppet vid vissa af brombärnstensyrans omsättningar voro oriktiga. Detsamma kunde nu tänkas vara fallet vid  $\beta$ -halogensmörsyrorna, och att en grundligare undersökning af deras förhållanden skulle bringa i dagen nya rön och därmed möjligen ge medel till att vid preparativa arbeten med dessa leda reaktionerna i önskad riktning.

Det af dessa skäl igångsatta arbetet ledde till upptäckten af  $\beta$ -butyrolakton, hvarom ett kort meddelande publicerades sommaren 1915<sup>3</sup>.

Till en början tänkte jag därefter att, med fasthållande af min ursprungliga arbetsplan, efter en undersökning af  $\beta$ -butyrolaktonens allmännaste egenskaper

<sup>1</sup> J. M. LOVÉN och HJALMAR JOHANSSON, Ber. d. d.chem. Ges. **48**, 1254 (1915).

<sup>2</sup> Zeitschr. f. physik. Chemie **79**, 627 (1912) och **81**, 573 (1913).

<sup>3</sup> HJ. JOHANSSON, Ber. d. d. chem. Ges. **48**, 1262 (1915).



söka med dess hjälp i större mängd framställa de svafvelhaltiga substanser, för hvars erhållande arbetet igångsatts, och därpå bearbeta dessa. Ett närmare studium af  $\beta$ -butyrolaktonens bildning och viktigaste egenskaper visade emellertid, att denna substans var vida stabilare, än man från början haft anledning förmoda, och att dess framställning med tillfredsställande utbyte icke vållade någon större svårighet, blott man arbetade med nödig omsorg och med vissa försiktighetsmått. Dessa förhållanden förde osökt tanken på, att den säkerligen icke var den enda existerbara representanten för sin ämnesklass, och på inrådan af professor Lovén gjorde jag försök att isolera äfven den teoretiskt enklaste  $\beta$ -laktonen, propiolakton. Då detta om ock med någon svårighet lyckades, utsträcktes undersökningen också till isobutyrolakton.

I sin slutliga gestaltning har arbetsprogrammet för detta verk blifvit, att genom framställning och karaktärisering af ett antal neutrala alifatiska  $\beta$ -laktoner visa, att dylika ämnens —  $\beta$ -laktoners — existens eller förekomst som öfvergångsprodukter vid vissa reaktioner är vanligare, än som hittills antagits, att utröna deras användbarhet för preparativa ändamål dels genom undersökning af deras egenskaper i förhållande till de vanligaste kemiska agentierna och dels genom direkta syntetiska försök samt att i öfrigt fullfölja de uppslag af särskildt intresse, som möjligen kunde erhållas under arbetets gång.

---

Vid affattandet af redogörelsen har jag sökt undvika onödig bredd i framställningen men också att icke utelämna någonting, som kunde vara af vägledande betydelse för eventuellt efterföljande forskare. Då dessa båda synpunkter ibland kunna stå i strid med hvarandra, har för vinnande af större öfverskådlighet allt, som af en eller annan anledning kunde anses blott ha sekundär betydelse, äfvensom analysresultat och dylikt tryckts med mindre stil.

En afvikelse har gjorts från den systematiska ordningen, i det att  $\beta$ -butyrolakton omtalats före propiolakton. Skälet därtill är, att  $\beta$ -butyrolakton först upptäckts och blifvit noggrannast och fullständigast undersökt. Dessutom hade isoleringen af propiolakton troligen icke lyckats utan den erfarenhet, som kännedomen om  $\beta$ -butyrolakton gaf.

---

## II. Historik öfver $\beta$ -lakter.

Enstaka exempel på ämnen, som voro att uppfatta som inre estrar eller anhydrider af organiska oxysyror uppkomna genom reaktion mellan karboxylgrupp och alkoholisk hydroxylgrupp inom samma molekyl, funnos redan ganska tidigt i den organiska strukturkemiens historia, men först genom R. FITTIGS och J. BREDTS <sup>1</sup> upptäckt 1880 af den substans, som numera benämnes isokaprolakton, blef det klart, att dylika ämnen säkerligen existerade i stort antal, ehuru de dittills på grund af sina föga framträdande egenskaper blifvit förbisedda. På grund däraf ansågs en kollektivbenämning på dem önskvärd, och FITTIG och BREDT föreslogo namnet laktoner såsom sådan.

Den nyssnämnda isokaprolaktonen (liksom den därmed i genetiskt sammanhang stående terebinsyra) ansågs först vara en  $\beta$ -lakton (inre anhydrid till  $\beta$ -oxiisokapronsyra), men snart upptäcktes det, att dessa substanser i verkligheten voro  $\gamma$ -derivat. Enligt E. ERLÉNMEYER <sup>2</sup> skulle den hos  $\beta$ -halogensubstituerade syror under vissa omständigheter försiggående sönderdelningen i kolsyra, halogenväte och omättadt kolväte (eller derivat däraf) äga rum med  $\beta$ -lakter som öfvergångsprodukter, men dessa substanser skulle icke kunna existera i fritt tillstånd. Emellertid erhöill A. EINHORN <sup>3</sup> 1883 en substans, som otvifvelaktigt var att anse som en  $\beta$ -lakton, och under de år, som sedan följt, hafva om än sparsamt allt flera nya representanter för denna ämnesklass uppdagats. I nedanstående öfversikt äro, så vidt jag kunnat finna, alla hittills framställda  $\beta$ -lakter upptagna.

### Aromatiska $\beta$ -lakter.

o-Nitrofenylpropiolakton	A. EINHORN, Ber. d. d. chem. Ges. <b>16</b> , 2208 (1883).
p-Nitrofenylpropiolakton	A. BASLER, Ibid. <b>16</b> , 3001 (1883).
m-Nitrofenylpropiolakton	G. PRAUSNITZ, Ibid. <b>17</b> , 595 (1884).
o-Nitro-p-isopropylfenylpropiolakton	A. EINHORN och W. HESS, Ibid. <b>17</b> , 2015 (1884).
py1-Kinolypropiolakton	A. EINHORN och P. LEHNKERING, Lieb. Ann. <b>246</b> , 160 (1888).
o-Nitro-m-klorfenylpropiolakton	A. EICHENGRÜN och A. EINHORN, Ibid. <b>262</b> , 157 (1891).
o-Nitro-m-metoxifenylpropiolakton	A. EICHENGRÜN och A. EINHORN, Ibid. <b>262</b> , 175 (1891).
$\alpha$ -Oxi- $\beta$ -fenylpropiolakton	H. ERDMANN, Chem. Zentr. bl. <b>1900</b> I, 887.

<sup>1</sup> Lieb. Ann. **200**, 58 (1880).

<sup>2</sup> Ber. d. d. chem. Ges. **13**, 305 (1880) och **14**, 1320 (1881).

<sup>3</sup> Ibid. **16**, 2208 (1883).

Alifatiska  $\beta$ -lakter.

$\alpha\alpha'$ -Dimetylpropiolakton- $\beta$ -karbonsyra	A. BAEYER och V. VILLIGER, Ber. d. d. chem. Ges. <b>30</b> , 1954 (1897), FR. FICHTER och S. HIRSCH, Ibid. <b>33</b> , 3270 (1900) och E. OTT, Ibid. <b>48</b> , 1350 (1915).
Trimetylpropiolakton- $\beta$ -karbonsyra	G. KOMPPA, Ibid. <b>35</b> , 534 (1902).
$\beta\beta'$ -Dimetylpropiolakton- $\alpha$ -karbonsyra	A. MELDRUM, Journ. chem. Soc. <b>93</b> , 598 (1908). och E. OTT, Lieb. Ann. <b>401</b> , 159 (1913).
Trimetylpropiolakton- $\alpha$ -karbonsyra	E. OTT, Ibid. <b>401</b> , 159 (1913).
$\alpha$ -Brom- $\beta\beta'$ -dimetylpropiolakton- $\alpha$ -karbonsyra	E. OTT, Ibid. <b>401</b> , 159 (1913).

Utom de ofvan uppräknade, hvilkas karaktär af  $\beta$ -lakter kan anses ställd utom hvarje tvifvel, hafva A. EICHENGRÜN och A. EINHORN<sup>1</sup> ur dibromiden af anhydroekgonin erhållit en lakton, som de då betecknade som en  $\beta$ -lakton. Den numera vedertagna formeln för anhydroekgonin och dess dibromid gör det emellertid sannolikt att ifrågavarande substans är en  $\gamma$ -lakton. Likaså hölls det en tid för möjligt, att mannosockersyrornas dilakter voro att räkna till  $\beta$ -lakterna<sup>2</sup>, numera är ju detta icke längre fallet.

De kända aromatiska  $\beta$ -lakterna äro alla svårslösliga i vatten och hafva erhållits genom addition av bromväte ( $\alpha$ -oxi- $\beta$ -fenylpropiolakton genom addition af underbromsyrlighet) till motsvarande  $\alpha\beta$ -omättade syra och neutralisation af additionsprodukten med sodalösning eller kaustik ammoniak, hvarpå laktonen mer eller mindre hastigt bildades och afskilde sig.

Af de alifatiska  $\beta$ -lakterna hafva den första och andra framställts genom inverkan af silfveroxid på di- resp. trimetylbrombärnstensyra. Den tredje och fjärde hafva erhållits enligt en metod analog med den PERKIN-FITTIGSKA parakonsyresyntesen, nämligen genom kondensation af malonsyra resp. metylmalonsyra med acetone under inverkan af svafvelsyra och ättiksyreanhydrid och den sista genom bromering af den tredje.

Ehuru  $\beta$ -lakternas historia beträffande enstaka individer sträcker sig nästan lika långt tillbaka i tiden som  $\gamma$ -lakternas, hafva dock de förra varit föremål för vetenskapsmännens intresse i långt mindre grad än de senare, hvilket sammanhänger med, att man föga trott på möjligheten af någon allmänare existens af  $\beta$ -lakter och gjort sig särskild möda att framleta skäl för existensen af de kända exemplen. Ett dylikt har man beträffande de aromatiska  $\beta$ -lakterna trott sig finna i det anmärkningsvärda faktum, att nästan allesamman äro kväfve- (nitro-) derivat, då man icke lyckats erhålla besläktade men kväfvefria  $\beta$ -lakter<sup>3</sup>. Den viktigaste orsaken till, att dessa substanser blifvit isolerade, ligger dock ganska säkert i deras svårslöslighet. Tillvaron af de alifatiska kända  $\beta$ -lakterna har till-

<sup>1</sup> Ber. d. d. chem. Ges. **23**, 2870 (1890).

<sup>2</sup> H. KILIANI, Ibid. **20**, 344 och 2711 (1887), E. FISCHER, Ibid. **24**, 539 (1891). H. MEYER Monatshefte f. Chemie **20**, 717 (1899).

<sup>3</sup> Se härom A. EINHORN och P. LEHNKERING a. st.

skrifvits den stabiliserande verkan på ringslutningar, som alkylgrupper enligt erfarenheter från andra områden utöfva.

I litteraturen har det ju dock icke helt och hållet saknats mer eller mindre starkt motiverade hypoteser om  $\beta$ -laktoner. H. BECKURTS och R. OTTO<sup>1</sup> hade en tanke, att  $\beta$ -jodpropionsyrans silfversalt vid upphettning möjligen skulle ge jod-silfver och propiolakton, men på grund af saltets obeständighet lyckades de icke framställa detta och måste därför uppge försöket. De inriktade därför i stället sitt arbete på studiet af de i vattenlösning uppkommande sönderdelningsprodukterna, och ehuru därvid (som framdeles kommer att visas) propiolakton uppträder som mellanprodukt, gaf detta sig icke tillkänna under de omständigheter, hvarunder de arbetade, hvarför denna substans förblef oupptäckt.

Vid undersökning af »hydrolyshastigheten» för  $\alpha$ -,  $\beta$ - och  $\gamma$ -monokarbonsyror fann E. DE BARR<sup>2</sup>, att denna växer afsevärdt för hvarje steg, som halogenen aflägsnas från karboxylgruppen. Han fann detta lättförklarligt beträffande  $\gamma$ -halogensyror på grund af deras kända stora benägenhet för laktonbildning, men för  $\beta$ -syroornas lika markanta skillnad gentemot  $\alpha$ -syroorna kunde han icke finna något skäl. I en afhandling »Ueber halogensubstituirte aliphatische Säuren»<sup>3</sup> söker P. C. FREER på grundval af »elektrisk ledningsförmåga, esterbildning och förtvålning» diskutera »inflytandet af de substituerande halogenatomerna och deras ställning till karboxylen». Bl. a. omnämner han däri äfven DE BARRS undersökning och säger efter en relation af dennes resultat: »Bei den  $\alpha$ -Säuren ist demnach der unmittelbare Einfluss des Carboxyls am geringsten, bei den  $\beta$ -Säuren tritt er stärker hervor, die räumliche Entfernung ist also hier eine geringere. Nach den Ergebnissen der Hydrolyse zu urtheilen wären  $\beta$ -Lactone vorauszusehen und in der That sind mehrere Beispiele derselben bekannt», och efter några betraktelser öfver kända  $\beta$ -laktoner: »Es dürften daher unter geeigneten Bedingungen alle  $\beta$ -halogensubstituirten Säuren mit schweren substituierenden Gruppen  $\beta$ -Lactone geben, zwar weniger glatt als bei  $\gamma$ -Säuren, aber desto leichter, je schwerer die substituierende Gruppe ist.» Författarens motivering, som skall ligga i en föregående utredning öfver  $\gamma$ -halogensyroornas hydrolys och bildning af  $\gamma$ -laktoner, är emellertid synnerligen dunkel och svårfattlig och delvis baserad mera på obevisade antaganden än på experimentella fakta. Att hans förmodan är på väg att vinna bekräftelse, synes därför mera bero på en lycklig tillfällighet än en logisk nödvändighet och ha sin grund i andra förhållanden, än de, som inspirerat hans tankegång.

Ett särskildt intresse tilldrager sig hypoteserna om äpplesyrans lakton på grund af dess sammanhang med ett af de viktigaste och intressantaste spörsmål, som för närvarande sysselsätta den kemiska lärda världen, nämligen den »WALDEN-

<sup>1</sup> Ber. d. d. chem. Ges. **18**, 222 (1885).

<sup>2</sup> Amer. chem. Journ. **22**, 333 (1899).

<sup>3</sup> Lieb. Ann. **319**, 345 (1902).



ska omlagringen.»<sup>1</sup> Redan WALDEN själf har påpekat möjligheten af en propiolaktonkarbonsyra som mellanprodukt vid klorbärnstenssyrans öfverföring i äpplesyra<sup>2</sup>, och något år senare visade O. LUTZ<sup>3</sup>, att vid behandling av brombärnstenssyra med metylalkoholisk ammoniak uppstår  $\beta$ -malaminsyra och förklarade detta med ett reaktionsförlopp, hvori han antar äpplesyrelakton som öfvergångsprodukt. — Efter upptäckten af »katjonkatalysen» fick jag af professor B. HOLMBERG i uppdrag att med avseende på detta fenomen undersöka bl. a. brombärnstenssyran och erhöll därvid resultat, som till en början syntes svåra att kinetiskt förklara<sup>4</sup>. En förmodan, som sedermera visade sig riktig<sup>5</sup>, att brombärnstenssyrans övergång i äpplesyra i alkalisk lösning skulle vara en reaktion af första ordningen och oberoende af alkalikoncentrationen, föranledde HOLMBERG<sup>6</sup> att utan kännedom om de omnämnda spekulationerna af WALDEN och LUTZ och således oberoende däraf uppställa hypotesen om en  $\beta$ -laktonkarbonsyra som mellanprodukt. Riktigheten af denna hypotes har dragits i tvifvelsmål — dock icke helt förnekats — af G. SENTER<sup>7</sup>, men de arbeten, som med ledning af densamma sedan utförts, stå i fullaste öfverensstämmelse därmed och hafva lett till synnerligen intressanta upptäckter<sup>8</sup>. Trots ifriga försök har det emellertid hittills icke lyckats att isolera äpplesyrelaktonen.

<sup>1</sup> P. WALDEN, Ber. d. d. chem. Ges. **30**, 3146 (1897) och **32**, 1833 (1899).

<sup>2</sup> Ibid. **32**, 1851 (1899).

<sup>3</sup> Chem. Zentr. bl. **1900 II**, 1009; jfr. äfven ibid. **1910 I**, 910.

<sup>4</sup> HJ. JOHANSSON, Zeitschr. f. physik. Chemie **79**, 627 (1912).

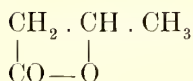
<sup>5</sup> HJ. JOHANSSON, Ibid. **79**, 628 (fotnot) (1912) och **81**, 573 (1913).

<sup>6</sup> Ber. d. d. chem. Ges. **45**, 1713 och 3008 (1912).

<sup>7</sup> Ber. d. d. chem. Ges. **45**, 2321 (1912).

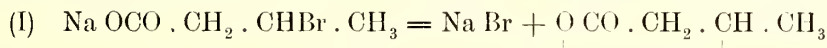
<sup>8</sup> B. HOLMBERG, Journ. f. prakt. Chemie [2] **87**, 456 och **88**, 553 (1913); Ber. d. d. chem. Ges. **47**, 167 (1914); Arkiv för kemi, mineralogi och geologi **6**, No 1 (1915).

### III. $\beta$ -Butyrolakton.

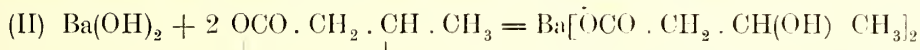


Då en del af uppgifterna i det i inledningen citerade meddelandet om  $\beta$ -butyrolakton är af betydelse för sammanhanget i den följande framställningen, skall här lämnas en öfversikt af det viktigaste innehållet.

$\beta$ -Bromsmörsyradt natron omvandlas i vattenlösning enligt formeln



I neutral lösning är reaktionen monomolekylär (hastighetskoefficient vid  $38^\circ$  och med tiden räknad i minuter 0,009, halveringstid 70—80 min.). Genom under reaktionens gång allt emellanåt upprepad extraktion med eter, torkning av eterextraktet med klorkalcium, afdestillation af etern och vakuumdestillation af återstoden erhöles en färglös, aromatiskt luktande vätska, hvars sammansättning enligt utförda analyser motsvarade  $\beta$ -butyrolaktonens och som under inverkan af alkali hastigt sönderdelades under förbrukning af den teoretiska, enligt formeln



erforderliga mängden baryt. Utbytet uppgick emellertid blott till ca 25 % af det enligt formel (I) beräknade högsta möjliga.

Då laktonen är obeständig gentemot vatten, är det af vikt att så fort som möjligt undandra den vattnets inverkan. Genom turbinering af natriumbrombutyratlösningen med ett lämpligt extraktionsmedel har jag sökt vinna ett kontinuerligt aflägsnande af laktonen från vattenlösningen efter hand som den bildas, och en bekvämare arbetsmetod än den besvärliga upprepade utskakningen för hand. I det efterföljande redogöres för några af de mest belysande försöken för utarbetandet af en mera gifvande

#### 1. Framställningsmetodik.

Den som *utgångsmaterial* använda  $\beta$ -bromsmörsyran erhöles genom addition af bromväte till krotonsyra — från KAHLBAUM, Berlin — renad genom omkristallisation ur kokande petroleumeter. Tillvägagångssättet var i huvudsak detsamma, som angifvits

af J. M. LOVÉN och HJ. JOHANSSON (a. st.). Det har dock befunnits lämpligt att före hvarje förnyad mätning med bromväte lindrigt uppvärma blandningen under några timmar.

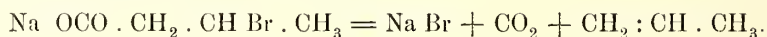
*Försök I. Extraktion med eter, temp. 32°.* 17,0 g  $\beta$ -bromsmörsyra (ekv. vikt, funn. 165,3, ber. 167,0) neutraliserades med 15,0 g soda i 20 eem vatten. Lösningen hölls vid 32° (i termostat) och turbinerades med eter, som ombyttes två gånger under loppet af 10 timmar. Under tiden hölls lösningen neutral genom tillsats af en sodakristall vid behof. Eterextrakten torkades genom 5—10 min. skakning med ärtstora bitar smält klorkalcium, hvarpå etern afdestillerades och den kvarblifna återstoden destillerades i vakuum ur vattenbad af 70—90°,  $K_{p_{23}} = 65^\circ$ . Utbyte ber. 8,6 g, funn. 3,4 g = 40 %.

I destillationskolfven kvarblef en något brunfärgad, tjockflytande återstod, olöslig i vatten men löslig i alkalier. Den hade alltså sur karaktär men också esterkaraktär, ty vid upphettning med öfverskott på alkali, förbrukades en ny mängd alkali (ungefär dubbelt så mycket, som åtgått till neutralisation). Vid försök att vakuumdestillera densamma sönderdelades den, hvarvid i destillationskolfvens afledningsrör afsatte sig färglösa, bladiga kristaller (krotonsyra). Försök gjordes äfven att inleda kristallisation genom afkylning med fast kolsyra, hvilket också lyckades, men kristallisationen blef synnerligen ofullständig. Vid de följande försöken erhöles den blott i mycket underordnad mängd och undersöktes därför icke vidare. På grund af sitt förhållande gentemot alkalier och vid upphettning är det sannolikt att denna destillationsåterstod utgjordes af estersyror  $\text{HO} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{CH}_3)_3 \cdot \text{O} \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CH}_3$ ,  $\text{HOCO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{CH}_3)_3 \cdot \text{OCO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{CH}_3)_3 \cdot \text{OCO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CH}_3$  o. s. v., hvilkas bildningssätt ur oxisyra (vatten) och lakton utan vidare inses.

*Försök II. Extraktion med kloroform, temp. 32°.* Samma mängdförhållanden som i försök I, turbinering med kloroform i 12 timmar med ombyte af kloroform två gånger. Kloroformen afdestillerades i något luftförtunnat rum (för att icke för hög temperatur skulle behöfva användas). I öfrigt samma tillvägagångssätt som i försök I. Utbyte af lakton: 5,2 g = 60 %.

Vid de båda föregående försöken hade iakttagits utveckling af en gas med lysgasliknande lukt. I enlighet med tidigare bl. a. af FIRTH och hans lärjungar utförda omfattande försök öfver  $\beta$ -halogensubstituerade syrors sönderdelning kunde man med visshet antaga, att gasen var en blandning af kolsyra och propylen. För att få en föreställning om graden af denna sönderdelning och därigenom äfven om den gräns till hvilken utbytet af lakton högst kunde drivas anställdes följande

*Försök III.* I en liten kolf försedd med kork med till- och afledningsrör neutraliserades 0,50 g (0,003 mol)  $\beta$ -bromsmörsyra med 0,45 g soda i 0,6 g vatten, hvarjämte 0,1 g natriumbikarbonat tillsattes; afledningsröret förbands med en SCHIFF's gasbyrett, beskickad med kalilut. Sedan luften med en kraftig kolsyreström utspolats ur kolfven förvarades denna i termostat af 32° och leddes en långsam kolsyreström genom densamma under 10 timmar, efter hvilken tid gasmängden öfver kaliluten icke märkbart ökades. Gasvolymen utgjorde 11,6 eem, hvaraf beräknas att c:a 15 % af bromsmörsyran sönderdelats enligt formeln



*Försök IV. Extraktion med kloroform, temp. 40°.* Utfördes på samma sätt som försök II blott med den skillnaden, att tiden för turbineringen minskades till 6 timmar. Utbyte af lakton: 65 %.

Den stegring i ntbytet af lakton, som ernåtts, får nog icke helt och hållet tillskrifvas användningen af kloroform som extraktionsmedel i stället för eter eller ökningen af temperaturen från  $32^{\circ}$  till  $40^{\circ}$ , utan beror säkerligen också i någon mån på vissa medvetna eller omedvetna detaljändringar och ett uppöfvande af den tekniska färdigheten. Fördelen med ökningen af temperaturen ligger uteslutande i, att reaktionen kan slutföras på kortare tid. Bland öfriga faktorer, som skulle komma i betraktande, må nämnas delningsförhållandet för laktonen i systemen eter-vatten och kloroform-vatten och vidare laktonens sönderdelningshastighet i eter resp. kloroformfasen hvilken i sin ordning är beroende både af vattnets löslighet i eter resp. kloroform och af mediets inflytande. Dessa faktorer hafva icke särskildt undersökts, då kloroformen besitter ett bestämdt företräde framför etern i sin högre kokpunkt, som tillåter användningen af högre temperatur vid reaktionen. Af betydelse är att bildningen af de i försök I omnämnda estersyrorna så mycket som möjligt motverkas. Detta kan ske, genom att före hvarje ombyte af kloroform vattenfasen göres svagt men tydligt alkalisk, hvarigenom i kloroformen befintlig oxisyra aflägsnas, och genom noggrann torkning af kloroformextrakten före destillationen. Destillationsåterstoden blir i så fall försvinnande. — Försök till »utsaltning» har icke gjorts men kunde möjligen förtjäna utföras.

*Försök V. Framställning.* 34,0 g  $\beta$ -bromsmörtsyra (ekv. vikt 166 i st. f. 167,0) neutraliserades med 29,5 g soda i 40 ccm vatten. Lösningen hölls vid  $40^{\circ}$  och turbinerades 6 timmar med 50 ccm kloroform, som ombyttes första gången efter en timme, andra gången efter ytterligare två timmar. Genom tillsats af litet soda vid behof hölls lösningen neutral eller svagt alkalisk, hvartill åtgick c:a 3 g Kloroformextrakten afkyldes, filtrerades genom ett torrt filtrum och förvarades öfver natten i beröring med poröst (med kolsyra behandlad) klorkalcium. Efter filtrering afdestillerades kloroformen i delvis evakuerad apparat ur vattenbad af  $80-90^{\circ}$ . Vid omdestillering af kloroformen erhöles en mindre rest, som tillsammans med den förut erhållna återstoden vakuumdestillerades ur vattenbad af  $60-65^{\circ}$ ;  $Kp_{10} = 54,5-55^{\circ}$ . Utbyte ber. 17,2 g, funn. 11,5 g = 70%.

## 2. Allmänna egenskaper.

$\beta$ -Butyrolakton är en färglös, lättrörlig vätska med om aceton påminnande lukt, som dock ibland är mera skarp och frän, särskildt om vid framställningen mot slutet af destillationen vattenbadets temperatur gått upp mot  $100^{\circ}$ . Det är därför sannolikt, att den fräna lukten härrör af sönderdelningsprodukter af destillationsåterstoden. Om laktonen skyddas mot fuktighet, synes den kunna förvaras hur länge som helst. Ett preparat, som i arbetsrummet förvarats i en med en vanlig kork tillsluten kolf under några månader, hade antagit svagt sura egenskaper, men vid destillation öfvergick den fullständigt och vid konstant och riktig temperatur i förlaget.



*Löslighet.* Den löses i alla förhållanden i alkohol, eter, aceton, ättiketer, kloroform, isättika och benzol men icke eller obetydligt i petroleumeter. I vatten löses den lätt men icke i alla förhållanden.

För bestämning af lösligheten i vatten skakades 2 g lakton med 10 ccm vatten och lämnades därpå i hvila vid rumstemperatur (c:a 18°) under några minuter, hvarefter lösningen filtrerades. Därpå uttogs med en pipett ett prof af den klara lösningen, vägdes och försattes med öfverskott af 0,1-*n* barythydratlösning; efter 15 timmars förvaring vid rumstemperatur i väl slutna kolfvar återtitrerades lösningarna med syra. 0,994 ccm mättad lösning vägde I 1,006 g, II 1,002 g. Spec. vikt hos vid 18° mättad lösning: I 1,012, II 1,008, medelvärde 1,010. Till förtvålning af laktonen förbrukades I 17,44 ccm, II 17,47 ccm 0,1010-*n* baryt. Vid c:a 18° mättad vattenlösning af  $\beta$ -butyrolakton är 1,77-*n* och håller 15,3 g substans pr 100 ccm.

*Specifik vikt.* 1,2833 ccm substans (20°) vägde I 1,3548, II 1,3540, III 1,3546 g, medelvärde 1,3545 g.  $D_{20} = 1,0555$ .

*Molekylvikten* bestämdes ebullioskopiskt i eter enligt BECKMANNS metod. På grund af att laktonen själf är i någon mån flyktig, kan ingen större noggrannhet väntas och har heller icke eftersträfvats, då det blott gällde att afgöra, huruvida substansen verkligen var en lakton eller kunde misstänkas vara en laktidartad produkt.

Lösningsmedel i gram	Substans i gram	Kokpunkts- höjning	Molekylvikt	
			funnen	beräknad
18,12 korr. 18,0	0,120	0,16°	90	86
17,8	0,2405	0,31°	94	»
17,6	0,364	0,47°	95	»

Korrektionerna i mängden Lösningsmedel afse dels den mängd, som under försöket befinner sig i kylaren, och dels förlusten genom bortkokning. Konstanten för eter 21,6.

### 3. Förhållande till vatten, utspädd salpetersyra och alkalier.

#### A. Reaktionsprodukt.

$\beta$ -Butyrolakton ger med kaustiska alkalier salter af  $\beta$ -oxismörsyra.

1,7 g (0,002 mol.)  $\beta$ -butyrolakton sattes till en lösning af 0,9 g natronhydrat i några ccm vatten. Vid omrörning upplöstes laktonen småningom i luten under värmeutveckling, lösningen uppvärmdes en stund på vattenbad, neutraliserades med kolsyra och indunstades till torrhet. Enligt J. WISLICENI föreskrift<sup>1</sup> upphettades den torra återstoden under 4—5 timmar till 110—120° och utkokades därpå med c:a 70 ccm absolut alkohol, vid afsvälning efter filtrering utkristalliserade en snöhvīt massa (1,2 g) af ett salt, som med afseende på sina yttre egenskaper öfverensstämde med WISLICENI beskrifning på  $\beta$ -oxismörsyrans natriumsalt: Snöhvīt hygroskopisk massa bestående af krutor af platta, tillspetsade, prismatiska, mjuka kristaller.

<sup>1</sup> Lieb Ann. 149, 205 (1869).

*Analys:* 0,2914 subst. (torkad vid  $110^\circ$  till konstant vikt) gaf vid afrykning med svafvelsyra 0,1648 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

	Ber. för $\text{NaOCOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 = 126,06$	Funnet
Na	18,24 %	18,31 %

Samma salt erhöles om laktonen först sönderdelades genom lindrig uppvärmning med vatten, lösningen neutraliserades med soda och behandlades vidare som ofvan.

*Analys:* 0,3077 g subst.: 0,1735 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

	Ber. för $\text{NaOCOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 = 126,06$	Funnet
Na	18,24 %	18,26 %

Då  $\beta$ -oxismörsyrans natriumsalt emellertid icke i sina egenskaper så afsevärdt skiljer sig från många andra organiska syroras natriumsalter, kunde ett ytterligare identitetsbevis vara önskvärdt. Härför har användts syrans egenskap att vid destillation afspjälka vatten och öfvergå i krotosyra.

2,58 g (0,03 mol.)  $\beta$ -butyrolakton sattes till en ljum lösning af 4,73 g (0,03 gr. ekv.) barythydrat, hvari den vid omrörning upplöste sig under värmeutveckling. Sedan lösningen uppvärmts en stund, försattes den med 29,5 ccm 1,01-*n* svafvelsyra, det utfällda bariumsulfatet affiltrerades, och filtratet indunstades i luften till sirapskonsistens samt destillerades därpå några gånger. Till sist kylde destillatet med snö, hvarvid krotosyra afskildes, afsögs och torkades samt identifierades genom utseende, lukt, smältpunkt  $-71^\circ$  — och ekvivalentvikt.

0,1300 g subst. förbrukade 14,98 ccm 0,1010-*n* baryt.

	Ber. för $\text{HOCOCH}:\text{CHCH}_3$	Funnet
Ekv. vikt	86,05	85,92

## B. Kinetik.

För att vinna en föreställning om laktonens stabilitet i vattenlösning under olika betingelser och därmed en ledning för bedömandet af dess möjliga användbarhet för preparativa ändamål hafva några bestämningar af reaktionshastigheten vid inverkan af vatten, salpetersyra och alkalier utförts vid  $25,0^\circ$ . De därvid erhållna konstanterna äro dessutom af betydelse både i teoretiskt hänseende (se afd. VI sid. 41) och som känsliga och karaktäristiska identifieringsmedel.

Det till dessa mätningar använda *preparatet* var renadt genom förnyad vakuumdestillation af 16 g lakton ur vattenbad af  $74-77^\circ$ ; fördroppar 3 g, hufvudfraktion 12 g. Såväl fördroppar som hufvudfraktion kokade konstant vid  $67-68^\circ$  vid ett tryck af 24 mm Hg.

0,1609 substans försattes med 20,14 ccm 0,1010-*n* baryt; efter 3 timmars förvaring vid rumstemperatur i väl korkad kolf återtitrerades med 1,74 ccm 0,1020-*n* salpetersyra.

Till förtvålning förbrukad baryt: ber. 18,51 ccm, funn. 18,38 ccm.

## 1. Metodik.

Det till framställning af försökslösningarna använda vattnet befriades först genom kokning i kolf af Jenaglas från kolsyra, hvarpå kolfven tillslöts med en kork, försedd med häfvert och natronkalkrör.

Till förvaring af lösningarna använda kolfvar voro af Jenaglas. De rengjordes med kaliumbikromat och svafvelsyra, utblåstes med vattenånga och — efter torkning — med kolsyrefri luft samt tillslötos med goda, väl passande korkar.

Alla pipetter, byretter och mätkolfvar voro själfallet kalibrerade och befriades från fett med kaliumbikromat och svafvelsyra, så ofta sådant visade sig nödigt.

Vid bestämningarna i *ren vattenlösning* uppvägdades en viss mängd lakton i en mätkolf, som därpå efter förvärmning i termostaten fylldes till märket med förvärmadt vatten. För att få laktonen upplöst och lösningen homogen så fort som möjligt fylldes kolfven icke fullständigt på en gång utan omskakades då och då under påfyllningen. Sedan lösningen beredts och blifvit fullständigt blandad, hvar till åtgick c:a 5 minuter, förvarades den i termostaten och uttogs med lämpliga tidsmellanrum med en pipett prof, som fingo nedrinna öfver is, hvarigenom reaktionen hämmades, hvarpå titrerades med baryt och fenoltalein. Vid försök i mera utspädd lösning bereddades först så, som omtalats, i en mätkolf en koncentrerad lösning, som omedelbart utportionerades i förvärmda kolfvar med afmätta kvantiteter vatten. Vid försökens afbrytande inkastades sönderkrossad ren is o. s. v. som förut.

I *sur lösning* arbetades på samma sätt med vederbörliga förändringar.

*Tiden* har räknats från det ögonblick påfyllningen af vatten i mätkolfven började till afkylningen med is. — En felkälla, hvars inflytande det är svårt att få någon uppskattning af, ligger i, att den primära lösningen måste beredas utanför termostaten, hvarigenom temperaturen gifvetvis undergår någon sänkning, som dock möjligen kan kompenseras därigenom att kolfven hålles i handen.

Vid försöken öfver den *alkaliska* sönderdelningen bereddades en lösning af laktonen på sätt som anförts, hvarpå 5 ccm inpipetterades (med en pipett med 4 sekunders utloppstid), i på förhand iordningställda och tempererade lösningar af baryt eller natron. Tiderna valdes så, att alla försök voro igångsatta 15—20 minuter efter det laktonen blifvit löst. Vid försökens afbrytande utspolades lösningarna i bägare med salpetersyra, hvars mängd afpassats så, att öfverskottet blef så litet som möjligt, för att den följande titreringen med alkali icke skulle taga för lång tid. I regel var den slutförd på c:a 1 minut. Metoden att afkyla lösningen genom införande af krossad is visade sig icke medföra någon fördel vid så stora volymer, som här kommo till användning.

I tabellerna betyda:

*t* tiden i minuter,

*a* laktonens begynnelsekonc. i mol/liter,

*b* begynnelsekonc. för baryt resp. natron i gr. ekv./liter,

*x* reaktionsproduktens konc. i gr. ekv./liter,

(*Tr*) antal ccm 0,1010-*n* baryt motsv. sönderdelad lakton,

$T(a)$  antal ccm 0,1010- $n$  baryt motsv. hela mängden lakton,

$T(a-x)$  antal ccm 0,1010- $n$  baryt motsv. icke sönderdelad lakton,

$k$  hastighetskoefficienten för en reaktion af första ordningen  $\left\{ \frac{dx}{dt} = k(a-x) \right\}$

$C$  hastighetskoefficienten för en reaktion af andra ordningen  $\left\{ \frac{dx}{dt} = C(a-x)^2 \right\}$ .

## 2. Ren vattenlösning.

TABELL 1.

Ur en 0,6076  $n$  lösning utpipeterades 1,98 ccm.

$a = 0,6076$ .

$T(a) = 11,91$ .

$t$	$T(x)$	$T(a-x)$	$k$
120	1,10	10,81	0,00081
215	1,84	10,07	0,00078
365	2,83	8,98	0,00077
625	4,51	7,40	0,00076
1305	7,51	4,40	0,00076
1865	9,19	2,81	0,00077

TABELL 2.

5,00 ccm 0,2435- $n$  laktonlösning  
+ 15,39 ccm vatten

$a = 0,0600$ .

$T(a) = 12,05$ .

$t$	$T(x)$	$T(a-x)$	$k$
120	1,20	10,85	0,00087
235	2,20	9,85	0,00086
359	3,15	8,90	0,00084
660	5,09	6,96	0,00083
1086	7,16	4,89	0,00083
1865	9,52	2,53	0,00084

TABELL 3.

5,00 ccm 0,2435- $n$  laktonlösning + 198,0 ccm vatten.

$a = 0,00690$ .

$T(a) = 12,05$ .

$t$	$T(x)$	$T(a-x)$	$k$
121	1,23	10,77	0,00083
240	2,30	9,75	0,00088
365	3,26	8,79	0,00086
665	5,27	6,78	0,00086
1090	7,30	4,75	0,00085
1865	9,57	2,48	0,00085

Som synes visa  $k$ -värdena tendens till minskning under reaktionens lopp, och det kan äfven konstateras en viss skillnad i  $k$ -värdena för olika koncentrationer. Åtskilliga orsaker härtill äro tänkbara, men då afvikelserna äro ganska små och inga särskilda undersökningar gjorts däröfver, skulle en diskussion af dem blott bli rena gissningar. Emellertid är hufvudreaktion med säkerhet monomolekylär, då storhetsordningen för hastighetskoefficienten är densamma i de olika serierna, trots att koncentrationen varierats så, att den är 100 gånger större i tabell 1 än i tabell 3.



## 3. Salpetersur lösning.

TABELL 4.

0,7814 g lakton löstes till 15,00 ccm  
i 0,635-*n* salpetersyra. 1,98 ccm  
utpipetterades.

$$a = 0,605. [HNO_3] = 0,604. T(a) = 11,86.$$

$t$	$T(x)$	$T(a-x)$	$k$
120	1,24	10,62	0,00096
243	2,26	9,60	0,00087
365	3,23	8,63	0,00087
625	4,93	6,93	0,00088
1305	7,86	4,00	0,00083
2085	11,74?	—	—

TABELL 5.

0,5189 g lakton löstes till 25,04 ccm i  
0,0612-*n* salpetersyra. Af denna lös-  
ning 5,02 ccm + 8,86 ccm 0,1020-*n* sal-  
petersyra + 6,23 ccm vatten.

$$a = 0,0601. [HNO_3] = 0,0599. T(a) = 11,97.$$

$t$	$T(x)$	$T(x-a)$	$k$
120	1,18	10,79	0,00086
240	2,24	9,73	0,00086
—	—	—	—
1085	7,12	4,85	0,00083
1860	9,43	2,54	0,00083

TABELL 6.

0,5191 g lakton löstes till 25,04 ccm i 0,0612-*n* salpetersyra.  
Af denna lösning 5,02 ccm + 11,57 ccm 0,1020-*n* salpetersyra + 185,0 ccm vatten.

$$a = 0,0600. [HNO_3] = 0,0600. T(a) = 11,97.$$

$t$	$T(x)$	$T(a-x)$	$k$
120	1,24	10,73	0,00091
240	2,28	9,69	0,00088
—	—	—	—
1080	7,14	4,83	0,00084
1860	9,51	2,46	0,00085

Koncentrationerna och tiderna äro valda så att hvarje försök svarar mot ett dylikt i tabellerna 1—3. Om man jämför tabell 5 med tabell 2 och tabell 6 med tabell 3 framgår, att  $k$ -värdena äro nästan identiska och att alltså salpetersyra vid ifrågavarande koncentrationer icke har något inflytande på hydrolyshastigheten. Vid jämförelse af tabell 4 med tabell 1 däremot kan man iakttaga en ringa ökning af reaktionshastigheten för tillsats af salpetersyra.

## 4. Alkalisk lösning.

## Försök med baryt.

TABELL 7.

5,00 ccm 0,1407-*n* laktonlösning + 6,96  
ccm 0,1010-*n* baryt + 163,9 ccm vatten.

$$a = b = 0,00400.$$

$t$	$x$	$a-x$	$C$
2	0,00118	0,00282	52
4	0,00180	0,00220	51
9	0,00258	0,00142	50
20	0,00320	0,00080	50
			$C = 51$

TABELL 8.

5,00 ccm 0,1021-*n* laktonlösning + 5,06  
ccm 0,1010-*n* baryt + 245,2 ccm vatten.

$$a = b = 0,00200.$$

$t$	$x$	$a-x$	$C$
4	0,000585	0,001415	52
9	0,00094	0,00106	49
18	0,00128	0,00072	49
35	0,001555	0,000445	50
			$C = 50$

## Försök med natron.

TABELL 9.

5,00 ccm 0,1428-*n* laktonlösning + 7,08  
ccm 0,1009-*n* natron + 166,4 ccm vatten.

$$a = b = 0,00400.$$

<i>t</i>	<i>x</i>	<i>a</i> - <i>x</i>	<i>C</i>
2	0,00114	0,00286	50
4	0,00175	0,00225	49
9	0,00255	0,00145	49
18	0,00309	0,00091	47
			<i>C</i> = 49

TABELL 10.

5,00 ccm 0,1028-*n* laktonlösning + 5,09  
ccm 0,1009-*n* natron + 246,8 ccm vatten.

$$a = b = 0,00200.$$

<i>t</i>	<i>x</i>	<i>a</i> - <i>x</i>	<i>C</i>
4	0,00595	0,00145	53
9	0,00934	0,00106	49
18	0,0127	0,00073	48
35	0,01535	0,00465	47
			<i>C</i> = 49

Reaktionen är bimolekylär och reaktionshastigheten densamma för baryt som för natron<sup>1</sup>.

## 4. Inverkan af ammoniak.

Som bekant adderar sig ammoniak till laktoner<sup>2</sup> under bildning af oxisyreamider, som i vissa fall öfvergå i laktamer. Det finns ingen egentlig anledning att vänta något annat vid  $\beta$ -butyrolakton, men då i samband med studiet af den WALDENSKA omlagringen  $\beta$ -klorsmörnsyra öfverförts i  $\beta$ -amidomörnsyra<sup>3</sup>, och det dock vore tänkbart, att  $\beta$ -butyrolakton därvid bildat mellanstadium, har jag ansett det önskvärdt att utröna laktonens förhållande till ammoniak. Därvid befunns att reaktionen mellan dessa båda substanser uteslutande försiggår enligt formeln



Medan jag ännu höll på med undersökningen däröfver, utkom ett arbete af H. SCHEIBLER och J. MAGASANIK<sup>4</sup>, som däri bl. a. omnämna, att ammoniak vid inverkan på  $\beta$ -klorsmörnsyra ger  $\beta$ -oxismörnsyreamid, och förklara detta så, att  $\beta$ -butyrolakton uppträder som mellanprodukt. Metylamin ger däremot med samma syra en blandning af  $\beta$ -metylamido-smörnsyra och  $\beta$ -oxismörnsyre-metylamid, och förff. mena, att metylamin och ammoniak skulle uppspjälka  $\beta$ -butyrolakton på olika sätt, hvilket dock ej förefaller vidare troligt. Sannolikare är väl, att den erhållna amidosyran uppstått genom direkt omsättning mellan metylamin och klorsmörnsyran salt. Det bör dock icke lämnas onämndt, att A. BASLER<sup>5</sup> uppger, att vid inverkan af anilin på p-nitrofenylpropiolakton bildas jämte den som hufvudprodukt uppträdande aniliden p-nitrofenyl- $\beta$ -anilidopropionsyra i ringa mängd.

<sup>1</sup> Natronluten var framställd enligt KÜSTERS metod, F. P. TREADWELL, Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie. Bd II sid. 474 (1913).

<sup>2</sup> H. MEYER, Monografi, Monatshefte f. Chemie **20**, 717 (1899). Ytterligare litteraturuppgifter öfver ammoniaks inverkan på speciellt  $\beta$ -laktoner erhållas lätt ur den i historiken uppräknade litteraturen.

<sup>3</sup> E. FISCHER och H. SCHEIBLER, Ber. d. d. chem. Ges **42**, 1219 (1909); Lieb. Ann. **383**, 337 (1911).

<sup>4</sup> Ber. d. d. chem. Ges. **48**, 1812 (1915).

<sup>5</sup> Ber. d. d. chem. Ges. **17**, 1502 (1884).

2 g  $\beta$ -butyrolakton infördes i små portioner i 5 ccm koncentrerad ammoniak, hvarvid blandningen uppvärmde sig och därför kylde. Lösningen indunstades först vid lindrig värme, därpå öfver svafvelsyra. Efter några dagars förlopp stelnade massan fullständigt till en kristallinisk kaka, som åter löstes genom lindrig uppvärmning med några droppar vatten, vid afsvälning utkristalliserade långa, platta, färglösa prismar, som afsögos och pressades mellan filterpapper, 2 g, smältpunkt efter torkning öfver svafvelsyra  $84-87^\circ$ . Den vid moderlutens intorkning i luften kristalliserande resten företedde alldeles samma utseende, som den först utkristalliserade substansen. Denna löstes under lindrig uppvärmning i 0,8 g vatten, vid afkylning till  $10^\circ$  utkristalliserade 1,05 g, smältpunkt som förut  $84-87^\circ$ .

*Analyser* å öfver svafvelsyra torkadt material: 0,1420 g sbst: 0,1141 g  $H_2O$ , 0,2432 g  $CO_2$ . — 0,1244 g sbst: 14,10 ccm  $N_2$  ( $16^\circ$ , 768 mm tryck).

Ber. för $CH_3CH(OH)CH_2CONH_2 = 103,08$ .		Funnet.
H	8,80 %	8,99 %
C	46,56 »	46,71 »
N	13,53 »	13,59 »

Ett par försök att addera *klorväte* till  $\beta$ -butyrolakton hafva gjorts men icke ledt till enhetliga produkter.

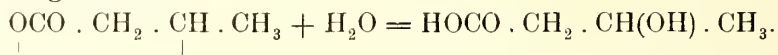
Vid sammanblandning af  $\beta$ -butyrolakton med koncentrerad saltsyra inträffade efter några ögonblick en häftig reaktion under stark värmeutveckling, så att lösningen måste kylas. Reaktionsprodukten afskilde sig icke vid utspädning med vatten, hvilket  $\beta$ -klorsmörtsyra skulle gjort (jfr LOVÉN och JOHANSSON a. st, sid. 1256); genom extraktion med eter och vakuumdestillation erhöles en obetydlig mängd af en färglös vätska, hvars kokpunkt icke var konstant men låg omkring  $\beta$ -klorsmörtsyrens. Att döma af dess sammansättning och egenskaper exempelvis förhållande till alkali, bestod den af  $\beta$ -klorsmörtsyra med inblandade esterartade ämnen t. ex.  $HOCO \cdot CH_2 \cdot C(CH_3) \cdot OCO \cdot CH_2 \cdot CHCl \cdot CH_3$  o. dyl. Större delen af reaktionsprodukten var icke extraherbar med eter utan stannade i vattenlösningen och kvarblef vid dennas indunstning som en sirupös vätska.

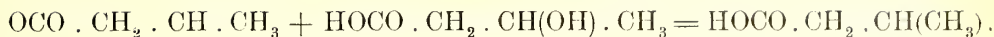
Vid lindrig uppvärmning af  $\beta$ -butyrolakton med klorväte i eterlösning erhöles en produkt, som likaledes föreföll bestå af en blandning af  $\beta$ -klorsmörtsyra och andra esterartade ämnen, hvilka vid destillation (i vakuum) bl. a. gånge upphof till krotonsyra.

Då inga mera anmärkningsvärda resultat syntes vara att vänta, och en fullständig utredning af de uppkommande substansernas art skulle kräft en större materialförbrukning, har arbetet icke fullföljts.

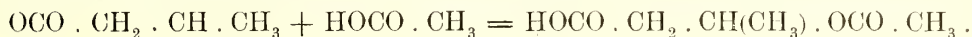
## 5. Inverkan af isättika.

Som tidigare (sid. 10) är nämnt, uppstår vid framställningen af  $\beta$ -butyrolakton under vissa betingelser en tjockflytande produkt, som sannolikt består af estersyror uppkomna enligt schemat





$\text{OCO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{CH}_3$  o. s. v. Det är härvid likgiltigt, om syrnas karboxyl- eller hydroxylgrupper addera sig till laktonen, produkten blir i båda fallen densamma. På grund af karboxylgruppens större allmänna reaktionsförmåga låg det närmast till hands att tänka sig denna som den reagerande. För pröfning af antagandet gjordes försök att addera ättiksyra till laktonen, hvarvid sannolikt  $\beta$ -acetyloxismör-syra borde bildas enl. formeln



2,6 g (0,03 mol)  $\beta$  butyrolakton blandades med 2,0 g (0,033 mol) isättika (ekv. vikt: 60,55, ber. 60,03; den innehöll alltså c:a 1 % vatten). Att följa den väntade reaktionen genom titrering lät sig icke göra, då mängden syra icke komme att ändras, och det var därför nödvändigt att söka studera någon annan starkt föränderlig egen-skap hos blandningen. Man kunde vänta, att förtvålningshastigheten i alkalisk lösning skulle kunna användas härför, då laktonen och den väntade estersyran sannolikt sönderdelas med en väsentligt olika hastighet<sup>1</sup>.

Sedan blandningen förvarats tre dygn vid rumstemperatur, uttogs ett prof på 0,3703 g, som till neutralisation förbrukade 26,62 ccm 0,1010-*n* baryt. Af denna lösning (0,089-*n* i afseende på från början befintlig  $\beta$  butyrolakton) inpipetterades 5,00 ccm i förvärmade blandningar af 4,40 ccm 0,1010-*n* baryt och 100 ccm vatten. Profven behandlades på samma sätt som vid de redan beskrifna kinetiska försöken. Temp. 25,0°. I tabell 11 hafva *a*, *b* och *t* samma betydelse som förut (s. 14), *A* betyder till förtvålning förbrukad baryt i ccm och i procent af den till fullständig förtvålning beräknade barytmängden, *B* motsvarande kvantiteter ur tabell 7.

TABELL 11.

$$a = 0,0041.$$

$$b = 0,0040.$$

<i>t</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
2	1,51 ccm = 34 %	30 %
9	2,85 " = 65 "	65 "
20	3,40 " = 78 "	80 "

Öfverensstämmelsen mellan *A*- och *B*-kolumnerna gjorde det sannolikt att ingen reaktion ägt rum mellan laktonen och isättikan. Den återstående delen af den ursprungliga blandningen upphettades därför under 9 timmar till 80—90° i en kolf, som tillslutits med en kork försedd med ett till en lång kapillär utdraget glaströr. Efter afsvålning gjordes en förnyad bestämning af förtvålningshastigheten, 0,3700 g förbrukade till neutralisation 27,83 ccm 0,1010-*n* baryt, hvilket visar någon ökning i syremängden, som blott kan ha uppkommit genom inverkan på laktonen af det i isättikan befintliga vattnet. De kinetiska profven utfördes med samma mängder och på samma sätt som i förra serien (tab. 11). Resultaten anges i tabell 12, där beteckningarna hafva samma betydelse som i tabell 11.

<sup>1</sup> L. SMITH (Lunds Universitets Årsskrift N. F. Afd. 2. Bd 11. Nr 2. (1914), har gifvit ett lärorikt exempel på den fördel kinetiska studier medföra för bestämmande af substansers enhetlighet eller en blandnings beståndsdelar. Metoden är för öfrigt rekommenderad redan af VAN'T HOFF. (VANT HOFF-COHEN, Studien zur chem. Dynamik 1896, s. 118), men synes ha vunnit allt för liten efterföljd.



TABELL 12.

 $a = 0,0039.$  $b = 0,0040.$ 

$t$	$A$	$B$
2	1,40 ccm = 32 %	30 %
9	2,46 » = 56 »	65 »
20	3,03 » = 69 »	80 »

Reaktionshastigheten är fortfarande af samma storhetsordning som för laktonen. Det var därför sannolikt att någon nämnvärd reaktion icke ägt rum mellan isättika och lakton, hvilket också bevisas af, att laktonen kunde återvinnas ur återstoden af blandningen med nära nog kvantitativt utbyte. Detta skedde genom neutralisation af blandningen med soda, extraktion med kloroform och vidarebehandling på sätt, som är beskrifvet vid laktonens framställning. Utbyte 1,25 g,  $Kp_{35} = 76,5-77,5^0$ . 0,1732 subst. förbrukade till förtvålning 19,92 ccm 0,1010- $n$  baryt, ber. 19,93 ccm.

Då det vunna resultatet lät förmoda, att ättiksyra möjligen icke alls invercade på  $\beta$ -butyrolakton gjordes försöket om med vattenfri isättika, som bereddes genom utfrysning af en hälften af en portion vanlig isättika och afdekantering så fullständigt som möjligt af den flytande fasen, hvilket förfaringssätt upprepades två gånger.

0,3412 g lakton och 0,2640 g vattenfri isättika insmältes i ett glaströr och uppvärmdes till  $80-90^0$  under 9-10 timmar. Vid rörets öppnande — efter ett par dagar — rådde något öfvertryck (viktninskning 0,0046 g). 0,5809 g af blandningen (med ett beräknadt innehåll af 0,3261 g lakton och 0,2548 g ättiksyra) neutraliserades med 43,45 ccm 0,1010- $n$  baryt, ber. 42,03 ccm. Af lösningen (0,087- $n$  i afseende på från början befintlig  $\beta$ -butyrolakton) inpipetterades 5,02 ccm i förvärmade blandningar af 4,46 ccm 0,1010  $n$  baryt och 103,25 ccm vatten. Profven behandlades på samma sätt som de föregående.

TABELL 13.

 $a = 0,0039.$  $b = 0,0040.$ 

$t$	$A$	$B$
2	1,24 ccm = 28 %	30 %
4	1,76 » = 39 »	45 »
9	2,55 » = 57 »	65 »
20	3,22 » = 72 »	80 »

De anförda resultaten visa att blandningen af lakton och isättika icke var *alldeles* oförändrad. I hvilken riktning reaktionen gått kan icke med säkerhet afgöras, möjligen kan en obetydlig del af laktonen hafva omvandlats i den därmed isomera krotosyran.

Genom de utförda försöken har ådagalagts, att  $\beta$ -butyrolakton och isättika icke inverka på hvarandra vid rumstemperatur och att, om vid förhöjd temperatur någon inverkan äger rum, reaktionen i hvarje fall går synnerligen trögt. Med den utgång pröfningen fått, kan ur detta enstaka exempel inga allmängiltiga slutsatser öfver karboxylgruppens reaktionsförmåga med  $\beta$ -butyrolakton dragas.

## 6. Addition af kaliumxantogenat.

Vid inverkan af kaliumxantogenat på ett salt af  $\beta$ -klor- eller  $\beta$ -bromsmörsyra uppstår salt af  $\beta$ -xantogenatsmörsyra, som sedan kan öfverföras i  $\beta$ -merkaptosmör-

syra och de båda stereoisomera  $\beta$ -bisulfiddismörsyrorna (LOVÉN och JOHANSSON, a. st.). I samband härmed var det en fråga af både teoretiskt och praktiskt intresse, om  $\beta$ -butyrolakton förmår addera xantogenat och eventuellt uppträder som mellanprodukt vid xantogenatsmörsyrans bildning.

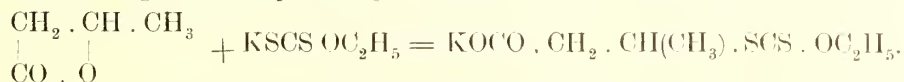
9,6 g (0,06 mol) kaliumxantogenat löstes i 30—40 cem vatten och sattes till 5,1 g (0,06 mol)  $\beta$ -butyrolakton, som löstes däri under värmeutveckling, — under loppet af en kvarts timme steg temperaturen hos blandningen från 12° till 40° och sjönk sedan åter småningom —. Följande dag försattes lösningen med 30 cem konc. ammoniak. Efter ett par dygn grumlades lösningen och ympades då med xantogenamid. Sedan hufvudmassan af denna utkristalliserat och aflägsnats, extraherades de sista spåren med eter. Lösningen försattes därpå med ett spår järnklorid och mangansulfat och utsattes för luftens inverkan i flata skålar. Efter ett dygn var lösningen affärgad, de afskilda järn- och manganoxidhydraterna frånfilterades och lösningen surgjordes med saltsyra, hvarvid utföll 6,2 g  $\beta$ -bisulfiddismörsyra (blandning af båda formerna, beräknadt utbyte 7,2 g). Genom omkristallisation ur 100 cem varmt vatten erhöles 5,2 g syra, som behandlades vidare på i det citerade meddelandet angifvet sätt. Därvid erhöles 3,35 g väl kristalliserande baryumsalt af 1- $\beta$ -bisulfiddismörsyra<sup>1</sup> och därur 1,6 g ren syra; smältpunkt 114—116°.

0,1916 g substans förbrukade till neutralisation 15,95 cem 0,1010-*n* baryt.

Ber. för $[\text{HOCOCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2\text{S}_2]$ .	Funnet.
Ekv. vikt 119,1.	119,0.

II- $\beta$ -bisulfiddismörsyran isolerades icke.

Häriigenom är det bevisadt, att samma produkter erhållas som vid utgång från  $\beta$ -klor- eller  $\beta$ -bromsmörsyra direkt, och att reaktionen mellan  $\beta$ -butyrolakton och kaliumxantogenat förlöper enligt formeln



Som temperaturförloppet visade, försiggår additionen ganska snabbt. Vid de tidigare arbetena med  $\beta$ -bisulfiddismörsyrornas framställning (a. st.) fick kaliumxantogenat i koncentrerad lösning och vid rumstemperatur inverka på natriumsalterna af  $\beta$ -klor- eller  $\beta$ -bromsmörsyra under c:a 24 timmar. Denna tid är med säkerhet för kort, för att laktonbildningen skall hinna försiggå fullständigt, och om reaktionen, som antagligt är, uteslutande eller hufvudsakligen försiggår med lakton som mellanprodukt, ligger däri troligtvis en orsak till det otillfredsställande utbytet — vid klorsmörsyra 20 %, vid bromsmörsyra 55 % af det beräknade —, hvilket i så fall bör kunna höjas genom förlängning af tiden eller genom höjning af temperaturen. Huruvida äfven en direkt omsättning mellan  $\beta$ -halogensmörsyrornas salter

<sup>1</sup> Det torde här kunna förtjäna omnämnas, att denna syra är racemformen; den låter nämligen uppdelas sig i optiskt aktiva komponenter med cinkonin (1 mol cinkonin och 1 gr. ekv. syra i starkt utspädd, ljum lösning). Undersökningen är ännu icke afslutad, men kommer främdeles att publiceras i annat sammanhang.

och kaliumxantogenat kan äga rum i nämnvärd grad är en fråga, som är utan praktisk betydelse för framställning af optiskt inaktiva substanser och kan därför tillsvidare lämnas öppen <sup>1</sup>.

## 7. Addition af $\beta$ -merkaptosmörtsyra.

Den lätthet, hvarmed kaliumxantogenat adderades till  $\beta$  butyrolakton, ingaf förhoppningar om, att äfven andra svafvelderivat skulle kunna uppstå på ett liknande sätt, och att särskildt en praktiskt användbar metod för framställning af de svårtillgängliga  $\beta$ -sulfidismör syrorna <sup>2</sup> — och  $\beta$ -sulfondismör syrorna — skulle kunna grundas på addition af  $\beta$ -merkaptosmör syra till  $\beta$ -butyrolakton.

### Framställning af $\beta$ -merkaptosmör syra.

5,8 g  $\beta$ -bisulfidismör syra (blandning af båda formerna) uppslammades i 20 ccm vatten och neutraliserades till en mindre del med soda (1 g). Därpå tillfördes natriumamalgam i små portioner (1,7 g natrium i 70 g kvicksilfver). Efter några timmar surgjordes lösningen med svafvelsyra, den frigjorda merkaptosmör syran upptogs med eter, som torkades med smält klorkalcium, hvarpå etern afdestillerades och återstoden destillerades i vakuum.  $K_{p_{10}} = 110-111^\circ$ , utbyte: ber. 5,9 g, funn. 4,3 g = 73 %.  $\beta$ -merkaptosmör syran är en i vatten svårlöslig, färglös vätska med obehaglig lukt.

*Analys:* O,1498 g sbst.: 0,0889 g  $H_2O$ , 0,2203 g  $CO_2$ . — 0,1280 g sbst.: 0,2476 g  $BaSO_4$  (enl. KLASON). — 0,1427 g sbst.: 11,89 ccm 0,1010-*n* baryt.

	Ber. för $HOCO \cdot CH_2 \cdot CH(SH) \cdot CH_3 = 120,13$ .	Funn.
H	6,71 %	6,64 %
C	39,96 »	40,11 »
S	26,70 »	26,57 »
Ekv. vikt	120,1	118,8

### $\beta$ -Merkaptosmör syra och $\beta$ -butyrolakton.

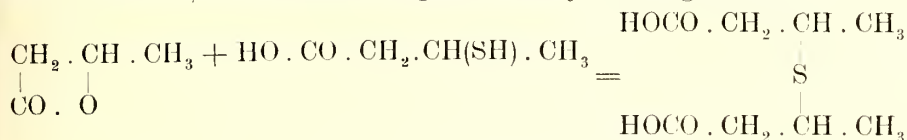
*Försök I.* En blandning af 0,080 g lakton och 0,129 g syra uppvärmdes under 2 <sup>3</sup>/<sub>4</sub> timmar till 50—55°. Efter afkylning titrerades blandningen, hvarvid till neutralisation åtgick 10,87 ccm 0,1010-*n* baryt; för neutralisation af merkaptosyran beräknas 10,6 ccm.

<sup>1</sup> Jämför B. HOLMBERGS sid. 8 citerade arbeten.

<sup>2</sup> LOVÉN och JOHANSSON a. st., jmf. H. SCHEIBLER, Ber. d. d. chem. Ges. 48, 1443 (1915). I samband härmed kan nämnas, att den ur I- $\beta$ -sulfidismör syran genom oxidation erhållna I- $\beta$ -sulfondismör syran med  $\alpha$ -fenetylamin glatt låta uppdelas i optiskt aktiva komponenter, hvarigenom båda dessa syror konfiguration kan anses bestämd. Den närmare redogörelsen härför kommer att publiceras i annat sammanhang.

*Försök II.* 0,10 g lakton och 0,14 g syra uppvärmdes i slutet kärl på kokande vattenbad under 2 1/2 timmar. Efter afkylning förbrukades till neutralisation 13,8 ccm 0,1010-*n* baryt; beräknadt för merkaptosmørsyra 11,5 ccm.

På grund af ökningen i aciditeten kunde antagas att i försök I 3 % och i försök II c:a 20 % af laktonen reagerat med syran enligt formeln



*Försök III.* 3,0 g (0,025 mol)  $\beta$ -merkaptosmørsyra och 2,4 g (0,028 mol)  $\beta$ -butyrolakton blandades i ett starkväggigt profrör, som väl tillslöt med en kork försedd med luftkylare, som blott genom ett klorkalciumrör kommunicerade med den yttre luften. Blandningen upphettades i kokande vattenbad. Några timmar efter upphettningens början iaktogs en långsam gasutveckling. Upphettningen afbröts efter 9 timmar och fortsattes följande dag, men då var ingen gasutveckling längre märkbar. Efter sammanlagt 33 timmars upphettning neutraliserades blandningen med 7,9 g barythydrat i 5 ccm vatten och upphettades 40 minuter på vattenbad. Det afskilda bariumsaltet afsögs, tvättades och behandlades vidare enligt 1 nedan, moderluten med tvättvattnet behandlades enligt 2.

1. Det nyssnämnda svårösliga bariumsaltet löstes i utspädd saltsyra, lösningen extraherades tre gånger med sin lika volym eter. Efter eterns afdestillation återstod en tjockflytande rest, som ympades med I- $\beta$ -sulfidismørsyra, hvarefter större delen af massan kristalliserade under loppet af ett par dagar. Genom lindrig pressning mellan filtrerpapper aflägsnades därpå den tjockflytande moderluten. Utbyte 2,1 g = 39 % af den använda  $\beta$ -merkaptosmørsyran. Syran omkristalliserades ur vatten och visade därpå smältpunkten 80—84°; då den rena I- $\beta$ -sulfidismørsyran har smältpunkten 84—85° var denna alltså icke fullkomligt ren. Den utfälldes därför åter som bariumsalt och frigjordes igen på samma sätt som förut; smältpunkten undergick dock icke därigenom någon förändring. Genom reningsprocesserna hade större delen af syran gått förlorad, på återstoden gjordes en ekvivalentviktsbestämning.

0,1928 g syra förbrukade 18,47 ccm 0,1010-*n* baryt.

	Ber. för $\{\text{HOCOCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2\}_2\text{S}$ .	Funnet.
Ekv. vikt	103,1	103,3

Den vid den nyssnämnda titreringen erhållna lösningen försattes med kaliumpermanganatlösning, så länge hastig affärgning ägde rum, affärgades därpå med svafvelsyrlighet och surgjordes med svafvelsyra, hvarpå fällningen af bariumsulfat och mangansuperoxid frånfiltrerades och filtratet indunstades till mycket liten volym. Vid afsvälning utkristalliserade en färglös substans, som afpressades mellan filtrerpapper och efter omkristallisation ur ett par droppar varmt vatten, afpressning mellan filtrerpapper och torkning öfver svafvelsyra visade smältpunkten 166—169°. Smältpunkten för ren I-(*racem*-) $\beta$ -sulfondismørsyra är 169,5—171°.



0,0618 g substans förbrukade 5,16 ccm 0,1010-*n* baryt.

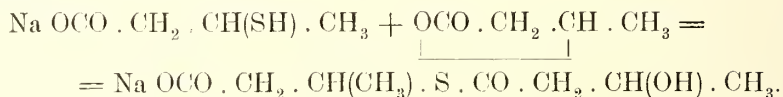
	Ber. för $[\text{HOCO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{CH}_3)_2\text{SO}_2$ .	Funnet.
Ekv. vikt	120	119

Det är härigenom fullt säkert bevisadt att den först erhållna syran var I-(*racem*-) $\beta$ -sulfiddismörsyra.

2. Moderluten från I- $\beta$ -sulfiddismörsyrans svårlösliga bariumsalt försattes med klorcalcium och kokades en stund, hvarvid en fällning erhöles, som afsögs och tvättades. Den löstes sedan i utspädd saltsyra, lösningen filtrerades och extraherades med eter. Den efter eterns afdestillation kvarvarande, tjockflytande återstoden neutraliserades med koncentrerad sodalösning, hvarpå kalciumsaltet åter utfälldes genom kokning efter tillsats af klorcalcium. Den åter frigjorda och extraherade syran kristalliserade endast mycket ofullständigt, och då mängden blott var helt ringa, lönade det sig icke att söka skilja den från den sega moderluten. Den förhöll sig emellertid i alla yttre hänseenden fullkomligt som II-(*meso*-) $\beta$ -sulfiddismörsyra.

Det anförda förfaringssättet leder alltså visserligen till de önskade substanserna men synes icke bjuda någon nämnvärd fördel framför det, som tidigare utarbetats.

Ett par försök gjordes att addera  $\beta$ -merkaptosmörsyradt natron till  $\beta$ -butyrolakton men fullföljdes icke i detalj, då härvid tycktes uppstå en blandning af flera produkter, och hufvudreaktionen icke gick i den önskade riktningen utan sannolikt enligt formeln



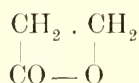
Vid inverkan af en koncentrerad lösning af  $\beta$ -merkaptosmörsyradt natron på  $\beta$ -butyrolakton inträffade en lindrig värmeutveckling, och vid lösningens indunstning i luften erhöles en tjockflytande återstod, som småningom delvis kristalliserade. Moderluten afsögs från kristallmassan genom flera dagars lindrig pressning mellan filterpapper. Den afpressade kristallmassan löstes i litet vatten, lösningen visade neutral reaktion; vid afdunstning utkristalliserade substansen i gyttringar af färglösa, oregelbundna, tillspetsade kristaller, hvarifrån den tjockflytande moderluten aflägsnades som förut. På den öfver svafvelsyra till konstant vikt torkade substansen utfördes natrium- och svafvelbestämningar.

0,1895 g subst.: 0,1975 g  $\text{BaSO}_4$  (enl. KLASON). — 0,1875 g subst.: 0,0613 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

	Ber. för $\text{C}_8\text{H}_{13}\text{O}_4\text{SNa} = 228,17$ .	Funnet.
S	14,05 %	14,32 %
Na	10,08 »	10,59 »

Analysresultaten visa icke så synnerligen god öfverensstämmelse med den antagna formeln, hvilket säkerligen beror på att substansen icke var fullkomligt ren. Materialet räckte icke till en förnyad omkristallisation. Det öfver svafvelsyra torkade saltet var hygroskopiskt och hade därför sannolikt förlorat kristallvatten.

## IV. Propiolakton.



Dels i samband med den bekanta ingående och långvariga diskussionen om mjölksyroras konstitution och dels äfven af andra skäl har sönderdelningen af  $\beta$ -jodpropionsyran och dess salter i vattenlösning varit föremål för omfattande undersökningar<sup>1</sup>. Det kan nu betraktas som fastställt, att härvid hufvudsakligen hydrakrylsyra ( $\beta$ -oxipropionsyra) uppträder som slutprodukt. I hvad mån andra substanser också bildas — akrylsyra, »dihydrakrylsyra», »paradipimalsyra» (WISLICENUS) —, är däremot ännu delvis ofärdgjordt, och särskildt är frågan om reaktionsförloppen fortfarande ganska litet utredd. Det föreföll nu synnerligen antagligt, att propiolakton kunde uppträda som mellanprodukt vid ifrågavarande omvandlingar, och det var därför af ett visst intresse att söka isolera densamma.

---

Större delen af den för undersökningen använda  $\beta$ -jodpropionsyran ställdes till mitt förfogande af professor LOVÉN och var dels framställd af honom själf, dels för kemiska institutionens räkning inköpt från KAHLBAUM. En mindre kvantitet har jag själf framställt. Alla preparaten omkristalliserades ur varmt vatten och blefvo därigenom praktiskt fullständigt befriade från föroreningar, (kontrollerades genom smältpunkts- och ekvivalentviktsbestämningar).

### 1. Orienterande försök.

#### A. $\beta$ -Jodpropionsyradt natron.

*Försök I*, tabell 14. 0,7021 g  $\beta$ -jodpropionsyra neutraliserades med 34,82 ccm 0,1009-*n* natron, lösningen placerades i termostat af 25°. Med lämpliga tidsmellanrum uttogs 5,00 ccm af lösningen och titrerades med natronlut och fenoltalein och — efter affärgning med kolsyra — med silfvernitratt och kaliumkromat.  $T_{\text{Alk}} =$  ccm förbrukadt 0,1009-*n* natron,  $T_{\text{Ag}} =$  ccm förbrukadt 0,1005-*n* silfvernitrattlösning.

---

<sup>1</sup> F. BEILSTEIN, Lieb. Ann. **120**, 226 (1861) och ibid. **122**, 366 (1862); W. MOLDENHAUER, ibid. **131**, 323 (1864); N. SOCOLOFF, ibid. **150**, 167 (1869); W. HEINTZ, ibid. **157**, 291 (1871); J. WISLICENUS, ibid. **166**, 3 (1872); R. FITTIG och G. C. THOMSON, ibid. **200**, 81 (1880); H. BECKURTS och R. OTTO, Ber. d. d. chem. Ges. **18**, 222 (1885). Ytterligare litteraturuppgifter kunna erhållas i dessa arbeten särskildt hos WISLICENUS. I fråga om  $\beta$ -brom- eller  $\beta$ -klorpropionsyra se BECKURTS och OTTO (a. st.) och W. LOSSEN och E. KOWSKI, Lieb. Ann. **342**, 127 (1905).

*Försök II*, tabell 15. 0,7020 g  $\beta$ -jodpropionsyra neutraliserades med 34,80 ccm 0,1009-*n* natron. Lösningen utspäddes med 139,4 ccm 25-gradigt vatten och behandlades vidare som i försök I. Till titrering uttogs 25,0 ccm.

TABELL 14.

 $a = 0,101.$ 

<i>Tid</i>	$T_{Alk}$	$T_{Ag}$	$k^1$ (t i tim.)
35 tim.	0,65	0,78	0,0048
72 »	1,05	1,35	0,0044
148 »	1,60	2,17	0,0039
266 »	2,10	2,89	0,0032
$\infty$	5,00 (ber.)	5,02 (ber.)	

TABELL 15.

 $a = 0,0202.$ 

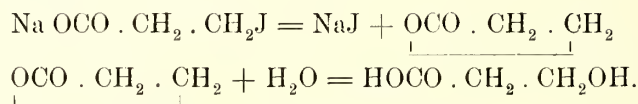
<i>Tid</i>	$T_{Alk}$	$T_{Ag}$	$k^1$ (t i tim.)
34,5 tim.	0,92	1,22	0,0082
72 »	1,62	1,95	0,0069
147 »	2,41	2,90	0,0059
266 »	3,11	3,52	0,0046
408 »	3,60	4,00	0,0039
$\infty$	5,00 (ber.)	5,02 (ber.)	

Värdena för  $T_{Ag}$  äro något för stora, på grund af att  $\beta$ -jodpropionsyrans silfversalt nästan ögonblickligen afskiljer jodsilfver, så att omslaget icke blir bestående. För att få en föreställning om de därigenom uppkomna felens storlek gjordes följande försök.

0,0326 g  $\beta$ -jodpropionsyra neutraliserades med 1,61 ccm 0,1009-*n* natron, till lösningen sattes 0,0413 g jodkalium, hvarpå titrerades med silfvernitratt. 2,74 ccm 0,1005-*n* silfvernitratlösning förbrukades, ber. 2,48 ccm.

0,0261  $\beta$ -jodpropionsyra neutraliserades med 1,35 ccm 0,1009-*n* natron, lösningen utspäddes med 20 ccm vatten, försattes med 0,0453 g jodkalium och titrerades. 3,02 ccm 0,1005-*n* silfvernitratlösning förbrukades, ber. 2,73 ccm.

Titreringsfelen i dessa försök äro mindre än differenserna mellan  $T_{Ag}$  och  $T_{Alk}$  i tabellerna 14 och 15. Dessa differenser kunna därför icke i sin helhet bero på försöksfel utan ge ett visst stöd åt antagandet, att reaktionsförloppet skulle kunna återges på följande sätt:



Den första reaktionen försiggår ganska långsamt, den andra snabbt, den förra blir därför bestämmande för reaktionshastigheten. Som synes i tabellerna erhålles ingen konstant hastighetskoefficient, möjligen beroende på att den primära reaktionen är omvändbar.

Sedan reaktionshastigheten blifvit bestämd gjordes ett par försök att framställa propiolakton på samma sätt som  $\beta$ -butyrolakton genom turbinering af en lösning af  $\beta$ -jodpropionsyradt natron med kloroform vid 50°. Om kloroformen icke torkades så särdeles noga före afdestillationen, erhöles en tjockflytande rest, som sönderdelades vid försök att vakuumdestillera den, om återigen kloroformextraktet torkades omsorgsfullt erhöles ingen rest alls. Eventuellt i kloroformen närvarande propiolakton var alltså icke beständig under de förhandenvarande betingelserna

<sup>1</sup> Beräknadt ur  $T_{Ag}$ -värdena.

och en iakttagelse gjordes, som tyder på sönderdelning. Om nämligen under afdestillationen af kloroformen destillationsapparaten evakuerades och därpå tillstängdes allt under det destillationen fortsattes, befans det, att efter en stund rådde öfvertryck i apparaten, hvilket måste tillskrifvas gasutveckling. Det föreföll dock icke vara fråga om några betydliga gasmängder. På grund af dessa rön uppgafs försöken att på denna väg framställa propiolakton.

Emellertid hade under de argentometriskas titreringarna gjorts en iakttagelse att  $\beta$ -jodpropionsyrans silfversalt, som ofvan framhållits, hastigt sönderdelades under afskiljande af jodsilfver<sup>1</sup> utan att dock detta syntes hafva någon nämnvärd ökning af lösningens aciditet till följd, och en närmare undersökning af detta fenomen syntes påkallad.

#### B. $\beta$ -Jodpropionsyradt natron och silfverniträt.

*Försök III.* 0,2194 g  $\beta$ -jodpropionsyra neutraliserades med 10,85 ccm 0,1009-*n* natron och försattes med 10,9 ccm 0,1005-*n* silfvernitratlösning; jodpropionsyrad silfveroxid utföll genast som en hvit amorf fällning. Efter 15 minuters oafbruten omrörning hade fällningen omvandlats i jodsilfver, (blandningen rödfärgades icke vidare af kaliumkromatlösning,) som afsögs och tvättades med några ccm vatten; efter filtrering titrerades lösningen med 0,1009-*n* natronlut, till neutralisation åtgick 1,40 ccm, — 25 minuter hade förflutit sedan silfvernitratlösningen sattes till lösningen af natriumjodpropionatet —. Den neutraliserade lösningen förvarades vid rumstemperatur (17—19°) och titrerades då och då med 0,1009-*n* natronlut. Till slut upphettades den 8 timmar på vattenbad med öfverskott af natronlut och återtitrerades därpå med salpetersyra. Resultaten angifvas i tabell 16. Tiden är räknad från det ögonblick då lösningen neutraliserades efter jodsilfrets affiltrering. Under  $\infty$  anges förbrukningen af natronlut under upphettningen.

TABELL 16.

Tid i timmar.....	0	$\frac{2}{3}$	$1\frac{1}{3}$	$3\frac{1}{2}$	$5\frac{5}{6}$	$9\frac{1}{3}$	19	23	$27\frac{1}{3}$	$32\frac{1}{2}$	$43\frac{1}{2}$	$\infty$
Ccm natron.....	1,40	0,46	0,43	0,96	0,82	1,12	1,53	0,41	0,27	0,23	0,25	2,13
S:ma ccm natron...	1,40	1,86	2,29	3,25	4,07	5,19	6,72	7,13	7,40	7,63	7,88	10,01

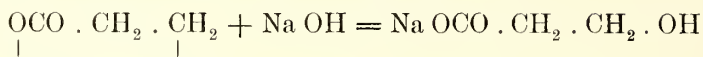
Tabellen visar att i lösningen fanns en — eller flera — substans(-er) med esterkaraktär.

*Försök IV.* 10 g (0,05 mol)  $\beta$ -jodpropionsyra neutraliserades med 7,16 g soda i 20 ccm vatten. Under turbinering med 60 ccm eter försattes lösningen i små portioner under loppet af 15—20 minuter med 8,5 g silfverniträt i 8 ccm vatten. Blandningen turbinerades under ytterligare 10 minuter, därpå afskildes etern och torkades med smält klorkalcium. Efter eterns afdestillation — ur vattenbad — återstod blott en mycket obetydlig rest. Genom evakuering af destillationsapparaten och genom att en längre stund hålla vattenbadet vid 95—100° pressades småningom öfver i förlaget några droppar af en färglös vätska med nästan neutral reaktion,

<sup>1</sup> Den lätta sönderdelbarheten hos  $\beta$ -jodpropionsyrans silfversalt är påpekad redan af BEILSTEIN och har sedan studerats i de flesta sid. 25 uppräknade arbeten. Vid alla dessa undersökningar hafva dock utom jodsilfver blott sura produkter iakttagits.



som hastigt sönderdelades af alkali och därvid förbrukade en kvantitet natron, som tämligen nära öfverensstämde med den enligt formeln



beräknade. Sålunda förefanns en rätt stor sannolikhet för att den erhållna substansen var något förorenad propiolakton, men då utbytet var synnerligen otillfredsställande, gjordes försök att finna möjligheter till ett förbättrande af detta.

*Försök V.* Utfördes med samma mängder och på samma sätt som försök III med den skillnaden blott, att sedan jodsilfret afskilts och lösningen neutraliserats, extraherades den två gånger med något mindre än sin lika volym eter. Resultaten i tabell 17.

TABELL 17.

Tid i timmar .....	0	$\frac{2}{3}$	$1\frac{1}{3}$	$3\frac{1}{3}$	$5\frac{3}{4}$	$9\frac{1}{6}$	$19\frac{1}{6}$	$24\frac{1}{6}$	28	33	44	$\infty$
Ccm natron.....	1,43	0,35	0,23	0,44	0,54	0,63	0,33	0,29	0,18	0,14	0,16	1,61
Sma ccm natron....	1,43	1,78	2,01	2,45	2,99	3,62	4,55	4,84	5,02	5,16	5,32	6,93

En jämförelse mellan tabellerna 16 och 17 visar, att en del af den »esterartade» substansen aflägsnats genom extraktionen, att döma efter slutsiffrorna 10,01 och 6,93 resp. c:a 30 %. I tanke, att delningsförhållandet mellan vatten och eter kunde vara ogynnsamt, och att en upprepad extraktion skulle kunna ge bättre resultat än försök IV, utfördes

*Försök VI.* 10 g (0,05 mol)  $\beta$ -jodpropionsyra neutraliserades med 7,16 g soda löst i 12—15 ccm vatten. 8,5 g silfverniträt löstes i 8 ccm vatten och sattes i små portioner till natriumjodpropionatlösningen. Blandningen uppvärmdes sig märkbart och måste kylas, omrördes tills den icke längre gaf stark reaktion med kaliumkromatlösning (20 min.), neutraliserades då med — 0,8 g — soda och filtrerades genom sugfiltrum. Filtratet extraherades tolf gånger med ungefär sin halfva volym eter, hvarvid då och då vid behof tillsattes en liten sodakristall för att hålla lösningen neutral. Eterextrakten behandlades på samma sätt som i försök IV, och förloppet blev detsamma, som utbyte erhöles blott 0,30 g (= 8 %).

De utförda försöken ge ingen uttömmande kännedom om alla faktorerers inflytande på ett eventuellt utbyte af propiolakton utan kunde behöfva kompletteras, men då endast en begränsad mängd  $\beta$ -jodpropionsyra återstod, ansåg jag det säkrast, att med ledning af de erfarenheter, som redan vunnits, på en gång använda hela denna kvantitet till ett försök att erhålla propiolakton i litet större skala, hellre än att genom ytterligare förförsök riskera dess förbrukning utan någon nämnvärd framgång.

## 2. Framställning och egenskaper.

20 g (0,1 mol)  $\beta$ -jodpropionsyra neutraliserades med 14,3 g (0,1 gr. ekv.) soda i 50 ccm vatten. I lösningen nedlades några små isbitar, och därpå tillsattes 17,0 g (0,1 gr. ekv.) silfverniträt lösta i 30 ccm vatten. Blandningen omrördes tills den icke längre färgades purpurrod af kaliumkromatlösning (10—15 min.), hvarefter

jodsilfret affiltrerades genom sugfiltrum, filtratet neutraliserades med soda (ca. 1,5 g) och extraherades tre gånger med eter (60 ccm hvarje gång). Före hvarje extraktion tillsattes en eller ett par droppar sodalösning för att hålla lösningen neutral och hindra sura substanser att öfvergå i etern.

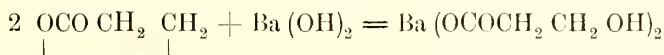
Samma operation upprepades därpå två gånger med samma mängder, hvarvid först extraherades med de två sista eterextrakten från närmast föregående del och därpå med en ny mängd eter på ea. 60 ccm.

Eterextrakten lämnades under ett dygn i beröring med smält klorkalcium, hvarpå etern afdestillerades ur vattenbad (65—70°) och återstoden vakuumdestillerades också ur vattenbad af ea. 70°. En färglös vätska öfverdestillerade,  $K_{p_{12}} = 53^\circ$ . Då hufvudmassan gått öfver, höjdes vattenbadets temperatur till 80—85°, och släpptes en starkare luftström genom kapillären för att få öfver så mycket som möjligt af den vätska, som häftade vid kolfvens väggar och termometern. Utbyte: ber. 21,6 g, funn. 2,0 g = 9 %. Substansen omdestillerades ur vattenbad af 55—60°, hvarvid destillationen från början till slut försiggick vid konstant temperatur.  $K_{p_{11}} = 51—52^\circ$ .

*Analys:* 0,1518 g subst.: 0,0732 g  $H_2O$ , 0,2759 g  $CO_2$ . — 0,1576 g subst.: 0,0789 g  $H_2O$ , 0,2869 g  $CO_2$ .

	Ber. för $OCOCH_2CH_2 = 72,03$	Funnet
H	5,60 %	5,40 5,60 %
C	49,98 »	49,57 49,65 »

0,1370 g substans löstes i 22,16 ccm 0,1010-n barytlösning, efter 11 timmar återtitrerades med 3,35 ccm 0,1020-n salpetersyra. Enligt reaktionsformeln



skulle 18,83 ccm lut erfordras, funnet 18,78 ccm.

Propiolakton är en färglös vätska, med aromatisk, något från lukt. Den låter icke förvara sig någon längre tid. Ett litet preparat, som strax efter framställningen insmältes i ett glaströr, höll sig klart några veckor, men därpå började afskiljas en hvit amorf substans, efter fyra månader hade hälften af den färglösa vätskan omvandlats på detta sätt.

*Specifik vikt.* 1,2833 ccm substans (20°) vägde I 1,4818 g, II 1,4819 g, III 1,4811 g, IV 1,4816 g, medelvärde 1,4816 g.  $D_{20} = 1,1545$ .

*Molekylvikten* bestämdes på samma sätt som för  $\beta$ -butyrolakton (sid. 12). De anmärkningar, som där gjorts, gälla äfven här.

Lösning-medel i gram	Substans i gram	Kokpunkts- höjning	Molekylvikt	
			funnen	ber.
17,94 korr. 17,8	0,137	0,20°	83	72
» 17,6	0,243	0,38°	78	72
17,4	0,349	0,51°	85	72

### 3. Förhållande till vatten, utspädd salpetersyra och alkali.

#### A. Reaktionsprodukt.

Det är att vänta, att propiolakton vid inverkan af vatten eller alkali skall öfvergå i hydrakrylsyra enligt förut angifna reaktionsformler (sidd. 26 och 28). Denna syra kan relativt lätt identifieras medelst dess karaktäristiska zink-kalciumdubbelsalt, som först funnits af W. HEINTZ<sup>1</sup> och af honom beskrifves sålunda: »Die Krystalle desselben sind immer sehr klein mag man sie durch Verdunsten der Lösung im Vacuum oder im Wasserbade sich bilden lassen. Sie sind in kochendem Wasser nur wenig löslicher als in kaltem und bedürfen 11,5 Theile Wasser von 15° C zur Lösung.»

För fastställande af den erhållna substansens konstitutiva sammanhang med hydrakrylsyra användes de lösningar, som begagnats till mätning af sönderdelningshastigheten i rent vatten (tabb. 18 och 19 nedan). Efter titreringen med baryt försattes hvarje lösning med ytterligare så mycket baryt, som beräknades åtgå för att öfverföra ännu oförändrad lakton i hydrakrylsyra. Efter någon tid utfälldes baryten med beräknad mängd svafvelsyra, bariumsulfatet fränfiltrerades, filtratet neutraliserades med krita och indunstades på vattenbad, hvarunder något kalciumsulfat och — karbonat afskilde sig och aflägsnades. Lösningen fick till sist frivilligt indunsta i luften; sedan den antagit sirapskonsistens, tillfördes några droppar koncentrerad klorzinklösning, hvarvid en hvit, kristillinisk fällning genast började afskilja sig. Sedan fällningen fått fullständigt utkristallisera, afsögs den och tvättades med några droppar vatten. 0,36 g af densamma löstes nästan klart i 4,5 g kallt vatten — alltså löslighet: 1 del salt på 12,5 delar vatten, hvilket rätt väl öfverensstämmer med HEINTZ' uppgift. Vid lösningens indunstning afskilde sig saltet igen i färglösa, mikroskopiska, stafformiga prismor med kvadratisk genomskärning; de afpressades mellan filtrerpapper och lufttorkades.

*Analys:* 0,2900 g subst.: 0,0596 g ZnS, 0,0355 g CaO.

Ber. för Zn Ca (OCO CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH) <sub>4</sub> = 461,6			Funnet
Zn	14,16 %		13,79 %
Ca	8,68 »		8,75 »

#### B. Kinetik.

De kinetiska försöken äro utförda på samma sätt som vid  $\beta$ -butyrolakton, och beteckningarna hafva en fullkomligt analog betydelse. Temp. 25,0°.

<sup>1</sup> Lieb. Ann. 157, 291 (1871). Jfr äfven E. ERLÉNMEYER, ibid. 191, 272 (1878).

## 1. Ren vattenlösning.

TABELL 18.

Ur en 303-*n* laktonlösning utpipeterades 1.98 ccm.

$$a = 0,303. \quad T(a) = 5,94.$$

$t$	$T(x)$	$T(a-x)$	$k$
85	1.55	4.39	0.00356
215	3.12	2.82	0.00346
395	4.42	1.52	0.00345
			$k = 0,00349$

TABELL 19.

Lösningar af 1.98 ccm 0.303-*n* laktonlösning + 100,0 vatten.

$$a = 0,00588. \quad T(a) = 5,94.$$

$t$	$T(x)$	$T(a-x)$	$k$
90	1.59	4.35	0.00346
220	3.20	2.74	0.00351
400	4.46	1.48	0.00347
			$k = 0,00348$

Reaktionen är, som synes, rent monomolekylär.

## 2. Salpetersur lösning.

TABELL 20.

0,3271 g lakton löstes till 15,00 ccm. i 0,321-*n* salpetersyra. 1,98 ccm utpipeterades.

$$a = 0,303. \quad [HNO_3] = 0,314. \quad T(a) = 5,94.$$

$t$	$T(x)$	$T(a-x)$	$k$
35	0,68	5,26	0,00347
85	1,50	4,44	0,00342
215	3,07	2,87	0,00338
395	4,45	1,49	0,00350
			$k = 0,00344$

TABELL 21.

1,98 ccm af lösningen i tabell 20 utspäddes med 100,0 ccm. vatten.

$$a = 0,00583. \quad [HNO_3] = 0,00610. \quad T(a) = 5,94.$$

$t$	$T(x)$	$T(a-x)$	$k$
90	1,63	4,31	0,00356
220	3,18	2,76	0,00348
400	4,50	1,44	0,00354
			$k = 0,00353$

I likhet med förhållandet vid  $\beta$ -butyrolakton medför salpetersyrans närvaro ingen ändring i hydrolyshastigheten.



## 3. Alkalisk lösning.

## Försök med baryt.

TABELL 22.

Lösningar af 5,02 ccm 0,1011-*n* lakton-  
lösning + 5,02 ccm 0,1010-*n* baryt + 243,8  
ccm vatten.

$$a = b = 0,00200.$$

<i>t</i>	<i>x</i>	<i>a</i> — <i>x</i>	<i>C</i>
1,5	0,00056	0,00144	130
2	0,00063	0,00137	115
4	0,000965	0,001035	116
11	0,00142	0,00058	110
			<i>C</i> = 118

TABELL 23.

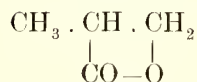
Lösningar af 5,02 ccm 0,0812-*n* lakton-  
lösning + 4,03 ccm 0,1010-*n* baryt + 262,6  
ccm vatten.

$$a = b = 0,00150.$$

<i>t</i>	<i>x</i>	<i>a</i> — <i>x</i>	<i>C</i>
2	0,000415	0,001085	128
4	0,00063	0,00087	121
8	0,000875	0,000625	117
15	0,001075	0,000425	112
			<i>C</i> = 120

På grund af den stora reaktionshastigheten blifva försöksfelen synnerligen stora, men det kan dock anses afgjort att reaktionen är bimolekulär.

## V. Isobutyrolakton.



### 1. Utgångsmaterial.

Enligt en af R. FITTIG och hans lärjungar utarbetad metod kan man med utgång från citronsyra öfver citrakonsyreanhydrid, citrabrompyrovinsyra och metakrylsyra erhålla  $\beta$ -jodisosmörsyra. Framställningen af metakrylsyra beskrifva FITTIG och A. LANDOLT<sup>1</sup> på följande sätt efter en redogörelse för citrabrompyrovinsyrans omvandlingar: »Diese Zersetzung der Citrabrombrenzweinsäure liefert eine vorzügliche Methode zur Darstellung der Methacrylsäure, welche allen anderen bei weitem vorzuziehen ist und selbst grössere Quantitäten dieser Säure ohne grosse Mühe und in verhältnissmässig kurzer Zeit zu bereiten gestattet. Eine Reinigung der Citrabrombrenzweinsäure ist zu dem Zwecke nicht erforderlich. Man lässt die Lösung von Citrakonsäureanhydrid in dem 1  $\frac{1}{2}$  fachen Volumen rauchender Bromwasserstoffsäure in gut verschlossenen Gefässen einige Tage stehen bis man keine Vermehrung der krystallinischen Abscheidung mehr bemerkt, filtrirt durch Glaswolle oder Asbest, saugt ab, löst den Niederschlag in kaltem Wasser, fügt überschüssige Soda hinzu, kocht auf und destillirt nach dem Ansäuern mit Schwefelsäure die gebildete Methacrylsäure ab. Wir haben wiederholt von Anfängern in der organischen Chemie zu ihrer Uebung auf diese Weise Methacrylsäure aus Citronensäure darstellen lassen. Der Versuch ist sehr instructiv, weil fast alle einzelnen Prozesse sehr glatt verlaufen und man bei nur einigermaßen vorsichtigem Arbeiten immer sehr gute Ausbeute erhält». Efter vanligheten i äldre afhandlingar äro här inga data angifna, och de första försöken, jag gjorde, att enligt denna beskrifning framställa metakrylsyra visade att något mera detaljerade uppgifter öfver innebörden af orden »einigermaßen vorsichtigem Arbeiten» hade varit önskvärda, ty det utbyte, som erhöles, var synnerligen dåligt. Med kännedom om den i litteraturen ofta påpekade egenskapen hos metakrylsyran att lätt polymerisera sig, låg det närmast till hands att häri se en orsak till det mindre tillfredsställande utbytet och göra några försök att upptäcka de faktorer vid citrabrompyrovinsyrans öfverföring i metakrylsyra — koncentrationsförhållanden, sätt och tid för upphettning och destillation och dylikt —, som därvid kunde hafva betydelse. Resultaten af dessa försök gjorde det sannolikt, att den enda af dessa faktorer, hvaråt uppmärksamhet behöfver ägnas, är, att destillationen efter surgöringen med svafvelsyra bör ske i *utspädd* lösning<sup>2</sup>, och att orsaken till det otillfredsställande utbytet för öfrigt var

<sup>1</sup> Lieb. Ann. 188, 81 (1877).

<sup>2</sup> Detta förhållande omnämnes äfven af FITTIG och LANDOLT (a. st. sid. 79) men i ett sammanhang som gör, att man icke vid genomläsningen af deras afhandling uppfattar detsamma som af väsentlig betydelse.

att söka i beskaffenheten af råprodukten af citrabrompyrovinsyra, hvaråt först ingen uppmärksamhet ägnats. På grund däraf äro de utförda försöken icke fullt invändningsfria, hvarför en detaljerad redogörelse för dem icke kan vara af någon vikt, endast det sista skall anföras.

20 g citrabrompyrovinsyra — råprodukt, ekv. vikt: 99 i st. f. 105,5, Br: 34,8 % i st. f. 37,9 % — löstes i 100 ccm vatten och neutraliserades med 29 g soda. Lösningen upphettades långsamt (15 min.) till nära kokning. Sedan kolsyreutvecklingen upphört, tillsattes 200 ccm vatten och 20 ccm 5,4-*n* svavelsyra, hvarpå tre fraktioner på 80 ccm hvardera afdestillerades och efter tillsats af 50 ccm vatten ytterligare en fjärde fraktion på 80 ccm. Bromväte hade icke öfverdestillerat. Ur hvarje fraktion uttogs 1,0 ccm, som titrerades med natronlut. Därvid förbrukades I 3,70, II 2,35, III 1,15 och IV 0,25 ccm 0,101-*n* natronlut. Härur beräknas ett utbyte af 0,060 gr. ekv. metakrylsyra.

Då den metakrylsyra, som erhållits, för tillfället räckte för det afsedda ändamålet, har studiet af dess framställning för närvarande icke fullföljts, särskildt som den i samband därmed stående möjligheten af en  $\beta$ -laktonkarbonsyra som öfvergångsprodukt mellan citrabrompyrovinsyra och metakrylsyra torda förtjäna en egen undersökning.

Den erhållna metakrylsyran renades på af R. FITTIG och A. C. PREHN<sup>1</sup> angifvet sätt och öfverfördes i  $\beta$ -jodisosmörsyra enligt R. FITTIG och L. PAUL<sup>2</sup>. I öfverensstämmelse med deras uppgift var råprodukten nästan fullkomligt ren och användes direkt till försöken.

## 2. Orienterande försök.

### $\beta$ -Jodisosmörsyradt natron och silfverniträt.

*Försök I.* 0,2312 g  $\beta$ -jodisosmörsyra neutraliserades med 10,66 ccm 0,1009-*n* natron. Lösningen försattes med 10,72 ccm 0,1005-*n* silfvernitratlösning, jodsilfver utföll strax, och efter två minuters omröring reagerade blandningen icke längre för kaliumkromatlösning. Sedan jodsilfret affiltrerats, neutraliserades lösningen med 0,50 ccm 0,1009-*n* natron — 10 minuter efter tillsatsen af silfverniträt till lösningen af natriumjodisobutyratet —, förvarades därefter vid rumstemperatur och titrerades emellanåt med natronlut. Till slut uppvärmdes den  $\frac{3}{4}$  timme med öfverskott af natron och återtitrerades därpå med salpetersyra. Resultaten angifvas i tabell 24.

TABELL 24.

Tid i timmar .....	0	$\frac{3}{4}$	11 $\frac{1}{6}$	15 $\frac{1}{6}$	$\infty$
Ccm 0,1009- <i>n</i> natron .....	0,50	1,03	4,96	0,93	2,56
Säma ccm natron .....	0,50	1,53	6,49	7,42	9,98

*Försök II.* 0,2331 g  $\beta$ -jodisosmörsyra neutraliserades med 10,81 ccm 0,1009-*n* natron, lösningen försattes med 10,87 ccm 0,1005-*n* silfvernitratlösning. Blandningen behandlades vidare på samma sätt som i försök I blott med den skillnaden, att lösningen efter jodsilfrets affiltrering och neutralisation extraherades två gånger med sin halfva volym eter. Resultaten i tab. 25.

TABELL 25.

Tid i timmar .....	0	$\frac{2}{3}$	11	15 $\frac{1}{6}$	$\infty$
Ccm 0,1009- <i>n</i> natron .....	0,50	0,72	2,10	0,46	1,25
Säma ccm natron .....	0,50	1,22	3,32	3,78	5,03

<sup>1</sup> Lieb. Ann. 188, 46 (1877).

<sup>2</sup> Ibid. s. 58.

*Försök III.* 0,2312 g  $\beta$ -jodisösmörsyra neutraliserades med 10,70 ccm 0,1009-*n* natron. Till lösningen sattes 10,75 ccm 0,1005-*n* silfvernitratlösning. Den vidare behandlingen af blandningen utfördes som i försök II med undantag af, att extraktionen med eter utfördes tre gånger med volymer lika stora som lösningens. Resultaten i tab. 26.

TABELL 26.

Tid i timmar .....	0	$\frac{2}{3}$	$11 \frac{1}{6}$	$16 \frac{5}{6}$	$\infty$
Ccm 0,1009- <i>n</i> natron .....	0,43	0,33	0,78	0,28	0,93
S:ma ccm natron .....	0,43	0,76	1,54	1,82	2,75

I likhet med förhållandet vid  $\beta$ -jodpropionsyran omvandlas silfversaltet af  $\beta$ -jodisösmörsyra i jodsilfver och en produkt, som hydrolyseras i vattenlösning och kan åtminstone till större delen extraheras därur med eter.

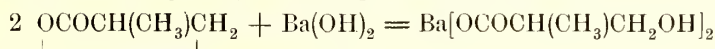
### 3. Framställning och egenskaper.

14,9 g  $\beta$ -jodisösmörsyra neutraliserades med 10 g soda löst i 50 ccm vatten, till lösningen sattes litet snö och därpå en lösning af 11,8 g silfvernitratt i 30 ccm vatten. Silfversaltet af  $\beta$ -jodisösmörsyran är svårslösligt och visade benägenhet att klumpa samman sig till en degig massa, som omslöt af jodsilfver. Silfvernitratlösningen måste därför tillsättas droppvis och under stark omrörning (10 minuter). En gas med lysgasliknande men skarpare lukt utvecklades. Ur lösningen utfölls öfverskottet af silfver med några droppar kaliumkromatlösning, jodsilfret afsögs, filtratet gjordes svagt alkaliskt med 0,5 g soda och extraherades först med 60 ccm eter och därpå sex gånger med hvardera 30 ccm eter. Eterextrakten torkades under två dagar med poröst — med kolsyra behandladt — klorkalcium, hvarpå etern afdestillerades ur vattenbad (70°). Under destillationen utföll en mindre mängd af en hvit, amorf substans, som småningom smälte till en färglös, i etern olöslig, hartsartad massa. Återstoden efter eterns afdestillation vakuumdestillerades ur vattenbad af ca 60°, hvarvid en färglös vätska öfvergick i förlaget,  $K_{p_{10}} = 49^\circ$ . Utbyte: ber. 6,0 g, funn. 3,3 g = 55 %. Substansen omdestillerades på samma sätt; 2,3 g,  $K_{p_{10}} = 50^\circ$ .

*Analys:* 0,1565 g sbst.: 0,0939 g  $H_2O$ , 0,3217 g  $CO_2$ .

Ber. för $OCOCH(CH_3)CH_2 = 86,05$		Funnet
H	7,03 %	6,71 %
C	55,78 %	56,06 %

0,1547 g substans löstes i 19,94 ccm 0,1010-*n* baryt, efter 12 timmar återtitrerades med 2,11 ccm 0,1020-*n* salpetersyra. Enligt reaktionsformeln



skulle 17,80 ccm lut erfordras, funnet 17,81.

Isobutyrolakton är en färglös vätska med en rätt skarp, aromatisk lukt, som på samma gång påminner om ättiketer och aceton, löslig i vatten men icke i alla förhållanden.



*Specifik vikt.* 1,2833 ccm substans (20°) vägde I 1,3507 g, II 1,3508 g, III 1,3511 g, medelvärde 1,3509 g.  $D_{20} = 1,053$ .

*Molekylvikt.* Bestämd på samma sätt som för  $\beta$ -butyrolakton sid. 12.

Lösningsmedel i gram	Substans i gram	Kokpunkts- höjning	Molekylvikt	
			funn.	ber.
15,25 korr. 15,1	0,136	0,20°	97	86
14,9	0,246	0,36°	99	86
14,8	0,371	0,55°	98	86

#### 4. Förhållande till vatten, utspädd salpetersyra och alkali.

##### Kinetik.

De kinetiska försöken äro utförda på samma sätt som motsvarande försök vid  $\beta$ -butyrolakton, och beteckningarna hafva analog betydelse. Temp. 25,0°.

##### 1. Ren vattenlösning.

TABELL 27.

Ur en 0,301-*n* laktonlösning utpipetterades 1,98 ccm.

$$a = 0,301. \quad T(a) = 5,90.$$

<i>t</i>	<i>T(x)</i>	<i>T(a-x)</i>	<i>k</i>
60	1,22	4,68	0,00386
180	2,90	3,00	0,00376
400	4,59	1,31	0,00376
			$k = 0,00380$

Reaktionen är af första ordningen.

TABELL 28.

Lösningar af 1,98 ccm 0,301-*n* laktonlösning + 98,0 ccm vatten

$$a = 0,00595. \quad T(a) = 5,90.$$

<i>t</i>	<i>T(x)</i>	<i>T(a-x)</i>	<i>k</i>
65	1,38	4,52	0,00410
185	3,04	2,86	0,00392
360	4,52	1,38	0,00404
			$k = 0,00402$

##### 2. Salpetersur lösning.

TABELL 29.

0,3882 lakton löstes till 15,00 ccm i 0,313-*n* salpetersyra. 1,98 ccm utpipetterades.

$$a = 0,301. \quad [HNO_3] = 0,305. \quad T(a) = 5,90.$$

<i>t</i>	<i>T(x)</i>	<i>T(a-x)</i>	<i>k</i>
62	1,25	4,65	0,00384
180	2,86	3,04	0,00368
405	4,51	1,39	0,00357
			$k = 0,00370$

TABELL 30.

1,98 ccm af lösningen i tabell 29 utspäddes med 98,0 ccm vatten

$$a = 0,00595. \quad [HNO_3] = 0,00604. \quad T(a) = 5,90.$$

<i>t</i>	<i>T(x)</i>	<i>T(a-x)</i>	<i>k</i>
68	1,42	4,48	0,00405
185	3,08	2,82	0,00399
365	4,55	1,35	0,00404
			$k = 0,00402$

Icke heller för isobutyrolakton medför salpetersyra någon ökning af hydrolyshastigheten.

## 3. Alkalisk lösning.

## Försök med baryt.

TABELL 31.

Lösningar af 5,02 ccm 0,1023-*n* laktonlösning + 5,08 ccm 0,1010-*n* baryt + 246,7 ccm vatten.

$$a = b = 0,00200.$$

<i>t</i>	<i>x</i>	<i>a</i> - <i>x</i>	<i>C</i>
1,5	0,000605	0,001395	145
3	0,000875	0,001125	130
6	0,00124	0,00076	136
12	0,00152	0,00048	132
			<i>C</i> = 136

TABELL 32.

Lösningen af 5,02 ccm 0,0810-*n* laktonlösning + 4,18 ccm 0,1010-*n* baryt + 269,1 ccm vatten.

$$a = b = 0,001515.$$

<i>t</i>	<i>x</i>	<i>a</i> - <i>x</i>	<i>C</i>
2	0,00048	0,001035	153
4	0,00071	0,000805	145
8	0,00095	0,000565	139
15	0,00115	0,000365	139
			<i>C</i> = 144

Om resultaten gäller detsamma, som sagts om motsvarande försök med propiolakton.

## Reaktionsprodukt.

I analogi med andra laktoner bör isobutyrolakton vid inverkan af alkali — eller vatten — öfvergå i motsvarande oxisyra,  $\beta$ -oxiisomörsyra. Denna är icke känd, då vid hittills gjorda försök, där den kunde väntas uppstå, blott andra produkter kunnat konstateras. Vid kokning af  $\beta$ -bromisomörsyra med barytvatten erhöles R. FITTIG och FR. ENGELHORN<sup>1</sup> blott metakrylsyra, och enligt W. LOSSEN och O. GERLACH<sup>2</sup> blir resultatet detsamma, om  $\beta$ -bromisomörsyradt natron vid vanlig temperatur får sönderdelas i — från början — neutral såväl som i alkalisk vattenlösning. Bildningen af metakrylsyra vid inverkan af alkalier i öfverskott på  $\beta$ -bromisomörsyra är i öfverensstämmelse med allmänna regeln, men att äfven natriumsaltet i från början neutral lösning skall ge uteslutande metakrylsyra, är ägnadt att förvåna. Emellertid omnämna LOSSEN och GERLACH icke, på hvad sätt de gjort sina rön, och meddela icke heller några kvantitativa uppgifter. Då man kan antaga, att  $\beta$ -oxiisomörsyran i likhet med sina homologer icke företer några synnerligen karaktäristiska egenskaper, är det tänkbart, att den dock uppkommit i större eller mindre grad, men undgått deras uppmärksamhet. Möjligt är också att den under arbetet med isoleringen sönderdelats i vatten och metakrylsyra.

På grund af det anförda vore det äfven tänkbart, att förtvålningsprodukten af isobutyrolakton skulle utgöras af metakrylsyra, hvilket icke skulle medföra någon ändring i de stökiometriska relationerna mellan lakton och alkali och icke heller i fråga om de kinetiska förloppen. Emellertid skulle metakrylsyran i så fall gifvit sig tillkänna genom sin karaktäristiska och genomträngande lukt, hvaraf ingenting förmärks vid försöken. Dess bildning kan därför anses utesluten.

De försök till karaktärisering af hydrolysisprodukten, som företagits, ha på grund af materialbrist icke ledt till slutgiltigt resultat utan endast i någon mån orienterande. Vid neutralisation med baryt och indunstning först i värme och till sist vid rumstemperatur erhöles blott en amorf, glasig massa, som icke vid surgöring utvecklade lukt af metakrylsyra. Vid neutralisation med soda af en del rester erhållna dels genom extraktion af hydrolysisprodukten i de till de kinetiska försöken använda lösningarna

<sup>1</sup> Lieb. Ann. **200**, 67 (1880).

<sup>2</sup> Ibid. **342**, 160 (1905).

med eter, dels genom uppvärmning af lakton med vatten, kristalliserade efter indunstning till sirapskonsistens ett salt i form af mikroskopiska, till knippen förenade, nålformiga, färglösa kristaller. Moderluten frånsögs genom lindrig pressning mellan filterpapper under några dagar. Efter torkning i luften till konstant vikt gjordes en afrykning med svafvelsyra, hvarvid ångor af metakrylsyra utvecklades. (Na: funn. 16,80 %, ber. 18,24 % för  $\text{NaOCOCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$ , 15,96 % för  $\text{NaOCOCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ). Natriumhalten stämmer icke med någon antaglig formel, hvarför saltet måste antagas vara orent. I vakuum öfver svafvelsyra afgafs vatten, som åter upptogs vid förvaring i luften. Vattenmängden var betydligt mindre än den enligt den sista formeln beräknade.

---

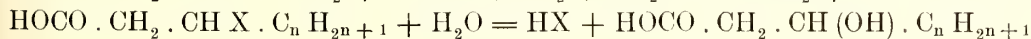
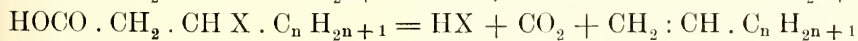
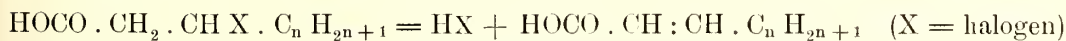
## VI. Öfversikter och teoretiska betraktelser.

Att de i det föregående beskrifna som propiolakton,  $\beta$ -butyrolakton och isobutyrolakton betecknade substanserna verkligen äro  $\beta$ -laktoner bevisas af

- 1) att de äro neutrala ämnen, som
- 2) uppstå genom spontan omvandling af  $\beta$ -halogen-substituerade syror:s salter i vattenlösning, hvarvid i det fall, då en undersökning varit möjlig nämligen för  $\beta$ -butyrolakton, reaktionen visat sig vara af första ordningen,
- 3) att deras genom analys utrönta sammansättning och deras molekylvikter svara mot de antagna formlerna,
- 4) att de undergå hydrolys vid inverkan af vatten och alkalier och i senare fallet förbruka den kvantitet alkali, som teoretiskt fordras för deras öfverföring i salter af motsvarande oxysyror,
- 5) att vid hydrolys af propiolakton och  $\beta$ -butyrolakton bildas hydrakrylsyra resp.  $\beta$ -oxismörsyra.

Hydrolysisprodukten af isobutyrolakton har icke kunnat säkert bestämmas på grund af materialbrist, och emedan motsvarande oxysyra icke förut är känd och karakteriserad. Bildningssättet och likheterna i fysikaliskt och andra hänseenden med de båda andra  $\beta$ -laktonerna utesluta dock hvarje tvifvel om, att denna substans icke skulle höra till samma klass som dessa.

Upptäckten af dessa ämnen torde vara af betydelse såväl i praktiskt som isynnerhet i teoretiskt och systematiskt hänseende. På grund af sin karaktär af halogenalkyler och den däraf beroende stora användbarheten för syntetiska ändamål äfvensom i samband med utredningar af strukturteoretiska spörsmål hafva de monohalogen-substituerade fettsyror:redan tidigt varit föremål för uppmärksamhet och studier. Därvid har som bekant bl. a. befunnits, att  $\alpha$ -halogenfettsyror:na utmärka sig för att med vatten eller alkalier ge oxysyror, medan  $\gamma$ -halogenfettsyror:na under samma förhållanden lätt ge laktoner, som med öfverskott af alkali kunna öfverföras i salter af oxysyror.  $\beta$ -halogenfettsyror:na åter reagera i tre olika riktningar, som återges med reaktionsformlerna

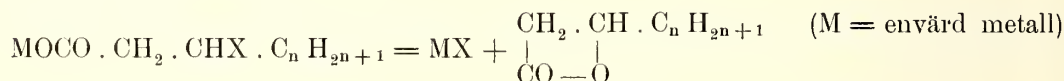


I sur lösning synes ofta alla tre reaktionsförlöppen försiggå jämt hvarandra, i lösningar af syror:s salter hufvudsakligen de båda sista och vid närvaro af öfver-



skjutande alkali det första i öfvervägande grad. Detta är den i läroböcker i organisk kemi vanliga karakteriseringen af de monohalogensubstituerade fettsyror och förskrifver sig från slutet af 1880-talet, då genom FIRRIE och hans lärjungars omfattande och grundliga arbeten undersökningen af dessa ämnen bragts till en viss grad af fulländning.

Numera har det emellertid blifvit tydligt, att det för  $\beta$ -halogenfettsyror omvandlingar angifna formelschemat icke är fullständigt. Fastmera har man att äfven räkna med en reaktion



som troligtvis är nästan lika allmän som motsvarande omvandling hos  $\gamma$ -halogenfettsyror, ehuru isoleringen af reaktionsprodukterna på grund af dessas obeständighet erbjuder större svårigheter. Det faktum, att i alla de fall, där försök gjorts att isolera reaktionsprodukterna, positivt resultat uppnåtts, om än utbytet ibland lämnat åtskilligt öfrigt att önska, låter dock förmoda, att ännu många flera  $\beta$ -lakter skola vara möjliga att erhålla. Särskilt torde den för  $\beta$ -butyrolakton utarbetade framställningsmetoden vara användbar i alla de fall, då laktonens sönderdelningshastighet icke är allt för stor i förhållande till dess bildningshastighet. I detta hänseende kan man vänta gynnsamma förhållanden vid åtskilliga af de närmast högre homologerna.

E. HJELT och O. ASCHAN antaga i sin »Lärobok i organisk kemi» (tredje uppl. 1912 sid. 239), att  $\beta$ -halogenfettsyror sönderdelning i halogenväte, kolsyra och omättadt kolväte försiggår öfver en obeständig  $\beta$ -lakton. Detta antagande förefaller berättigadt med kannedom blott om de rön, som gjorts vid de tidigare kända aromatiska  $\beta$ -lakterna, men motsäges i någon mån af den vid  $\beta$ -butyrolakton vunna erfarenheten. Som förut är nämnt uppstod vid framställning af denna äfven en propylénmängd, som motsvarade 15 % af  $\beta$ -bromsmörsyran — vid  $32^\circ$  —, medan den en gång erhållna laktonen icke visade någon tendens att vid vanlig temperatur sönderfalla i kolsyra och propylén och äfven fördrog en flera timmar lång upphettning med isättika till bortåt  $100^\circ$  utan att därvid visa någon benägenhet att undergå denna sönderdelning annat än i försvinnande grad. Propylénen måste därför ha uppstått direkt ur natriumsaltet af  $\beta$ -bromsmörsyran eller ur laktonen in statu nascenti, hvilket ju är tänkbart men knappast innebär någon skillnad i sak.

Däremot synes det otvifvelaktigt att oxysyrebildningen ur  $\beta$ -halogenfettsyror åtminstone i öfvervägande grad försiggår med en lakton som mellanstadium. Därigenom uppstår fullkomlig analogi med motsvarande process vid  $\gamma$ -derivaten. Det kan äfven förtjäna anmärkas att analogien möjligen också i vissa fall låter utsträcka sig till uppkomsten af  $\alpha$ -oxysyror ur  $\alpha$ -halogensyror. Det är nämligen visadt af E. HÖST MADSEN<sup>1</sup> beträffande monobrommalonsyra och några därmed besläktade

<sup>1</sup> Zeitschr. f. physik. Chem. 86, 538 (1914).

syror och af B. HOLMBERG<sup>1</sup> ifråga om  $\alpha$ -bromsmörsyra, att utbytet af brom mot hydroxyl i alkalisk lösning förlöper oberoende — eller tämligen oberoende — af alkalikoncentrationen, och HOLMBERG anser därför den tidsbestämmande reaktionen bestå i uppkomsten af en  $\alpha$ -lakton, som sedan förtvålas af alkalit.

$\beta$ -Laktonerna innehålla en fyrledig ring af tre kolatomer och en syreatom. Enligt rådande föreställningar befinner sig ett dylikt system i ett visst spännings-tillstånd och har benägenhet att sönderfalla, så snart tillfälle gifves till bildning af föreningar med mera otvungen atomförkedjning. I följd däraf kan man vänta, att  $\beta$ -laktonerna lätt skola ge additionsprodukter och därigenom få en viss preparativ betydelse. Härvid äro emellertid oftast flera olika reaktionsriktningar tänkbara, och ehuru mångfalden af möjliga derivat därigenom blir större, medför detta den olägenheten, att det kan krävas detaljerade undersökningar öfver olika faktorerers inflytande för att bli i stånd att behärska reaktionen och leda den i önskad riktning.

Då det vid kemiska arbeten vanligaste lösningsmedlet är vatten, var det af stor betydelse att få kännedom om hydrolyshastigheten för de erhållna substanserna under olika betingelser. Resultaten af de för detta ändamål utförda mätningarna äro emellertid intressanta äfven ur andra synpunkter. För bättre jämförelses skull sammanföras de i nedanstående öfversiktstabeller.

## 1. Ren vattenlösning.

Propiolakton.

Tab. nr	Sid.	$a$	$k$
18	31	0,303	0,00349
19	»	0,00588	0,00348
			0,0035

Isobutyrolakton.

Tab. nr	Sid.	$a$	$k$
27	36	0,301	0,00380
28	»	0,00395	0,00402
			0,0039

 $\beta$ -Butyrolakton<sup>2</sup>.

Tab. nr	Sid.	$a$	$k$
1	15	0,608	0,00080
2	»	0,0600	0,00088
3	»	0,00600	0,00091
			0,0009

<sup>1</sup> Zeitschr. f. physik Chemie **80**, 590 (1912) och **84**, 451 (1913).

<sup>2</sup> De för  $\beta$ -butyrolakton angifna  $k$ -värdena äro approximativa extrapolationsvärden för  $t = 0$ .

## 2. Salpetersur lösning.

Propiolakton.

Tab. nr	Sid.	$a$	$[HNO_3]$	$k$
20	31	0,303	0,314	0,00344
21	»	0,00588	0,00610	0,00353
				0,0035

Isobutyrolakton.

Tab. nr	Sid.	$a$	$[HNO_3]$	$k$
29	36	0,301	0,305	0,00370
30	»	0,00595	0,00604	0,00402
				0,0039

 $\beta$ -Butyrolakton<sup>1</sup>.

Tab. nr	Sid.	$a$	$[HNO_3]$	$k$
4	16	0,605	0,604	0,00032
5	»	0,0601	0,0589	0,00087
6	»	0,00600	0,00600	0,00090
				0,0009

## 3. Alkalisk lösning.

Propiolakton och baryt.

Tab. nr	Sid.	$a = b$	$C$
22	32	0,00200	118
23	»	0,00150	120
			119

Isobutyrolakton och baryt.

Tab. nr	Sid.	$a = b$	$C$
31	37	0,00200	136
32	»	0,001515	144
			140

 $\beta$ -Butyrolakton och baryt.

Tab. nr	Sid.	$a = b$	$C$
7	16	0,00400	51
8	»	0,00203	50
			50,5

 $\beta$ -Butyrolakton och natron.

Tab. nr	Sid.	$a = b$	$C$
9	17	0,00400	49
10	»	0,00200	49
			49

Det är påfallande att  $\beta$ -laktoneernas hydrolys icke försiggår hastigare, än som visat sig vara fallet, och särskildt verkar det öfverraskande att finna, att i alkalisk lösning hastigheten för  $\beta$ -butyrolakton är densamma som den af P. HENRY<sup>2</sup> för  $\gamma$ -butyrolakton funna —  $C=50$  —. Emellertid råder en större konstitutionell likhet mellan å ena sidan propiolakton och  $\gamma$ -butyrolakton och å andra sidan mellan  $\beta$ -butyrolakton och  $\gamma$ -valerolakton, och då förtvåningshastigheten med alkalier är känd äfven för den senare —  $C=25$ , P. HENRY<sup>2</sup> och B. HOLMBERG<sup>3</sup> — är det af in-

<sup>1</sup> Se not 2 föreg. sida.<sup>2</sup> Zeitschr. f. physik. Chemie **10**, 96 (1892).<sup>3</sup> Ibid. **80**, 587 (1912).

intresse att anställa en jämförelse jämväl ur denna synpunkt. Det befinnes då, att en  $\beta$ -laktos sönderdelas med ungefär dubbelt så stor hastighet som motsvarande  $\gamma$ -laktos. Man kan väl dock knappast vänta, att detta förhållande skall vara uttryck för en lagbundenhet med allmän giltighet.

De nyss anförda undersökningarna öfver  $\gamma$ -lakterna äro utförda med flera olika baser, som alla gifvit samma förtvålningshastighet. På grund af materialbrist har jag blott i fråga om  $\beta$ -butyrolaktos varit i tillfälle att anställa försök i detta hänseende, men då denna icke företer någon afvikelse från öfriga neutrala substanser — utom  $\gamma$ -lakter äfven estrar<sup>1</sup> och klorhydriner<sup>2</sup> undersökta —, föreligger intet skäl att antaga, att de båda öfriga  $\beta$ -lakterna bilda undantag från regeln.

Mot förmodan visar icke propiolaktos utan isobutyrolaktos den största sönderdelningshastigheten såväl i alkalisk som i ren — och sur — lösning. Skillnaden är dock obetydlig för dessa båda, men för  $\beta$ -butyrolaktos är hydrolyshastigheten betydligt mindre. Det inflytande, som alkylgrupper anses utöfva på benägenheten för ringbildning och på dylika systems stabilitet, framträder alltså icke här med entydighet, då i så fall hydrolyshastigheten för isobutyrolaktos borde varit mindre än för propiolaktos.

Såväl esterbildning som esterhydrolys katalyseras ju i allmänhet af vätejoner. Då laktonerna äro att anse som estrar, har man anledning att vänta samma fenomen vid dem. Det var därför ganska öfverraskande att finna, att salpetersyra åtminstone i utspädd lösning för alla tre här undersökta  $\beta$ -lakter icke medförde någon ökning af hydrolyshastigheten. Som synes i öfversiktstabellerna, äro  $k$ -värdena för de salpetersura lösningarna identiska med samma värden för mätningarna i ren vattenlösning. Endast vid den högsta använda koncentrationen (0,6  $n$ ) kan för  $\beta$ -butyrolaktos iakttagas en bestämd ökning, som dock icke med *absolut* visshet ligger utanför gränserna för försöksfelen. För  $\gamma$ -butyro- och  $\gamma$ -valerolakterernas vidkommande har HENRY (a. st.) konstaterat, att deras bildning ur motsvarande oxysyror beträffande vätejonkatalys är underkastad samma lagar som annan esterifiering. Som ifrågakommande reaktioner leda till jämviktstillstånd, måste också antingen den motsatta reaktionen, hydrolysen, påskyndas i samma grad, eller jämvikten förskjutas genom vätejonernas närvaro. HENRY har antagit det förra alternativet, sannolikt därför att han på grund af analogien med estrarna icke tänkte sig något annat, och emedan hans resultat icke motsäga hans förmodan, men ett säkert svar på frågan, om  $\beta$ - och  $\gamma$ -lakter i ifrågakommande hänseende skulle visa en så märklig olikhet, kan endast vinnas genom en förnyad speciellt för detta ändamål företagen undersökning.

<sup>1</sup> Beträffande litteratur se HJ. JOHANSSON, Zeitschr. f. physik. Chemie **79**, 621 (1912).

<sup>2</sup> L. SMITH, Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Afd. 2. Bd 11. Nr 2. (1914).



Vid afslutandet af detta arbete är det för mig en angenäm plikt att för professor J. M. LOVÉN få betyga min djupt kända tacksamhet för under hans ledning och undervisning vunna insikter och för de uppslag till vetenskaplig verksamhet, jag af honom erhållit såväl direkt i form af preciserade uppgifter som indirekt i form af talrika upplysningar och råd vid diskussioner om arbetsresultaten.

Likaså är det ett nöje att få erkänna den stora tacksamhetsskuld, hvori jag står till professor B. HOLMBERG för den vetenskapliga utbildning, jag under hans ledning erhållit, och som varit af fundamental betydelse äfven för utvecklingen af detta arbete.

En värdefull ökning i mina såväl praktiska som teoretiska kemiska kunskaper har jag haft tillfälle förvärfva genom en af laborator L. RAMBERG ledd ännu icke offentliggjord undersökning, och härför äfvensom för alla öfriga upplysningar och råd, han med känd beredvillighet lämnat mig, ber jag få uttrycka min stora tacksamhet.

För vänligt bistånd vid öfversättningen af det nedan följande referatet står jag i förbindelse till fil. lic. C. COLLIN och för biträde med korrekturläsningen till fil. lic. E. OHLSSON och amanuens G. THOMÉUS.

---

## VII. Referat.

Die Entstehung der vorliegenden Arbeit steht im Zusammenhang mit ein paar früheren vom Verf. gemachten Untersuchungen nämlich über »Einige schwefelhaltige  $\beta$ -Substitutionsderivate der Buttersäure» (Ber. d. d. chem. Ges. **48**, 1254 (1915)) gemeinschaftlich mit Professor Dr. J. M. Lovén und über »Reaktionsgeschwindigkeiten bei Einwirkung verschiedener Basen auf halogensubstituierte Säuren» I u. II (Zeitschr. f. physik. Chemie **79**, 621 (1912) und **81**, 573 (1913)) von Professor Dr. B. HOLMBERG angeregt.

Ein besonderer Abschnitt wird einer Historik über früher gekannte  $\beta$ -Lactone oder Hypothesen über solche gewidmet.

In einer Mitteilung »Über  $\beta$ -Butyrolacton», (Ber. d. d. chem. Ges. **48**, 1262 (1915)) ist ein Bericht gegeben worden über eine kinetische Untersuchung der Zersetzung von  $\beta$ -brombuttersaures Natron in wässriger Lösung und der infolgedessen gemachten Entdeckung des  $\beta$ -Butyrolactons. Dieses wird nunmehr am besten hergestellt durch sechsstündige Turbinierung einer Lösung von  $\beta$ -brombuttersaurem Natron mit Chloroform bei 40°. Die wässrige Lösung wird je nach Bedarf durch Zusatz von ein wenig Soda neutral gehalten, das Chloroform wird ein paarmal erneuert. Es wird dann mit porösem, neutralem Chlorkalcium getrocknet und in einem etwas evakuierten Apparat abdestilliert. Bei Vakuumdestillation des Restes wird  $\beta$ -Butyrolacton erhalten. Ausbeute 70 %. Farblose Flüssigkeit von acetonähnlichem Geruch.  $K_{p_{10}} = 54,5 - 55^\circ$ .  $D_{20} = 1,0555$ . In allen Proportionen in Alkohol, Äther, Aceton, Essigester, Eisessig, Chloroform und Benzol mischbar, in Petroläther wenig löslich. Löslichkeit in Wasser bei 18°: 15,3 g auf 100 ccm. — Mit Wasser oder Alkalien entsteht  $\beta$ -Oxybuttersäure. — Bei Einwirkung von Ammoniak wird  $\beta$ -Oxybuttersäureamid erhalten, das aus Wasser in platte, farblose Prismen kristallisiert. F. 84—87°. — Eisessig wirkt nicht auf das Lacton bei gewöhnlicher Temperatur ein, auch nicht in nennenswertem Grade bei 80—90°. — Kaliumxantogenat in Wasserlösung wird schnell unter Bildung von  $\beta$ -Xantogenatbuttersaurem Kali addiert. Die Xantogenatbuttersäure ist nicht isoliert worden, sondern als Rohprodukt zur Darstellung der beiden  $\beta$ -Bisulfidibuttersäuren verwendet. —  $\beta$ -Merkapto-buttersäure ist durch Reduktion von  $\beta$ -Bisulfidibuttersäure mit Natriumamalgam

erhalten worden. Farblose, übelriechende, in Wasser schwerlösliche Flüssigkeit.  $Kp_{10} = 110-111^\circ$ . Bei längerem Erhitzen mit  $\beta$ -Butyrolacton bis zu  $100^\circ$  addiert sie sich dieser unter hauptsächlichlicher Bildung der stereoisomeren  $\beta$ -Sulfidibuttersäuren.

*Propiolacton* wird durch Mischung von Lösungen von  $\beta$ -jodpropionsaurem Natron und Silbernitrat hergestellt, wobei man einen Niederschlag von  $\beta$ -jodpropionsaurem Silberoxyd erhält, das nach 15–20 Minuten Umrührung in Jodsilber umgewandelt wird. Nach Abfiltrieren des Jodsilbers wird die Lösung mit Äther extrahiert, der sorgfältig mit neutralem Chlorcalcium getrocknet und auf gewöhnliche Weise weiter behandelt wird. Ausbeute 9 %. Farblose Flüssigkeit von scharfem, aromatischem Geruch.  $Kp_{11} = 51-52^\circ$ .  $D_{20} = 1,1545$ . Wird bei Aufbewahrung in eine feste, weisse, amorphe Substanz umgewandelt. — Gibt mit Wasser oder Alkalien Hydracrylsäure.

Auf dieselbe Weise wie Propiolacton erhält man *Isobutyrolacton* aus  $\beta$ -jodisobuttersaurem Natron und Silbernitrat. Ausbeute 55 %. Farblose Flüssigkeit mit an Essigester und Aceton erinnerndem Geruch.  $Kp_{10} = 49-50^\circ$ .  $D_{20} = 1,053$ .

Durch die Isolierung der obengenannten Substanzen ergibt sich deutlich, dass die Bildung von  $\beta$ -Lactonen aus den Salzen  $\beta$ -halogensubstituierter Säuren in Wasserlösung wahrscheinlich eben so allgemein ist als die Entstehung der  $\gamma$ -Lactonen unter entsprechenden Umständen, obgleich die  $\beta$ -Lactonen wegen ihrer Unbeständigkeit bis jetzt in den meisten Fällen übersehen, und nur ihre Zersetzungsprodukte wahrgenommen worden sind.

In reiner wässriger Lösung hydrolysieren sich die Lactonen nach dem monomolekularen Zeitgesetz  $\left(\frac{dx}{dt} = k(a-x), t \text{ in Minuten}\right)$ . Bei Propiolacton  $k = 0,0035$ , bei  $\beta$ -Butyrolacton  $k = 0,0009$ , bei Isobutyrolacton  $k = 0,0039$ . Die Reaktionsgeschwindigkeiten werden durch das Vorhandensein von Wasserstoffionen (Salpetersäure) nicht beeinflusst. In alkalischer Wasserlösung erfolgt die Verseifung nach der bimolekularen Gleichung  $\left(\frac{dx}{dt} = C(a-x)^2, t \text{ in Minuten}\right)$ . Bei Propiolacton  $C = 119$ , bei  $\beta$ -Butyrolacton  $C = 50$ , bei Isobutyrolacton  $C = 140$ . Die Versuche sind mit Baryt ausgeführt worden, betreffs des  $\beta$ -Butyrolactons auch mit Natron, das dieselbe Reaktionsgeschwindigkeit als Baryt ergab.

---

LUNDS UNIVERSITETS ÅRSSKRIFT. N. F. Avd. 2. Bd 12. Nr 9.  
KUNGL. FYSIOGRAFISKA SÄLLSKAPETS HANDLINGAR. N. F. Bd 27. Nr 9.

---

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DIE HOCHFREQUENZSPEKTRA

(*L*-REIHE)

DER ELEMENTE

VON

EINAR FRIMAN



LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ



Der K. Physiographischen Gesellschaft am 17. mai 1916 vorgelegt.

LUND 1916  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

## I.

### Geschichtliches.

Durch die epochemachende Entdeckung RÖNTGENS im Jahre 1895 wurde ein neues, fruchtbares Feld der Forschung eröffnet. Die Eigenschaften der neuen Strahlen haben zunächst ausser RÖNTGEN selbst besonders BARKLA<sup>1</sup> eingehend studiert. Letzterer fand, dass Stoffe, die von der Röntgenstrahlung getroffen werden, Strahlen von zwei verschiedenen Typen aussenden. Die eine dieser Strahlungen, die in den allgemeinen Eigenschaften der primären gleicht, wurde als »zerstreute Strahlung« bezeichnet. Der andere Typus dagegen stellt eine vollkommen transformierte Röntgenstrahlung dar und wurde »charakteristische Strahlung« genannt, da sie für die betreffende Substanz charakteristisch ist. BARKLA hat auch die Absorption in Aluminium der charakteristischen Strahlungen einer Zahl von Substanzen untersucht. Als Resultat ergab sich, dass die Strahlung aus zwei Komponenten besteht, einer harteren und einer weicheren, die er mit *K*-, bzw. *L*-Strahlung bezeichnete.

Einen grossen Fortschritt in dem Studium der Röntgenstrahlen stellt die grossartige Entdeckung LAUE'S<sup>2</sup> dar. Dieser kam theoretisch zu dem Schluss, dass die Kristalle als dreidimensionale Gitter den Röntgenstrahlen gegenüber wirken müssen, und die auf seine Anregung hin von FRIEDRICH und KNIPPING<sup>2</sup> angestellten Versuche bestätigten glänzend seine Theorie. Während diese sich auf die Beugung der Röntgenstrahlen bezog, wurde kurz nachher von W. L. BRAGG<sup>3</sup> gezeigt, dass die erhaltenen Interferenzflecken sich ebenso gut durch die Reflexion der Strahlen an den atomreichsten Ebenen des Kristalles erklären lassen. Durch diese Annahme erhielt BRAGG als Ausdruck für die Wellenlänge  $\lambda$  der reflektierten Strahlung die einfache Beziehung

$$n \lambda = 2 d \cdot \sin \varphi,$$

wo  $d$  die Gitterkonstante, d. h. die Entfernung zwischen zwei parallelen reflektierenden Atomebenen ist,  $\varphi$  der Reflexionswinkel und  $n$  eine ganze Zahl, welche die Ordnung des Spektrums angibt. Eine Reflexion der Röntgenstrahlen an Kristallen wurde

<sup>1</sup> Zusammenfassender Bericht: Jahrb. d. Radioakt. 8, 471, 1911.

<sup>2</sup> Sitzber. Bayer. Akad., math.-phys. Kl. 303, 1912.

<sup>3</sup> Proc. Cambridge Phil. Soc. 17 (1), 43, 1913.

auch fast gleichzeitig von W. L. BRAGG<sup>1</sup> und BARKLA und MARTYN<sup>2</sup> beobachtet. Auf den Zusammenhang zwischen der Bragg'schen Reflexionstheorie und der Analysis von LAUE hat zuerst WULFF<sup>3</sup> und später LAUE<sup>4</sup> hingewiesen.

Da die reflektierte Strahlung sich genügend stark erwies um sowohl photographisch wie elektrisch nachgewiesen zu werden, war hiermit ein Mittel gegeben, die von einem Röntgenrohre ausgehende Strahlung quantitativ zu untersuchen. Die ersten Messungen dieser Art wurden fast gleichzeitig von W. H. und W. L. BRAGG<sup>5</sup> und von MOSELEY und DARWIN<sup>6</sup> mit Steinsalzkristall nach der Ionisationsmethode ausgeführt. In beiden Fällen wurde ein Röntgenrohr mit Platinantikathode benutzt. Dies sendet die charakteristische Strahlung des Antikathodenmaterials aus, was KAYE<sup>7</sup> als allgemeine Regel gefunden hat. Durch allmähliches Variieren des Einfallswinkels erhielten die BRAGGS eine Intensitätskurve, die mit drei Spitzen versehen war, welche drei homogenen Komponenten in der charakteristischen Platinstrahlung entsprechen. MOSELEY und DARWIN, deren Methode empfindlicher war, fanden, dass zwei von den Spitzen in der Tat doppelt waren. Sie geben folgende Werte für die Winkel an:

$$13^{\circ} 31' \quad \underbrace{11^{\circ} 28' \quad 11^{\circ} 17'} \quad \underbrace{9^{\circ} 47' \quad 9^{\circ} 29'}$$

Es war indessen unmöglich, die einer Spitze in der Reflexionskurve entsprechende Wellenlänge zu bestimmen, so lange die Gitterkonstante  $d$  unbekannt war. Um diese Grösse zu bestimmen wurde von W. L. BRAGG<sup>8</sup> ein eingehender Vergleich der Beugungsphotogramme von Steinsalz, Sylvin, Bromnatrium und Jodkalium vorgenommen. Hieraus ergab sich, dass sämtliche diese Salze eine sehr einfache Struktur haben und zwar eine kubische, wobei die verschiedenen Atome abwechselnd in den Ecken von Würfeln gelegen sind. Dies Ergebnis ermöglichte nun das Aufstellen einer Beziehung zwischen  $d$  und bekannten Grössen. Durch diese geniale Untersuchung von W. L. BRAGG war der Grund einer wirklichen Röntgenspektroskopie gelegt.

Die erste systematische Untersuchung über die Röntgenspektren rührt von MOSELEY<sup>9</sup> her. Für die Aufnahme der Spektren der schwereren Elemente, die eine kurzwellige Strahlung emittieren, hat er folgende Anordnung benutzt. Die Strahlen passieren zunächst eine unmittelbar vor der Antikathode angebrachte, 0,2 mm breite Platinblende, durchdringen ein Aluminiumfenster von 0,02 mm Dicke, und

<sup>1</sup> Nature **90**, 410, 1912.

<sup>2</sup> Nature **90**, 435, 1912.

<sup>3</sup> Phys. Zeitschr. **14**, 217, 1913.

<sup>4</sup> Phys. Zeitschr. **14**, 421, 1913.

<sup>5</sup> Proc. Roy. Soc. (A) **88**, 428, 1913.

<sup>6</sup> Phil. Mag. (6) **26**, 210, 1913.

<sup>7</sup> Phil. Trans. Roy. Soc. (A) 209, 123, 1908.

<sup>8</sup> Proc. Roy. Soc. (A) **84**, 248, 1913.

<sup>9</sup> Phil. Mag. (6) **26**, 1024, 1913.

Phil. Mag. (6) **27**, 703, 1914.

treffen den Kristall aus Ferrocyankalium, der so angebracht ist, dass die Oberfläche des Kristalls die Achse des Spektrometers enthält. Die photographische Platte war auf dem Spektrometerarm befestigt, und die Entfernung derselben von der Drehungsachse gleich dem Abstand Spalt--Drehungsachse (17 cm). Den gesuchten Winkel berechnete Moseley mit Hilfe zweier Referenzlinien, die in bestimmtem Winkelabstand voneinander auf der Platte angebracht wurden. Die Spektren wurden jedesmal in zwei verschiedenen Ordnungen und zwar in der zweiten und dritten photographiert. Zur Auswechslung der Elemente hatte Moseley eine Reihe derselben auf einem kleinen, innerhalb des Rohres angebrachten Schlitten befestigt, der auf Schienen verschoben werden konnte. Diese Anordnung ist zuerst von KAYE<sup>1</sup> benutzt worden.

Die Spektren der leichteren Elemente, deren Strahlung in Luft absorbiert wird, wurden mit einem Vakuumspektrographen aufgenommen. Dieser bestand aus einem starken, runden Eisenkasten, der mit einem luftdicht anschliessenden Deckel versehen war. Auf dem Boden des Kastens waren zwei konzentrische Rillen angebracht. Der Plattenhalter war auf einem kleinen Tisch befestigt, der auf drei Stahlkugeln ruhte, von denen zwei in der äusseren Rille liefen. Der Kristalltisch war in ähnlicher Weise über der inneren Rille plaziert. Zur Messung der Winkel waren zwei Kreisskalen etwas ausserhalb der Rillen plaziert, während die Tische mit Nonien versehen waren. Die Kassette war mit dünnem Seidenpapier bedeckt. Ein kreisförmiges, 2 cm breites Fenster aus Goldschlägerhaut trennte das Röntgenrohr von dem Spektrographen.

MOSELEY untersuchte nach diesen Methoden die *K*-Reihe von 21 Elementen (*Al* bis *Ag*) und die *L*-Reihe von 24 Elementen (*Zr* bis *Au*). Seine Messungsergebnisse für die *L*-Reihe sind in der Tabelle 1 angegeben. Diese enthält die Wellenlängen von vier Liniengruppen  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  und  $\delta$ . Ausserdem gibt er an, Andeutungen von noch zwei Liniengruppen,  $\epsilon$  und  $\zeta$ , ebenso wie einen schwachen  $\alpha$ -Satelliten gefunden zu haben, ohne jedoch Zahlenwerte dafür anzuführen.

Die erhaltenen Zahlenwerte ergaben für die  $\alpha$ -Gruppen eine approximativ lineare Beziehung zwischen den Wurzeln aus den Frequenzen und den Ordnungszahlen *N* der entsprechenden Elemente. Diese Beziehung war von der Form

$$\sqrt{\nu} = a (N - N_0),$$

wobei *a* eine Funktion der Rydbergschen Konstante und *N*<sub>0</sub> eine Konstante, bei der *L*-Reihe nahe gleich 7,4, darstellt. Mit Hilfe dieser Formel konnte MOSELEY behaupten, dass in dem Bereiche zwischen Aluminium und Gold nur drei unentdeckte Elemente mit den Ordnungszahlen 43, 61 und 75 (*Al* = 13) sich finden.

VON DE BROGLIE<sup>2</sup> wurde eine wesentliche Verbesserung eingeführt, indem er den Kristall langsam rotieren liess. Hierdurch fällt der Einfluss etwa vorhan-

<sup>1</sup> Kaye, l. c.

<sup>2</sup> C. R. 157, 924, 1913.



dener Unregelmässigkeiten der Kristallstruktur weg, da eine grössere Fläche des Kristalls ausgenutzt wird. Der Vorteil dieser Anordnung ist später von RUTHERFORD und ANDRADE <sup>1</sup> und WAGNER <sup>2</sup> hervorgehoben worden. Die de Broglie'schen Aufnahmen der *L*-Reihe sind teilweise nach der weniger genauen Sekundärstrahlungsmethode ausgeführt. Nach der primären Methode hat er Platin, Wolfram <sup>3</sup> und Gold <sup>4</sup> aufgenommen. Während bei Gold nur zwei Linien erhalten wurden, konnte bei den zwei übrigen Elementen eine Mehrzahl von Linien gemessen werden.

TAB. 1.

*L*-Reihe nach Moseley.

Nr	Element	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm}$			
		$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$
40	Zirkon .....	6,091	—	—	—
41	Niob .....	5,749	5,507	—	—
42	Molybdän .....	5,423	5,187	—	—
44	Ruthenium .....	4,861	4,660	—	—
45	Rhodium .....	4,622	—	—	—
46	Palladium .....	4,385	4,168	—	3,928
47	Silber .....	4,170	—	—	—
50	Zinn .....	3,619	—	—	—
51	Antimon .....	3,458	3,245	—	—
57	Lanthan .....	2,676	2,471	2,424	2,313
58	Cer .....	2,567	2,360	2,315	2,209
59	Praseodym .....	(2,471)	2,265	—	—
60	Neodym .....	2,382	2,175	—	—
62	Samarium .....	2,208	2,008	1,972	1,893
63	Europium .....	2,130	1,925	1,888	1,814
64	Gadolinium .....	2,057	1,853	1,818	—
66	Holmium .....	1,914	1,711	—	—
68	Erbium .....	1,790	1,591	1,563	—
73	Tantal .....	1,525	1,320	—	1,287
74	Wolfram .....	1,486	—	—	—
76	Osmium .....	1,397	1,201	—	1,172
77	Iridium .....	1,354	1,155	—	1,138
78	Platin .....	1,316	1,121	—	1,104
79	Gold .....	1,257	1,092	—	1,078

Das Platinspektrum ist auch von WAGNER <sup>5</sup> photographiert worden. Die von ihm reproduzierten Spektrogramme, die sehr scharf sind, enthalten ausser einigen Iridiumlinien sämtliche die von Siegbahn und mir bei Platin gefundenen charakteristischen Linien. Er gibt doch keine genaue Zahlenwerte derselben an.

Das Spektrum des Wolframs ist von BARNES <sup>6</sup> und neulich von GORTON <sup>7</sup> mit

<sup>1</sup> Phil. Mag. (6) **27**, 854, 1914.

<sup>2</sup> Phys. Zeitschr. **16**, 30, 1915.

<sup>3</sup> C. R. **158**, 177, 1914.

<sup>4</sup> C. R. **158**, 623, 1914.

<sup>5</sup> E. Wagner, l. c.

<sup>6</sup> Phil. Mag. (6) **30**, 368, 1915.

<sup>7</sup> Phys. Rev. **7**, 203, 1916.

technischen Röhren untersucht worden. GORTON findet 10 Linien, deren Winkelwerte mit den de Broglie'schen gut übereinstimmen, sich aber um 1 bis 2 % von den Barnes'schen unterscheiden. Diese Disskrepance wird von GORTON, dessen Werte eine Genauigkeit von 0,2 % haben, durch mangelnde Fokussierung in der Barnes'schen Anordnung erklärt.

Weitere systematische Untersuchungen nach der photographischen Methode sind von SIEGBAHN, <sup>1</sup> MALMER <sup>2</sup>, SIEGBAHN und FRIMAN <sup>3</sup> und SIEGBAHN und STENSTRÖM <sup>4</sup> ausgeführt worden. Diese Arbeiten beziehen sich sämtlich auf die *K*-Reihe.

Die vorliegende Arbeit stellt eine möglichst vollständige Untersuchung der Hochfrequenzspektra (*L*-Reihe) der Elemente Uran bis Zink (48 Stoffe) dar. Die Spektrogramme der Elemente Uran bis Tantal sind mit einem besonders konstruierten Röntgenspektrometer aufgenommen. Diese Untersuchung habe ich in Gemeinschaft mit Herrn Privatdozent Dr. M. SIEGBAHN ausgeführt. Die Resultate derselben sind teils in der Physikalischen Zeitschrift und in Philosophical Magazine, teils in den Annalen der Physik 1916 veröffentlicht worden. Von Tantal ab habe ich mit einem Vakuumspektrographen gearbeitet. Die Konstruktion des Spektrographen und eine mit demselben ausgeführte Untersuchung der *Lx*-Linien der seltenen Erden ist von SIEGBAHN und mir in der Physikalischen Zeitschrift 1916 beschrieben worden.

---

<sup>1</sup> Ark. f. Mat., Astr. o. Fys. B. **10**, H. 3, Nr 17, 1915.

<sup>2</sup> Diss. Lund, 1915.

<sup>3</sup> Ann. d. Phys. **49**, 611, 1916.

<sup>4</sup> Phys. Zeitschr. **17**, 48, 1916.

## II.

### 1. Prinzip der Methode.

Das Prinzip der Methode geht aus der schematischen Figur 1 hervor. Die von der Antikathode  $A$  ausgehenden Röntgenstrahlen passieren zwei Bleiblenen  $B_1$  und  $B_2$ , von denen die erste eine sehr schmale Öffnung hat, während die zweite Öffnung verhältnismässig breit ist. Das entstandene kegelförmige Bündel trifft den

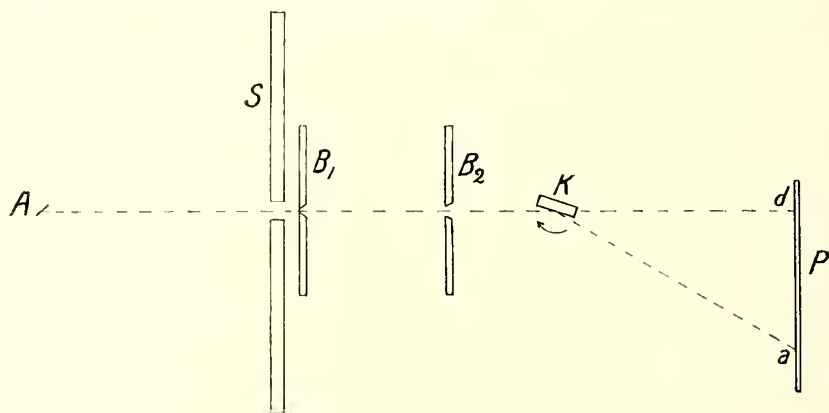


Fig. 1.

rotierenden Kristall  $K$ , der als Reflexionsgitter wirkt. Wenn also die charakteristische Strahlung des Antikathodenmaterials einen homogenen Komponenten von der Wellenlänge  $\lambda$  enthält, wird derselbe bei einem gewissen Einfallswinkel  $\varphi$ , der mit  $\lambda$  durch die Braggsche Beziehung verbunden ist, geometrisch reflektiert. Die so reflektierte Strahlung gibt in einer Entfernung  $K\alpha = KB_1$  ein scharfes Bild von dem ersten Spalt. Auf einer durch  $\alpha$  gehenden photographischen Platte erhält man also eine feine Linie<sup>1</sup>. Die Drehung des Kristalls hat zur Folge, dass ein grosses Gebiet der Kristallfläche die betreffende Strahlung reflektiert. Hierdurch kommen etwaige Unregelmässigkeiten in der Kristallstruktur weniger zur Geltung, so dass bei gleichmässiger Drehung die Linien mit der richtigen Intensitätsverteilung auftreten.

<sup>1</sup> Der Vorteil der Fokussierung, welche beim rotierenden Kristall für das Erhalten scharfer Linien notwendig ist, wurde zuerst von den BRAGGS hervorgehoben.

Für die Berechnung des Reflexionswinkels  $\varphi$ , d. h. des Winkels zwischen dem reflektierten Strahl und der Atomebene des Kristalls, wurde in den Spektrometerversuchen bei feinem zweiten Spalt und zur Seite geführtem Kristalle eine sog. direkte Linie  $d$  aufgenommen. Da die Platte senkrecht zur Verbindungslinie Spaltmitten-Kristalldrehungsachse eingestellt ist, ergibt sich  $\varphi$  aus der Beziehung  $\tan 2\varphi = \frac{a}{r}$ , wenn  $a$  und  $r$  die aufgemessenen Abstände  $\alpha d$  und  $Kd$  darstellen. Bei den Versuchen mit dem Vakuumspektrographen wurde statt der direkten Linie die  $\text{Cu}\alpha_1$ -Linie als Referenzlinie benutzt. Nachdem  $\varphi$  bestimmt worden ist, wird  $\lambda$  aus der Bragg'schen Formel  $n\lambda = 2d \cdot \sin \varphi$  erhalten.

## 2. Beschreibung der Apparatur.

### a. Röntgenspektrometer.

Die benutzte Spektrometeranordnung ist in der Fig. 2 zu sehen. Die zwei Blenden, das Uhrwerk (demonтиertes Heliostat) mit dem Kristall und der Plattenhalter sind auf einer mit drei Stellschrauben versehenen Marmorplatte montiert.

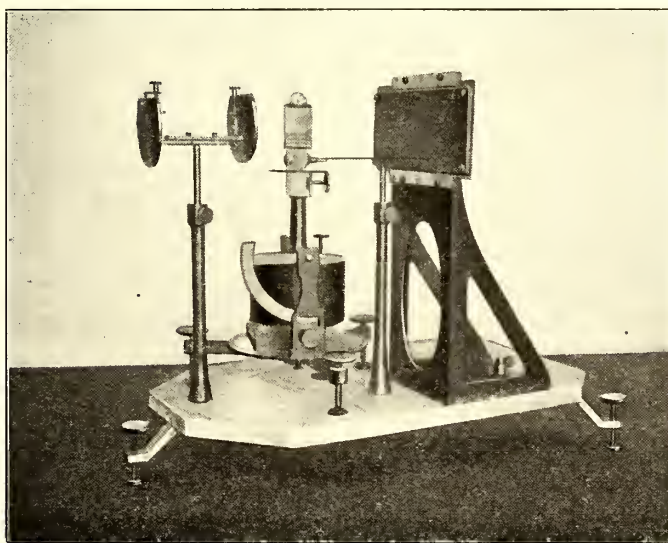


Fig. 2.

Die Bleiblenen sind 4 mm dick und etwa 10 cm von einander entfernt. Jede Spaltöffnung kann mit Hilfe einer Schraube, die zwei bewegliche Bleistücke nach der Seite verschiebt, beliebig variiert werden. Die Schraube der vorderen Blende ist mit einer gradierten Kreisscheibe versehen, welche es ermöglicht, die Spaltbreite auf Hundertstel Millimeter einzustellen. Da einerseits für ein gutes Auflösungsvermögen eine möglichst smale Spaltöffnung wünschenswert ist, anderseits die Intensität



des durchgehenden Bündels nicht zu stark herabgesetzt werden darf, muss man eine passende Spaltbreite ausprobieren. Als geeignet wurde 0,1 mm gefunden, und diese Breite ist auch während sämtlicher Messungen benutzt worden. Die andere Spaltöffnung wurde im allgemeinen bei 2 bis 3 mm gehalten. Nur bei der Aufnahme der sog. direkten Linie kam eine feine zweite Spaltöffnung zur Verwendung. Die Vertikaleinstellung der Spalte wurde mit Wasserpass ausgeführt.

Das Uhrwerk, das auf drei Stellschrauben ruht, ist so eingestellt, dass ihre Achse genau vertikal steht. Auf der drehbaren Achse ist eine horizontale Scheibe fest angebracht, die eine zweite Scheibe trägt, welche sich um eine horizontale Achse drehen lässt. Die Drehung wird mittels einer vertikalen Schraube ausgeführt. Der Kristall ist an einer senkrecht zur zweiten Scheibe angebrachten Platte festgekittet, welche mit Hilfe einer Schraube hin und her verschoben werden kann. Der Kristall muss so eingestellt sein, dass die Drehungsachse durch die Oberfläche des Kristalles geht. Diese Einstellung wurde mit Fernrohr, Spiegel und Skala folgendermassen ausgeführt. Zunächst wurde ein kleiner Spiegel leicht an die Oberfläche des Kristalles gedrückt, und dann wurde die vertikale Schraube gedreht, bis bei Umlegung des Kristalltisches um  $180^\circ$  derselbe Skalenstrich in dem Fernrohr zu sehen war. Hierdurch wurde die Oberfläche parallel der Drehungsachse gebracht. Das Zusammenfallen derselben wurde darnach durch Drehen der anderen Schraube erreicht, bis der Rand der Oberfläche bei Umlegung des Kristalles um  $180^\circ$  sich nicht gegen das Fadenkreuz verschob. Die Kristalldrehungsachse musste weiter in die Verlängerung der Spaltmitten fallen. Dies wurde optisch einjustiert, indem eine starke Einfadenslampe vor dem ersten Spalt angebracht und das Uhrwerk verschoben wurde, bis der Kristall auf beiden Seiten gleich stark reflektierte Bilder gab. Mit der Drehungsachse ist ein Zeiger fest verbunden. Dieser läuft über eine Skala, die den Drehungswinkel des Kristalles angibt. Die Bestimmung des Nullpunktes geschah optisch. Die Füsse der Stellschrauben wurden nach der Einstellung des Kristalles an der Platte festgekittet. Bei der Aufnahme der direkten Linie wurde eine dünne Holzscheibe unter die eine Stellschraube gesteckt und der Kristall dadurch zur Seite geführt.

Der eiserne Plattenhalter hat einen planen, rektangularen Fuss, dessen Mitte mit einer länglichen Öffnung versehen ist. Durch diese gehen zwei Schrauben, die mit Hilfe von Muttern den Fuss an der Marmorplatte festhalten. Hierdurch kann man den Plattenhalter dem Kristall nähern bzw. entfernen, was für die Fokussierung verschiedener Gebiete der photographischen Platte notwendig ist. Die Kassette wird zwischen zwei an der vertikalen Scheibe angebrachte Listen eingeführt. Sie besteht aus einem Metallrahmen, in welchen die photographische Platte (Grösse 6,5 . 18 cm) genau passt, und einem Deckel, der mit einer 17 cm langen und 2,5 cm breiten mit schwarzem Papier bedeckten Öffnung versehen ist. Der Deckel wird mit sechs Schrauben und Muttern an den Rahmen befestigt. Die Einstellung der Platte senkrecht zur Linie Spaltmitten—Kristalldrehungsachse geschah nach einer optischen Methode. Zu diesem Zwecke wurde ein Spiegel auf dem Boden des Rahmens ange-

bracht und die Einfadenlampe vor dem ersten Spalt placiert. Bei feinem zweiten Spalte und zur Seite geführtem Kristalle wurde das durchgehende scharfe Lichtbündel von dem Spiegel reflektiert und auf die zweite Blende zurückgeworfen. Der Plattenhalter wurde dann gedreht, bis das reflektierte Bündel mit dem direkten koinzidierte.

Der Einfluss der zerstreuten Strahlung wurde durch einen vom Kristall bis zur Platte sich erstreckenden Bleischutz, welcher auf die in der Figur ersichtlichen Stative angebracht wurde, völlig heruntergedrückt.

### b. Vakuumspektrograph.

Die Konstruktion des Vakuumspektrographen ist in der Fig. 3 in sowohl Vertikal- wie Horizontalschnitt dargestellt. Eine photographische Aufnahme desselben ist in der Fig. 4 zu sehen.

Der Spektrograph besteht aus einem runden, 5 mm dicken Messingkasten *AA*, der 8 cm hoch ist und einen inneren Durchmesser von 30 cm hat. Der obere, 3,5 cm breite Rand *BB* ist sorgfältig plan geschliffen, ebenso der entsprechende Teil *CC* des Deckels *D*, welcher nach Anfetten luftdicht an dem Kasten schliesst. Der Deckel ist wie auch der Boden mit radialen Verstärkungen versehen um den Druck besser aushalten zu können. Durch den Rand des Deckels geht eine Schraube, welche dazu dient den Deckel nach dem Einlassen der Luft zu heben. Den Kasten tragen drei Stellschrauben. Durch die Mitte des Bodens läuft ein 4 cm langer konischer Schliff *E*, auf dem der Kristalltisch angebracht ist. Dieser besteht aus einem Schlitten *F*, der mit Hilfe der Schraube *H* verschoben werden kann. Auf dem Schlitten findet sich der eigentliche Tisch *N*, der sich durch die Schraube *h* am die Achse *a* drehen lässt. Der Kristall *K* ist auf dem Tisch mittels einer Bügel und zweier Schrauben befestigt. Durch diese Anordnung kann der Kristall sehr genau einjustiert werden. Dies geschieht teils mit Hilfe der Einfadenlampe teils mit einem Mikroskop, das auf der Mitte des Randes der reflektierenden Fläche eingestellt wird. Bei richtiger Einstellung des Kristalles dreht sich die Randlinie bei Umlegung desselben um 180° um einen festen Punkt. Die Vertikaleinstellung der reflektierenden Fläche wurde nachher durch beiderseitige Aufnahme der *K $\alpha$* -Linien des Silbers justiert.

Der Konus *E*, der mit Fett geschmiert ist, wird mit Hilfe eines an dem Boden des Kastens festgeschraubten Ringes in dem Schliff festgehalten. Der untere Teil des Konus ist mit einem etwa 20 cm langen Messingarm *M* fest verbunden, welcher mit einem Zeiger *Z* versehen ist. Dieser läuft die Skala *S* entlang, die den Drehungswinkel des Kristalles in Viertelgraden angibt. Der Messingarm wird durch eine Stahlfeder gegen den Rand einer Exzentrerscheibe gedrückt, welche von einem kleinen Motor gedreht wird, dessen Geschwindigkeit durch Zahnradüberführung stark herabgesetzt worden ist.

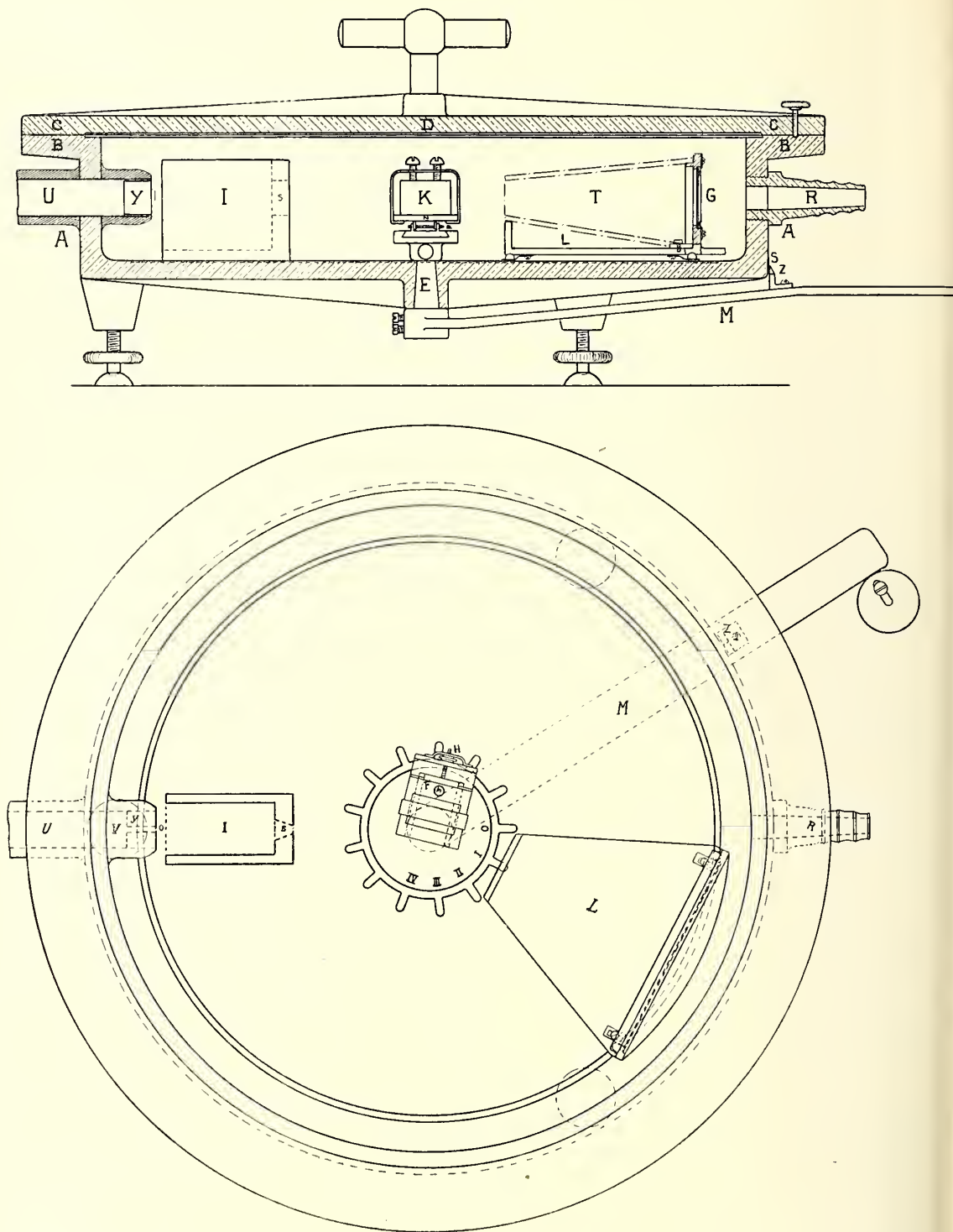


Fig. 3.



Durch die Wand des Kastens gehen zwei einander gegenüberliegende Rohre *R* und *U*. Das erstere steht durch einen Schlauch in Verbindung mit der Vorpumpe. In dem letzteren steckt ein anderes Rohr *V*. Das eine Ende desselben ist mit einer plangeschliffenen Messingscheibe *l* bedeckt, welche mit einem 0,1 mm feinen, goldgeränderten Spalte *o* versehen ist. Dies Rohr wurde mit Pizein luftdicht an der Wand befestigt, nachdem der Spalt genau vertikal eingestellt worden war. Diese Einstellung geschah optisch durch Vergleich mit einem vertikal hängenden Draht. Zwischen dem Spalt und dem Kristall ist eine Bleiblenke *I* mit etwa 2 mm breiter Öffnungs angebracht, und in das Rohr *V* ist ein 1,5 cm langer Bleizylinder *Y* mit 1 mm breitem Spalte eingeführt.

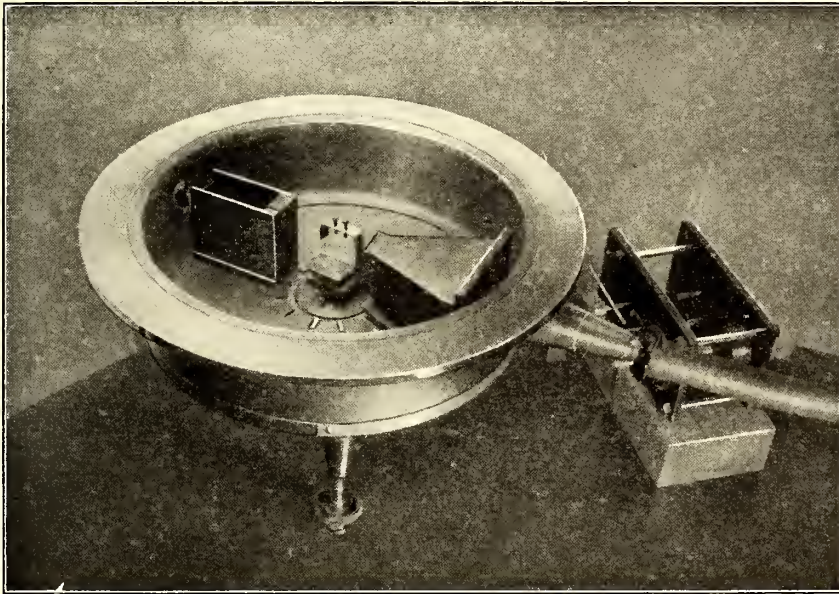


Fig. 4.

Die photographische Platte wird in der Kassette *G* angebracht. In diesem Falle wird die Platte von hinten eingeführt und mit Hilfe dreier Stahlfedern von dem Deckel gegen den Innenrand gepresst. Die Kassette ist mittels zwei Schrauben, welche durch die beiden Füße derselben gehen, mit dem Schlitten *L* fest verbunden. Die Füße sind mit länglichen Löchern versehen, wodurch die Kassette etwas verschoben bzw. gedreht werden kann. Diese Anordnung ermöglicht es, die Platte bei der Schlittenlage 0 (siehe unten) senkrecht gegen die Linie Spalt—Kristalldrehungsachse einzustellen. Bei dieser Einstellung wurde der Kristall durch einen schmalen Spalt ersetzt, deren Mitte mit der Achse zusammenfiel. Übrigens wurde wie im Falle des Röntgenspektrometers verfahren. Der Abstand Kristall—Platte wurde bei der Einstellung gleich die Entfernung erster Spalt—Kristall (etwa 12,4 cm) gemacht (siehe weiter unten). Um die Platte gegen zerstreute Strahlung möglichst zu schützen



hat es sich auch in diesem Falle gut bewährt, einen bis zum Kristall gehenden Bleischutz  $T$  an der Kassette anzubringen.

Der Schlitten  $L$  wird von drei Stahlkugeln getragen, von denen zwei in einer kreisförmigen Ausbohrung ruhen, während die dritte in einer radial gehenden Vertiefung steckt. Auch im Boden des Schlittens finden sich runde Vertiefungen für die Kugeln, welche durch drei Stahlfedern gehalten werden. Der Schlitten kann in dieser Weise einige ganz bestimmte Lagen einnehmen, von denen die bei den Versuchen benutzten mit 0 bis IV bezeichnet worden sind. Die Zahl der radial gehenden Ausbohrungen beträgt dreizehn, die in ungefähr gleicher Winkelentfernung von einander liegen. Von diesen wurden die vier den Lagen 0 bis IV entsprechenden sehr sorgfältig bestimmt. Dies geschah mit Hilfe eines Spektrometers (ohne Kollimator), dessen Fernrohr mit einem Gauss'schen Okular versehen war, und einer langen planen Glasscheibe, die auf dem Schlitten fest angebracht war. Das Fernrohr wurde jedesmal so eingestellt, dass das reflektierte Bild des Fadenkreuzes mit dem direkten koinzidierte. Der Winkel zwischen zwei Lagen ergab sich dann direkt aus der Drehung des Fernrohrs.

Für die betreffenden Winkel wurden folgende Werte <sup>1</sup> erhalten:

0—I	27° 30,8
I—II	27° 40,8
II—III	27° 39,2
III—IV	27° 44,9

Der Vorteil dieser Konstruktion eines Vakuumspektrographen gegenüber der Moseleyschen liegt erstens darin, dass der Kristall beweglich ist, wodurch Unebenheiten in der Kristallstruktur die Intensitätsverteilung nicht beeinflussen. Zweitens ist in diesem Falle der erste Spalt feiner und die Fokussierung besser, was ein erhöhtes Auflösungsvermögen bewirkt.

### c. Röntgenrohr und übrige Apparate.

Das bei den Untersuchungen benutzte Röntgenrohr hatte die in der Figur 5 dargestellte Form. Das Rohr (Durchm. 20 cm.) ist von der Firma Gundelach-Gehlberg bezogen und hat sich während früheren Untersuchungen (SIEGBAHN, MALMER) bestens bewährt.  $K$  ist die Kathode und  $A$  die Antikathode. Diese besteht aus einer dicken Kupferplatte, die schräg an der Ende eines Messingrohres angelötet ist. Das Messingrohr geht durch einen Glasschliff und ist an demselben mittels Pizein, das auswendig angebracht wurde, luftdicht befestigt <sup>2</sup>. Am anderen Ende des Messingrohres sind zwei schmale Röhren angelötet, durch die das Kühlwasser strömt. Der gegenüber der Antikathode befindliche ausgezogene Teil des Rohres

<sup>1</sup> Jeder Wert ist das Mittel aus mehreren Beobachtungen.

<sup>2</sup> Hierdurch konnte bei dauerhafter Kühlung das Rohr ohne Unterbrechung stundenlang in Betrieb gehalten werden, ohne dass das Pizein zu weich wurde (vgl. MALMER).

war im Falle des Spektrometers durch ein Aluminiumfenster von 0,05 mm Dicke verschlossen. Die Entfernung des Fensters von der Antikathode betrug hierbei 17 cm. Bei den Versuchen mit dem Spektrographen, in welchen ein neues, ganz ähnliches Rohr benutzt wurde, war der ausgezogene Teil in das Rohr *U* eingeführt und mit Pizein an demselben befestigt, wodurch eine luftdichte, elastische Verbindung erreicht wurde. In beiden Fällen war das Rohr von dem Spektralapparat durch einen etwa 2 cm dicken Bleischirm getrennt.

Die Einstellung des Rohres geschah bei dem Spektrometer mit Hilfe eines fluoreszierenden Schirmes, der zwischen den beiden Blenden angebracht wurde. Bei dem Spektrographen wurde eine optische Methode benutzt, indem die Einfadenlampe vor das Rohr *R* gestellt und der Apparat gedreht wurde, bis das durch den

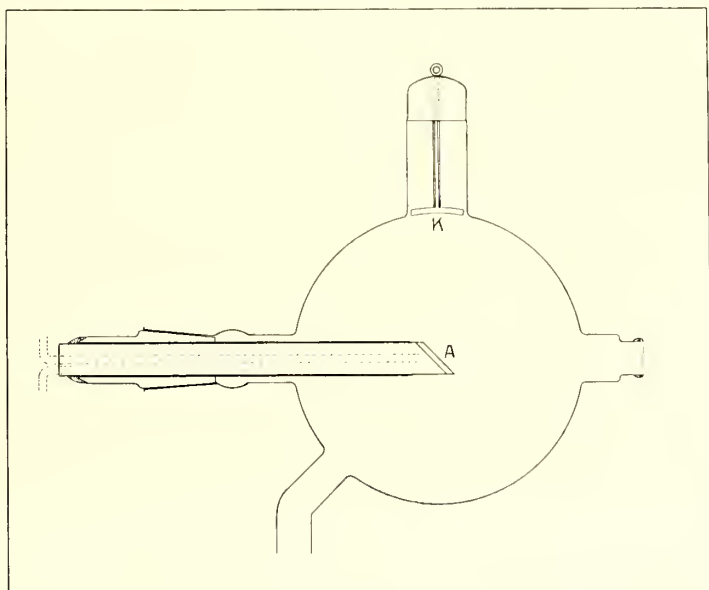


Fig. 5.

Spalt *o* hindurchgehende Lichtbündel auf den Brennfleck fiel. Die Richtigkeit der Einstellung wurde dann nach Auspumpen des Röntgenrohres mit dem fluoreszierenden Schirm geprüft.

Der Vorteil des angewandten Rohres besteht darin, dass die Antikathode sich leicht ausnehmen lässt, wodurch das Anbringen eines neuen Elements in wenigen Minuten erfolgen kann. Bei systematischen Untersuchungen über die Hochfrequenzspektra der Elemente ist diese Anordnung sehr vorzuziehen gegenüber die früher benutzten (KAYE, MOSELEY).

Das Röntgenrohr wurde mit Hilfe einer Molekularpumpe nebst zugehöriger Vorpumpe evakuiert. Im Falle des Vakuumspektrographen wurde die Vorpumpe durch eine Zweigleitung gleichzeitig mit dem Röntgenrohr und dem Spektrographen verbunden. Diese waren entweder durch eine sehr dünne Aluminiumfolie (0,001 mm) oder durch Goldschlägerhaut getrennt, welche auf die angefettete Platte *l* aufgelegt

wurden. In dieser Weise liess sich Röntgenvakuum in wenigen Minuten herstellen. Zum Konstanthalten desselben wurde in beiden Fällen ein besonders konstruiertes Ventil (Fig. 6) unmittelbar nach der Vorpumpe eingeschaltet. Das Ventil besteht

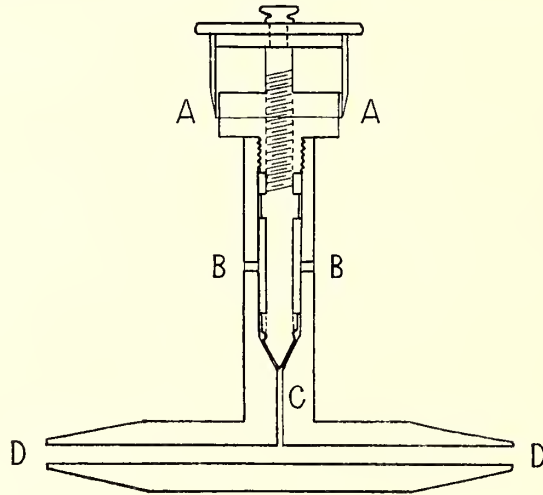


Fig. 6.

aus einem sorgfältig geschliffenen Konus *C*, der mikrometrisch (*AA*) justierbar ist. Bei dem Aufmachen desselben strömt Luft konstant durch die Löcher *BB* und die konische Öffnung. Das Feinregulieren des Vakuums liess sich nachher durch Änderung des Widerstands des Motors erreichen.



Fig. 7.



Bei den ersten Versuchen wurde ein grosser Induktor (Funkenlänge 50 cm.) benutzt, während bei den Spektrographuntersuchungen ein kleinerer (25 cm Funkenlänge) zur Verwendung kam. Beide waren von dem System Klingelfuss, Basel. Als Unterbrecher wurde ein »Rotax« angewandt, welcher bis zu 8,000 Unterbrechungen pro Min. leisten konnte. Als Gleichrichter diente anfangs ein dreifaches Ventilrohr, später eine zehnfache Spitz-Platte-Funkenstrecke. Der eine Pol des Induktors und die Antikathode waren geerdet, während der zweite Pol über den Gleichrichter mit der Kathode verbunden war. Die Stromstärke der Primärleitung betrug 5 bis 7 Amp.

Eine Aufnahme der ganzen Apparatur ist in der Fig. 7 zu sehen.

### 3. Untersuchte Substanzen und deren Anbringung an der Antikathode.

Die 48 untersuchten Elemente kamen in folgender Form zur Verwendung. *Au*, *Pt*, *Cd*, *Ag*, *Pd* und *Zn* wurden als Bleche an der Antikathode angelötet. *Sn* wurde direkt, *Bi*, *Pb* und *Tl* an der zuerst verzinnnten Antikathode angeschmolzen. *Ta*, der als dünner Draht zur Verfügung stand, wurde um ein dünnes, teilweise an der Antikathode angelötetes Kupferblech gewickelt. *Ir*, *In* und *Ru* wurden in einer Kupferzange festgeklemmt. *Po* kam als elektrolytischer Niederschlag auf einem Kupferblech zur Untersuchung. Sämtliche übrige Elemente sind in Pulverform entweder frei (*W*, *Te* und *Mo*) oder als Verbindungen benutzt worden, und zwar *U*, *Th*, *Sb* und *As* als Oxyde, *Ra* als Bromid, *Hg* als Sulfid, *Os* als osmiumsaures Kali, *Cp*, *Ad*, *Er*, *Ho*, *Dy*, *Gd*, *Sa*, *Nd*, *Ba*, *Zr* als Sulfate, *Tb*, *Eu*, *Y* und *La* als Nitrate, *Pr*, *Ce*, *Cs*, *Rh*, *Sr*, *Rb* als Chloride, *Nb* als Fluorid, *J* als Jodkalium und *Br* als Bromkalium. Mit Ausnahme der alkalischen Erden (*Cp* bis *Nd*), die freundlichst von Herrn Dr. Freiherrn AUER VON WELSBACH zur Verfügung gestellt wurden, waren die meisten der Substanzen von den Firmas Kahlbaum-Berlin oder Merek-Darmstadt bezogen.

Für das Anbringen der pulverförmigen Stoffe hat sich folgende Methode gut bewährt. Die Antikathode wird zunächst mit einer Feile oder noch besser mit Hilfe von Messer und Hammer mit feinen Ritzen versehen. Das feinpulverisierte Salz wird dann mit dem Messer hart angerieben, wobei die Salzkörner in den Ritzen sitzen bleiben. Es genügte im allgemeinen eine minimale Menge (einige mgr) des in dieser Weise angebrachten Salzes zur Aufnahme eines Spektrogramms.

Die Antikathode wurde nach jeder Aufnahme sorgfältig rein gefeilt. Bei den seltenen Erden wurde für jedes Element eine kleine Kupferplatte angelötet, an der das Salz angebracht wurde. Hierdurch liess sich die Reinheit der Salze sehr genau prüfen.



#### 4. Ausführung der Versuche.

Bei dem Röntgenspektrometer wurde zunächst der Plattenhalter so eingestellt, dass etwa die Mitte des zu untersuchenden Gebietes fokussiert war. Die Entfernung erster Spalt—Kristall betrug hierbei 13 cm (bei *U* und *Th* 17 cm). Nachdem das betreffende Element an der Antikathode angebracht worden war, wurde die direkte Linie bei feinem zweiten Spalt und zur Seite geführtem Kristall aufgenommen. Dann wurde der Kristall (aus Steinsalz) wieder in die richtige Lage gebracht, der zweite Spalt geöffnet und das Uhrwerk in Gang gesetzt. Das zu untersuchende Winkelgebiet wurde im allgemeinen 5 bis 7 mal (bei *U*, *Th* und *Hg* 10 mal) übergangen. Da der Kristall mit einer Geschwindigkeit von  $1^\circ$  in 4 Min. sich drehte und ein Gebiet von  $5^\circ$  überfahren wurde, betrug also die Expositionszeit etwa 2 Stunden. Die photographische Platte war während der Exposition im Bereiche der direkten Linie mit einer 2 mm dicken Bleiplatte bedeckt, welche das Auftreten einer breiten diffusen direkten Linie verhinderte. Bei sämtlichen Aufnahmen kamen Lumière Platten (Sensibilité Extrême) zur Verwendung, welche mit Methol—Hydrochinon entwickelt wurden.

Zur Bestimmung des Abstandes (*r*) Kristall —Platte wurde die Entfernung von der Kristalldrehungsachse bis zum Boden der Kassette gemessen und die Dicke der Platte davon subtrahiert. Die Entfernung (*a*) der Spektrallinien von der Mitte der direkten Linie wurde mit Millimeterstab auf ein Zehntels Millimeter gemessen. Den hieraus berechneten Winkelwerten kann eine Genauigkeit von etwa 0,3 % zugeschrieben werden.

Bei dem Spektrographen war der Abstand Kristall—Platte in allen Fällen derselbe und wurde so gewählt, dass die Mitte der Platte fokussiert war. Um den betreffenden Abstand genau zu ermitteln wurde mit Hilfe einer fest angebrachten Stahlspitze der Kristalltisch mit mehreren konzentrischen Kreisen versehen. Die Enden der Durchmesser wurden dann auf einer langen, senkrecht zur Platte gestellten Glasscheibe mit feinen Ritzen markiert und die Abstände vom Rande (*o*) der Glasscheibe bis zu den Ritzen mit Komparator gemessen. Da diese Entfernungen zu gross waren um direkt ausgemessen zu werden, musste hierbei eine Referenzlinie (*l*) benutzt werden. Die Messung gab folgende Werte:

<i>o</i>	20,44	}	74,90 mm	
<i>l</i>	95,35			
<i>l</i>	22,56		0,00 mm	
1	67,56	45,00	}	48,88
2	69,25	46,69		
3	70,02	47,46		
3'	72,84	50,28		
2'	73,62	51,06		
1'	75,31	52,75		
				} 48,87 mm

Der Abstand von der Referenzlinie bis zum Mittelpunkt der Ritze ist also im Mittel 48,88 mm und die Entfernung Kristall—Platte folglich 123,78 mm.

Zur genauen Bestimmung der Winkelwerte der Spektrallinien wurde in diesem Falle die  $Cu\alpha_1$ -Linie als Referenzlinie benutzt. Dieselbe konnte bei Steinsalz als Reflektor in der Lage I in erster und in den Lagen II und III in zweiter Ordnung aufgenommen werden. Die Entfernung dieser Linie von dem Fusspunkt<sup>1</sup> der von der Kristalldrehungsachse auf die Platte gehende Normale wurde mit Benutzung des von SIEGBAHN und STENSTRÖM<sup>2</sup> sehr genau bestimmten Wertes für die Wellenlänge,  $\lambda = 1,539$ , berechnet. Diese Rechnung gab folgende Werte:

Lage I	$Cu\alpha_1$	9,17 mm
Lage II	$(Cu\alpha_1)_2$	24,32 »
Lage III	$(Cu\alpha_1)_2$	— 36,75 »

Für die Winkel zwischen dem Nullpunkt der verschiedenen Lagen und demjenigen der Lage 0 sind folgende Werte benutzt worden (vgl. S. 14):

0—I	27° 30,8;
0—II	55° 11,6;
0—III	82° 50,8;
0—IV	110° 35,7.

Zur Kontrolle dieser Werte wurde (nach der Aufnahme einer Zahl von Elementen) die  $Cu\alpha_1$ -Linie in den Lagen I bis IV auf einer und derselben Platte photographiert. Die den Linien entsprechenden Winkel wurden hierbei mit Hilfe eines feinen Ritzes, der längs des Innenrandes der Kassette mit einem Messer gezogen worden war, ermittelt. Die Entfernung einer genau in derselben Weise gezogenen Linie vom Nullpunkt der Platte war schon früher durch beiderseitige Aufnahme der  $K\alpha$ -Linien des Silbers bestimmt worden, und zwar hatte sich hierfür der Wert 43,76 mm ergeben. Der Versuch gab folgende Werte, welche unten mit den mit Hilfe des Wertes  $\lambda = 1,539$  berechneten zusammengestellt sind. Die Übereinstimmung ist wie ersichtlich sehr gut.

		Exp.	Ber.
Lage I	$(Cu\alpha_1)_1$	15° 54,2	15° 52,5
Lage II	$(Cu\alpha_1)_2$	33° 8,9	33° 9,3
Lage III	$(Cu\alpha_1)_2$	33° 12,4	33° 9,3
Lage IV	$(Cu\alpha_1)_3$	55° 5,8	55° 7,3

Mit dem Steinsalzkristall wurden die Spektra der Elemente Tantal bis Palladium aufgenommen. Ein weiteres Vordringen mit diesem Kristalle war nicht möglich, da die Intensität der reflektierten Strahlung bei grösseren Winkeln stark abnimmt und die Linien diffus werden. Die weiteren Versuche sind daher mit einem Gipskristall ausgeführt worden. Die Gitterkonstante desselben wurde in folgender Weise

<sup>1</sup> Dieser wird im Folgenden der Nullpunkt der Platte genannt. Die Entfernung der bei kleinerem Winkel gelegenen Linien vom Nullpunkt wird mit negativem Vorzeichen angegeben.

<sup>2</sup> SIEGBAHN u. STENSTRÖM l. c.

ermittelt. Zunächst wurde in Lage I das Silberspektrum und die  $Cu\alpha_1$ -Linie (zweiter Ordnung) aufgenommen. Auf derselben Platte war auch ein mit Messer gezogener Ritz (vgl. oben) gemacht. Mit Hilfe desselben ( $a = -43,76$  mm) konnten nun die  $a$ -Werte für  $(Cu\alpha_1)_2$  und  $Ag\alpha_1$  bestimmt werden. Diese wurden zu  $-9,16$  mm bzw.  $8,83$  mm gefunden. Da die Wellenlängen der beiden Linien schon bekannt waren (für  $Ag\alpha_1$  nach der Steinsalzaufnahme gleich  $4,146$ ), liess sich die Gitterkonstante leicht berechnen. Für  $2d$  wurden also die Werte  $15,254$  bzw.  $15,230 \cdot 10^{-8}$  cm gefunden, welche sich nur um  $0,16$  % unterscheiden. Als endgültiger Wert der doppelten Gitterkonstante für Gips ergab sich also  $15,242 \cdot 10^{-8}$  cm. Für die Gitterkonstante des Steinsalzes ist der Moseleysche Wert  $2,814 \cdot 10^{-8}$  cm benutzt worden. Diese Zahl ist unter Annahme des Wertes  $2,167$  für das spez. Gewicht des Steinsalzes und  $6,05 \cdot 10^{23}$  für die Avogadrosche Konstante erhalten worden. Eine Bestimmung des spez. Gewichtes des hier angewandten Steinsalzkristalles hat den Wert  $2,162$  ergeben, was eine gute Übereinstimmung ist. Indessen hat die Gitterkonstante wegen der Unsicherheit der Avogadroschen Zahl nur eine Genauigkeit von  $2$  %.

Bei den Aufnahmen mit dem Gipskristall ist im allgemeinen die  $Cu\alpha_1$ -Linie zweiter Ordnung als Referenzlinie benutzt worden. Die Entfernung derselben von dem Nullpunkt der Platte war wie schon erwähnt  $-9,16$  mm.

Um die Schwärzung der Platte möglichst klein zu machen hat es sich gut bewährt ein dünnes Seidenpapier vor der Öffnung des Bleischutzes anzubringen. Da indessen beim Übergang zu weicheeren Strahlen die Absorption im Papier stark zur Geltung kommt, wurde das Papier von  $Rh$  ab weggelassen. Die Aluminiumfolie wirkt bei grösseren Wellenlängen ebenfalls stark absorbierend und wurde schon bei  $Te$  durch Goldschlägerhaut ersetzt. Diese hält das von der Antikathode ausgehende Luminiszenzlicht nicht völlig zurück, warum eine gewisse Schwärzung der Platten nicht zu vermeiden war. Da die Ränder der Schwärzung immer auf genau dieselben Stellen fallen, was Vergleiche mit den  $Cu\alpha_1$ -Linien bei mehreren Platten gezeigt haben, können diese Ränder ebensogut als Referenzlinien dienen. Davon habe ich mich auch in einigen Fällen ( $Mo$ ,  $Y$ ,  $Sr$ ,  $Rb$ ,  $Br$  und  $Zn$ ) bedient. Die Entfernungen der beiden Ränder ( $R_1$  und  $R_2$ ) von dem Nullpunkte waren im Mittel  $-43,80$  bzw.  $41,79$  mm.

Die Aufnahme eines Spektrogramms nahm im allgemeinen eine Stunde in Anspruch. Hierbei wurde insgesamt ein Bereich von  $5$  bis  $6^\circ$  Graden überfahren. Womöglich wurde das ganze Spektrum auf einer Platte aufgenommen. In mehreren Fällen mussten einige Linien (z. B.  $\alpha-\beta$ ) in der einen Lage und die übrigen ( $\gamma$ ) in der nächstfolgenden photographiert werden. Dies geschah auch auf einer und derselben Platte, indem der Spektrograph nach dem Luftreinlassen bei rotem Licht geöffnet und der Schlitten in die neue Lage gebracht wurde. Dieses Verfahrens habe ich mich auch mehrmals bei der Aufnahme der  $Cu\alpha_1$ -Linie (Lage I) bedient.

Die Ausmessung der Platten geschah in diesem Falle mit Komparator auf Hundertstel Millimeter. Nur die schwachen Linien, die in den Tabellen mit  $s$  be-

zeichnet sind, wurden mit Millimeterstab auf Zehntels Millimeter gemessen. Den Winkelwerten kann auch hier eine Genauigkeit von etwa 0,3 % zugeschrieben werden <sup>1</sup>.

Mit den oben beschriebenen Versuchsanordnungen sind sehr scharfe Spektrogramme aufgenommen worden. Als Beispiele sind in der Fig. 1 der Tafel die mit dem Röntgenspektrometer erhaltenen Spektrogramme der Elemente Uran, Blei und Wolfram reproduziert. In Fig. 2 finden sich die Spektrogramme von Aldebaranium, Terbium und Silber, aufgenommen mit dem Spektrographen, die drei ersteren mit Steinsalz-, das letztere mit Gipskristall als Reflektor.

---

<sup>1</sup> Bei den schwachen Linien ist die Unsicherheit etwas grösser.



### III.

#### Messungsergebnisse.

Die Resultate der Messungen sind in den Tabellen 2 bis 52 gegeben. Die 15 ersten Tabellen, welche die Elemente Uran bis Tantal umfassen, beziehen sich auf den mit dem Röntgenspektrometer ausgeführten Versuchen, während die übrigen Tabellen die mit dem Vakuumspektrographen erhaltenen Resultate darstellen. Zur Kontrolle wurde Tantal nach beiden Methoden aufgenommen. Die für dieses Element erhaltenen Daten, welche in den Tabellen 16 und 17 sich finden, stimmen gut überein. Als Reflektor ist bis Palladium (Tab. 39) Steinsalz benutzt worden. Von Silber ab (bis *Zn*) sind die Aufnahmen mit einem Gipskristall ausgeführt, dessen Gitterkonstante in der früher beschriebenen Weise ermittelt wurde (vgl. S. 20). Die Richtigkeit dieses Wertes geht aus der guten Übereinstimmung der Werte der Tabellen 38 und 40 (*Ag*) einerseits, 39 und 41 (*Pd*) anderseits hervor.

In der ersten Kolumne sind die Bezeichnungen der Linien angegeben. Da die zuerst aufgenommenen Spektrogramme (*Au*, *Pb*, *Bi*) drei Liniengruppen zeigten, wurden diese  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  genannt. Die verschiedenen Linien innerhalb einer Gruppe wurden dann mit dem Buchstaben der Gruppe nebst zugefügten Indices bezeichnet, welche im allgemeinen mit abnehmender Intensität zunahmen. Diese Bezeichnung ist auch in der ganzen Arbeit beibehalten worden um so mehr als die drei Liniengruppen noch bei den leichtesten von mir untersuchten Elementen nicht zusammengefallen sind. In der ersten Kolumne sind auch die Verunreinigungen, welche identifiziert worden sind, angegeben. Die zweite Kolumne enthält die Intensitäten, welche bei den Spektrometerversuchen in relativem Mass ( $\alpha_1$  gleich 10) dargestellt sind, während sie bei den Spektrographaufnahmen mit *st* (stark), *m* (mittelstark) und *s* (schwach) bezeichnet sind. Im letzteren Falle konnten nämlich die Intensitäten nicht so genau verglichen werden, da der Kristall infolge der Benutzung der Exzenterscheibe nicht gleichförmig gedreht wurde. In der dritten Kolumne finden sich die Abstände (*a*) der Linien von der direkten Linie bzw von dem Nullpunkt der Platte. Die vierte Kolumne enthält die berechneten Reflexionswinkel  $\varphi$ , die fünfte die aus der Beziehung  $\lambda = 2d \cdot \sin \varphi$ <sup>1</sup> ermittelten Wellenlängen und die sechste die

<sup>1</sup> Die Spektren wurden immer in der ersten Ordnung aufgenommen.

Wurzeln aus den Frequenzen. Diese letzteren Werte sind bei der graphischen Darstellung der Resultate (Fig. 8) benutzt worden. Eine Zusammenstellung der Wellenlängen sämtlicher Linien ist in der Tabelle 53 gegeben. In derselben sind auch die SIEGBAHN'schen Werte <sup>1</sup> der *l*-Linien der Elemente Uran bis Wolfram angeführt.

## a) Steinsalzkristall.

$$d = 2,814 \cdot 10^{-8} \text{ cm.}$$

TAB. 2.

## Uran.

$$r = 16,40 \text{ cm.}$$

Linie	Rel. Intens.	<i>a</i> cm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm.}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	3	5,60	9° 25',6	0,922	1,042
$\alpha_1$	10	5,53	9° 19',0	0,911	1,048
—	2	4,73	8° 1',7	0,786	1,128
$\beta_2$	7	4,52	7° 43',8	0,756	1,150
$\beta_4$	2	4,48	7° 38',4	0,748	1,156
$\beta_5$	2	4,33	7° 23',8	0,724	1,175
$\beta_1$	7	4,30	7° 20',8	0,720	1,179
$\beta_3$	1	4,24	7° 14',8	0,710	1,187
$\gamma_1$	4	3,65	6° 16',4	0,615	1,275
—	0	3,60	6° 11',4	0,607	1,284
$\gamma_2, \delta$	0	3,53	6° 4',4	0,596	1,296

TAB. 3.

## Thor.

$$r = 16,39 \text{ cm.}$$

Linie	Rel. Intens.	<i>a</i> cm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm.}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	3	5,91	9° 54',8	0,969	1,016
$\alpha_1$	10	5,83	9° 47',4	0,957	1,022
—	2	5,00	8° 29',0	0,830	1,098
$\beta_2, \beta_4$	6	4,78	8° 7',8	0,797	1,121
$\beta_1, \beta_5$	8	4,59	7° 49',3	0,766	1,143
$\beta_3$	2	4,54	7° 44',5	0,758	1,149
$\gamma_1$	4	3,89	6° 40',5	0,654	1,236
$\gamma_2, \delta$	1	3,77	6° 28',6	0,635	1,255

<sup>1</sup> Verh. D. Phys. Ges. 18, 150, 1916.

TAB. 4.

**Radium.**

Linie	$a$ cm.	$r$ cm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_1$	5,72	15,15	$10^\circ 20',5$	1,010	0,995

TAB. 5.

**Polonium.** $r = 12,73$  cm.

Linie	$a$ cm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
—	6,06	$12^\circ 43',7$	1,240	0,898
$\text{Pb}\alpha_1^1$	5,70	$12^\circ 3',6$	1,176	0,922
—	5,54	$11^\circ 45',6$	1,147	0,934
$\alpha_1$	5,33	$11^\circ 21',6$	1,109	0,950
—	5,03	$10^\circ 46',8$	1,053	0,975
—	4,98	$10^\circ 41',0$	1,043	0,979
$\text{Pb}\beta_1^1$	4,66	$10^\circ 3',2$	0,982	1,009
—	4,54	$9^\circ 48',8$	0,959	1,021
$\beta_1$	4,34	$9^\circ 24',8$	0,920	1,042
—	4,21	$9^\circ 9',0$	0,895	1,057
—	4,11	$8^\circ 56',8$	0,875	1,069
—	4,06	$8^\circ 50',7$	0,865	1,075

TAB. 6.

**Wismuth.** $r = 12,75$  cm.

Linie	Rel. Intens.	$a$ cm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
—	0	5,68	$12^\circ 0',4$	1,171	0,924
$\alpha_2$	3	5,58	$11^\circ 49',1$	1,153	0,931
$\alpha_1$	10	5,53	$11^\circ 43',4$	1,144	0,935
$\gamma_1$	1	5,07	$10^\circ 50',6$	1,059	0,972
—	2	4,72	$10^\circ 9',4$	0,992	1,004
$\beta_4$	2	4,64	$9^\circ 59',9$	0,977	1,012
$\beta_2$	6	4,52	$9^\circ 45',6$	0,954	1,024
$\beta_1$	8	4,50	$9^\circ 43',2$	0,950	1,026
$\beta_3$	2	4,43	$9^\circ 34',8$	0,937	1,033
$\beta_5$	2	4,36	$9^\circ 26',3$	0,923	1,041
$\gamma_1$	3	3,79	$8^\circ 16',7$	0,810	1,111
$\gamma_2$	1	3,71	$8^\circ 6',8$	0,794	1,122
$\gamma_3$	2	3,69	$8^\circ 4',3$	0,790	1,125
$\gamma_4$	0	3,55	$7^\circ 46',8$	0,762	1,146

<sup>1</sup> Wahrscheinlich vom Bleispalte herrührend.

TAB. 7.

**Blei.** $r = 12,72$  cm.

Linie	Rel. Intens.	$a$ cm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	3	5,75	$12^\circ 9',8$	1,186	0,918
$\alpha_1$	10	5,69	$12^\circ 3',0$	1,175	0,923
$\gamma_1$	0	5,23	$11^\circ 10',5$	1,091	0,957
—	2	4,87	$10^\circ 28',5$	1,023	0,983
$\beta_4$	2	4,79	$10^\circ 19',1$	1,008	0,996
$\beta_{11}, \beta_2$	9	4,66	$10^\circ 3',6$	0,983	1,009
$\beta_3$	2	4,58	$9^\circ 54',1$	0,968	1,016
—	2	4,50	$9^\circ 44',5$	0,855	1,081
$\gamma_{11}$	3	3,94	$8^\circ 36',3$	0,842	1,090
$\gamma_{12}$	1	3,83	$8^\circ 22',8$	0,820	1,104
$\gamma_{13}$	1	3,81	$8^\circ 20',3$	0,816	1,107
$\gamma_{14}$	0	3,69	$8^\circ 5',3$	0,792	1,124

TAB. 8.

**Thallium.** $r = 12,75$ 

Linie	Rel. Intens.	$a$ cm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	3	5,93	$12^\circ 28',3$	1,215	0,907
$\alpha_1$	10	5,87	$12^\circ 21',7$	1,205	0,911
$\gamma_1$	0	5,42	$11^\circ 30',9$	1,124	0,943
—	1	5,00	$10^\circ 42',4$	1,046	0,978
$\beta_4$	2	4,95	$10^\circ 36',5$	1,036	0,982
$\beta_{11}$	8	4,82	$10^\circ 21',3$	1,012	0,994
$\beta_2$	6	4,79	$10^\circ 17',8$	1,006	0,997
$\beta_3$	2	4,75	$10^\circ 13',0$	0,998	1,001
$\beta_5$	2	4,64	$9^\circ 59',9$	0,977	1,011
—	0	4,33	$9^\circ 22',8$	0,917	1,044
$\gamma_{11}$	3	4,06	$8^\circ 49',9$	0,864	1,076
$\gamma_{12}$	1	3,96	$8^\circ 37',7$	0,844	1,088
$\gamma_{13}$	1	3,94	$8^\circ 35',2$	0,840	1,091
$\gamma_{14}$	1	3,78	$8^\circ 15',4$	0,808	1,112

TAB. 9.

**Quecksilber.** $r = 12,75$  cm.

Linie	Rel. Intens.	$a$ cm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\text{Cu}\alpha_2$	3	7,89	$15^\circ 52',5$	1,539	0,806
$\text{Cu}\alpha_1$	10	6,96	$14^\circ 18',9$	1,392	0,847
—	3	6,91	$14^\circ 13',7$	1,383	0,850
$\alpha_2$	2	6,13	$12^\circ 50',3$	1,251	0,894
$\alpha_1$	10	6,07	$12^\circ 43',8$	1,240	0,898
$\beta_{11}$	8	5,02	$10^\circ 44',8$	1,049	0,976
$\beta_2$	6	4,98	$10^\circ 40',1$	1,042	0,980
$\gamma_{11}$	3	4,22	$9^\circ 9',4$	0,896	1,056



TAB. 10.

**Gold.** $r = 12,74 \text{ cm.}$ 

Linie	Rel. Intens.	$a \text{ cm.}$	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm.}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	3	6,31	$13^\circ 10',5$	1,23	0,883
$\alpha_1$	10	6,24	$13^\circ 2',8$	1,271	0,887
$\gamma_1$	0	5,82	$12^\circ 16',6$	1,197	0,914
$\beta_4$	1	5,36	$11^\circ 17',7$	1,102	0,952
$\beta_1$	8	5,18	$11^\circ 3',8$	1,080	0,962
$\beta_2$	6	5,10	$10^\circ 54',5$	1,065	0,969
$\beta_5$	2	4,94	$10^\circ 35',8$	1,035	0,983
$\gamma_1$	3	4,35	$9^\circ 25',6$	0,922	1,042
$\gamma_2$	1	4,23	$9^\circ 11',0$	0,898	1,055
$\gamma_3$	1	4,21	$9^\circ 8',6$	0,894	1,057
$\gamma_4$	0	4,08	$8^\circ 52',8$	0,869	1,073

TAB. 11.

**Platin.** $r = 12,75 \text{ cm.}$ 

Linie	Rel. Intens.	$a \text{ cm.}$	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm.}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
Ir $\alpha_2$	0	6,76	$13^\circ 58',0$	1,358	0,858
Ir $\alpha_1$	3	6,71	$13^\circ 52',7$	1,350	0,861
$\alpha_2$	3	6,55	$13^\circ 35',8$	1,323	0,863
$\alpha_1$	10	6,49	$13^\circ 29',3$	1,313	0,873
—	2	6,27	$13^\circ 5',6$	1,275	0,885
$\gamma_1$	2	6,08	$12^\circ 44',8$	1,242	0,897
Ir $\beta_1$	3	5,61	$11^\circ 52',5$	1,158	0,929
$\beta_4$	4	5,52	$11^\circ 42',3$	1,142	0,936
Ir $\beta_2$	2	5,48	$11^\circ 37',8$	1,134	0,939
$\beta_1$	8	5,40	$11^\circ 28',6$	1,120	0,945
$\beta_2$	6	5,30	$11^\circ 17',2$	1,101	0,953
$\beta_3$	1	5,28	$11^\circ 14',8$	1,098	0,954
—	1	5,20	$11^\circ 5',7$	1,033	0,961
$\beta_5$	2	5,14	$10^\circ 58',7$	1,072	0,966
Ir $\gamma_1$	0	4,71	$10^\circ 8',3$	0,991	1,005
$\gamma_1$	3	4,54	$9^\circ 48',0$	0,958	1,022
$\gamma_2$	1	4,41	$9^\circ 32',4$	0,933	1,035
$\gamma_3$	1	4,39	$9^\circ 30',0$	0,929	1,038
$\gamma_4$	1	4,24	$9^\circ 11',8$	0,900	1,054

TAB. 12.

**Iridium.** $r = 12,75 \text{ cm.}$ 

Linie	Rel. Intens.	$a \text{ cm.}$	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm.}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
—	1	7,21	$14^\circ 44',7$	1,432	0,536
Cu $\alpha_1$	3	6,95	$14^\circ 17',8$	1,390	0,548
$\alpha_2$	3	6,77	$13^\circ 59',0$	1,360	0,558
$\alpha_1$	10	6,71	$13^\circ 52',7$	1,350	0,561
Pt $\alpha_2$	1	6,54	$13^\circ 34',7$	1,322	0,570
Pt $\alpha_1$	6	6,48	$13^\circ 28',3$	1,311	0,573
$\beta_4$	3	5,71	$12^\circ 3',8$	1,176	0,922
$\beta_1$	8	5,59	$11^\circ 50',3$	1,154	0,931
$\beta_3$	2	5,50	$11^\circ 40',0$	1,138	0,938
$\beta_2$	6	5,47	$11^\circ 36',6$	1,133	0,940
Pt $\beta_1$	4	5,39	$11^\circ 27',5$	1,118	0,946
$\beta_5$	0	5,30	$11^\circ 17',2$	1,101	0,953
Pt $\beta_2$	3	5,29	$11^\circ 16',0$	1,100	0,954
$\gamma_1$	3	4,70	$10^\circ 7',1$	0,989	1,006
$\gamma_2$	1	4,56	$9^\circ 50',4$	0,962	1,020
$\gamma_3$	1	4,53	$9^\circ 46',8$	0,956	1,023
$\gamma_4$	1	4,33	$9^\circ 22',8$	0,917	1,044

TAB. 13.

**Osmium.** $r = 12,77 \text{ cm.}$ 

Linie	Rel. Intens.	$a \text{ cm.}$	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm.}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
Cu $\alpha_2$	8	7,89	$15^\circ 51',3$	1,538	0,806
Cu $\alpha_1$	10	7,87	$15^\circ 49',3$	1,534	0,807
$\alpha_2$	3	7,01	$14^\circ 22',9$	1,398	0,846
$\alpha_1$	10	6,95	$14^\circ 16',7$	1,388	0,849
$\beta_4$	3	5,93	$12^\circ 27',3$	1,214	0,908
$\beta_1$	8	5,82	$12^\circ 15',0$	1,194	0,915
$\beta_3$	3	5,72	$12^\circ 3',8$	1,176	0,922
$\beta_2$	6	5,67	$11^\circ 58',3$	1,167	0,926
$\gamma_1$	3	4,88	$10^\circ 27',4$	1,021	0,990

TAB. 14.

**Wolfram.** $r = 12,76 \text{ cm.}$ 

Linie	Rel. Intens.	$a \text{ cm.}$	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm.}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
Cu $\alpha_2$	8	7,89	$15^\circ 51',9$	1,539	0,806
Cu $\alpha_1$	10	7,87	$15^\circ 49',9$	1,535	0,807
$\alpha_2$	3	7,52	$15^\circ 15',4$	1,481	0,822
$\alpha_1$	10	7,46	$15^\circ 9',3$	1,471	0,825
Cu $\beta_1$	9	6,94	$14^\circ 16',3$	1,387	0,849
$\beta_4$	3	6,40	$13^\circ 19',1$	1,296	0,878
$\beta_1$	8	6,29	$13^\circ 7',3$	1,278	0,884
$\beta_3$	3	6,18	$12^\circ 55',3$	1,258	0,892
$\beta_2$	6	6,08	$12^\circ 44',3$	1,241	0,897
$\gamma_1$	3	5,27	$11^\circ 13',3$	1,095	0,956
$\gamma_2$	1	5,10	$10^\circ 53',6$	1,064	0,969
$\gamma_3$	1	5,07	$10^\circ 50',1$	1,058	0,972

TAB. 15.

**Tantal I.** $r = 13,84 \text{ cm.}$ 

Linie	Rel. Intens.	$a \text{ cm.}$	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm.}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
Cu $\alpha_1$	10	8,54	15° 50',3	1,536	0,807
$\alpha_2$	3	8,48	15° 44',9	1,528	0,809
$\alpha_1$	10	8,41	15° 38',6	1,518	0,812
Cu $\beta_1$	4	7,53	14° 16',5	1,388	0,849
$\beta_4$	2	7,24	13° 48',5	1,343	0,863
$\beta_1$	8	7,11	13° 35',8	1,323	0,869
$\beta_3$	3	6,98	13° 22',9	1,303	0,876
$\beta_2$	6	6,84	13° 9',0	1,280	0,884
$\gamma_1$	3	5,95	11° 37',9	1,135	0,939
$\gamma_2$	1	5,75	11° 16',8	1,101	0,953
$\gamma_3$	1	5,73	11° 14',7	1,097	0,955

TAB. 16.

**Tantal II.**

Lage I.

Linie	Intens.	$a \text{ mm.}$	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm.}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
Cu $\alpha_1$	st	9,17	—	—	—
$\alpha_2$	m	8,77	15° 47',0	1,531	0,808
$\alpha_1$	st	8,23	15° 40',3	1,520	0,812
$\eta$	s	4,4	14° 46',5	1,435	0,835
Cu $\beta_1$	st	2,37	14° 18',4	1,391	0,848
$\beta_4$	m	0,24	13° 48',8	1,344	0,863
$\beta_1$	st	— 0,56	13° 37',7	1,326	0,868
$\beta_3$	m	— 1,48	13° 24',9	1,306	0,876
$\beta_2$	st	— 2,48	13° 11',0	1,284	0,883
$\gamma_1$	m	— 9,11	11° 39',2	1,137	0,938
$\gamma_2$	s	— 10,6	11° 18',6	1,104	0,952
$\gamma_3$	s	— 10,9	11° 14',4	1,097	0,955

TAB. 17.

**Casseopeium.**

Lage I.

Linie	Intens.	$a \text{ mm.}$	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm.}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$l$	—	23,0	19° 1',2	1,834	0,738
$\alpha_2$	m	13,33	16° 49',8	1,629	0,784
$\alpha_1$	st	12,84	16° 43',1	1,619	0,786
Cu $\alpha_1$	st	9,17	—	—	—
$\beta_4$	s	4,5	14° 47',9	1,437	0,834
$\beta_1$	st	3,76	14° 37',6	1,421	0,839
$\beta_3$	m	2,73	14° 23',3	1,399	0,845
Cu $\beta_1$	st	2,36	14° 18',2	1,390	0,848
$\beta_2$	m	1,35	14° 4',2	1,368	0,855
$\gamma_1$	m	— 5,17	12° 33',7	1,224	0,904
$\gamma_2$	s	— 6,8	12° 11',1	1,188	0,918
$\gamma_3$	s	— 7,0	12° 8',3	1,183	0,919

TAB. 18.

**Aldebaranium.**

Lage I.

Linie	Intens.	<i>a</i> mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
<i>l</i>	s	25,8	19° 38',6	1,892	0,727
$\alpha_2$	m	15,72	17° 22',6	1,681	0,771
$\alpha_1$	st	15,20	17° 15',4	1,670	0,774
$\gamma_1$	s	12,8	16° 42',5	1,618	0,786
Cu $\alpha_1$	st	9,17	—	—	—
$\beta_4$	m	6,90	15° 21',2	1,490	0,819
$\beta_4$	st	6,18	15° 11',2	1,474	0,824
$\beta_1$	m	5,10	14° 56',2	1,451	0,830
$\beta_8$	s	3,8	14° 38',2	1,422	0,839
—	st	3,44	14° 33',2	1,414	0,841
$\beta_2$	st	2,37	14° 18',3	1,391	0,848
$\beta_5$ , Cu $\beta_1$	st	—	—	—	—
$\gamma_1$	m	3,22	13° 0',7	1,267	0,888
$\gamma_2$	s	—	12° 36',0	1,228	0,902
$\gamma_3$	s	—	12° 33',3	1,223	0,904

TAB. 19.

**Erbium.**

Lage I.

Linie	Intens.	<i>a</i> mm	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
—	s	27,9	20° 6',5	1,935	0,719
$\alpha_2$	m	21,09	18° 35',5	1,794	0,747
$\alpha_1$	st	20,56	18° 28',3	1,783	0,749
$\gamma_1$	s	17,8	17° 50',9	1,725	0,761
$\beta_4$	s	11,9	16° 30',2	1,599	0,791
$\beta_4$	st	11,33	16° 22',3	1,586	0,794
$\beta_1$	s	10,1	16° 5',3	1,560	0,801
Cu $\alpha_1$	st	9,17	—	—	—
$\beta_2$	st	7,99	15° 36',2	1,514	0,813
$\gamma_1$	m	1,28	14° 3',2	1,367	0,855
$\gamma_2$	s	—	13° 35',7	1,323	0,869
$\gamma_3$	s	—	13° 31',5	1,316	0,872

TAB. 20.

**Holmium.**

Lage I.

Linie	Intens.	<i>a</i> mm	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	m	23,94	19° 13',8	1,854	0,734
$\alpha_1$	st	23,44	19° 7',1	1,843	0,737
$\beta_4$	s	14,6	17° 7',3	1,657	0,777
$\beta_1$	m	14,11	17° 0',5	1,646	0,779
$\beta_3$	s	12,9	16° 43',9	1,620	0,786
$\beta_2$	s	10,5	16° 10',9	1,568	0,799
Cu $\alpha_1$	st	9,17	—	—	—
$\gamma_1$	s	3,5	14° 34',0	1,415	0,841
Cu $\beta_1$	st	2,4	14° 18',8	1,391	0,848
$\gamma_2$	s	1,4	14° 4',8	1,369	0,855
$\beta_8$	s	1,2	14° 2',1	1,365	0,856



TAB. 21.

**Dysprosium.**

Lage I.

Linie	Intens.	$a$ mm	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	m	26,99	19° 54',4	1,916	0,722
$\alpha_1$	st	26,51	19° 48',1	1,907	0,724
$\beta_4$	s	17,6	17° 48',1	1,721	0,762
$\beta_1$	m	17,05	17° 40',7	1,709	0,765
$\beta_3$	s	15,8	17° 23',7	1,683	0,771
$\beta_2$	m	13,00	16° 45',3	1,622	0,785
Cu $\alpha_1$	st	9,17	—	—	—
$\gamma_1$	s	6,0	15° 8',7	1,470	0,825
$\gamma_2$	s	3,8	14° 38',2	1,422	0,839
$\gamma_3$	s	3,6	14° 35',4	1,418	0,840

TAB. 22.

**Terbium.**

Lage I.

Linie	Intens.	$a$ mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	m	30,28	20° 37',8	1,983	0,710
$\alpha_1$	st	29,77	20° 31',1	1,973	0,712
—	s	27,9	20° 6',5	1,935	0,719
$\beta_4$	s	20,6	18° 28',9	1,784	0,749
$\beta_1$	st	20,17	18° 23',1	1,775	0,751
$\beta_3$	m	18,73	18° 3',6	1,745	0,757
—	s	16,1	17° 27',8	1,689	0,770
$\beta_2$	st	15,76	17° 23',1	1,682	0,771
$\beta_5$	s	14,7	17° 8',6	1,659	0,776
Cu $\alpha_1$	st	9,17	—	—	—
$\gamma_1$	s	8,8	15° 47',4	1,531	0,808
$\gamma_2$	s	6,3	15° 12',8	1,477	0,823
$\gamma_3$	s	6,0	15° 8',7	1,470	0,825
$\gamma_4$	s	4,5	14° 47',8	1,437	0,834
—	s	4,4	14° 46',5	1,435	0,835
Cu $\beta_1$	st	2,37	14° 18',3	1,391	0,848

TAB. 23.

**Gadolinium.**

Lage I.

Linie	Intens.	<i>a</i> mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	m	33,87	21° 24',3	2,054	0,698
$\alpha_1$	st	33,30	21° 17',2	2,043	0,700
$\beta_4$	s	23,8	19° 11',3	1,851	0,735
$\beta_1$	m	23,49	19° 7',8	1,844	0,736
$\beta_3$	s	21,9	18° 46',4	1,811	0,743
—	s	18,9	18° 5',9	1,748	0,756
$\beta_2$	m	18,68	18° 2',9	1,744	0,757
$\gamma_1$	s	11,8	16° 28',8	1,597	0,791
—	s	11,6	16° 26',0	1,592	0,793
( $\gamma_2$ )	s	10,2	16° 6',8	1,562	0,800
( $\gamma_3$ )	s	10,0	16° 4',0	1,558	0,801
Cu $\alpha_1$	st	9,17	—	—	—

TAB. 24.

**Europium.** $\alpha$  II.  $\beta$ — $\gamma$  I.

Linie	Intens.	<i>a</i> mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_1$	st	— 23,86	22° 8',5	2,121	0,687
$\alpha_2$	m	— 23,38	22° 14',9	2,131	0,685
Cu $\alpha_1$	st	9,17	—	—	—
$\gamma_1^8$	s	11,5	16° 24',7	1,590	0,793
$\gamma_2$	s	11,9	16° 30',2	1,599	0,791
—	s	14,6	17° 7',3	1,657	0,777
$\gamma_1$	s	14,8	17° 10',1	1,662	0,776
$\beta_2$	m	21,83	18° 45',5	1,810	0,743
—	s	22,1	18° 49',1	1,815	0,742
$\beta_3$	s	25,6	19° 36',0	1,888	0,728
$\beta_1$	st	27,07	19° 55',5	1,918	0,722
$\beta_4$	s	27,3	19° 58',6	1,923	0,721

TAB. 25.

**Samarium.** $\alpha$ — $\beta$  II.  $\gamma$  I.

Linie	Intens.	<i>a</i> mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\gamma_1$	s	17,8	17° 50',9	1,725	0,761
$\gamma_{2,3}$	s	14,7	17° 8',6	1,639	0,776
Cu $\alpha_1$	st	9,17	—	—	—
$\alpha_2$	m	— 19,59	23° 7',2	2,210	0,673
$\alpha_1$	st	— 19,97	23° 0',9	2,200	0,674
$\beta_1$	st	— 29,85	20° 49',1	2,000	0,707
$\beta_3$	m	— 31,61	20° 26',1	1,965	0,713
$\beta_2$	m	— 35,68	19° 33',4	1,884	0,729

TAB. 26.

**Neodym.** $\alpha-\beta$  II.  $\gamma$  I.

Linie	Intens.	a mm	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\gamma_1$	m	24,97	19° 27',6	1,875	0,730
$\gamma_2$	s	21,5	18° 41',0	1,803	0,745
$\gamma_3$	s	21,1	18° 22',8	1,775	0,751
Cu $\alpha_1$	st	9,17	—	—	—
$\alpha_2$	m	— 11,21	25° 0',6	2,379	0,648
$\alpha_1$	st	— 11,72	24° 53',6	2,369	0,650
$\beta_1 \beta_4$	st	— 21,62	22° 38',6	2,167	0,679
$\beta_3$	m	— 23,54	22° 12',8	2,128	0,686
—	s	— 24,7	21° 44',4	2,085	0,693
$\beta_2$	st	— 28,05	21° 12',8	2,036	0,701

TAB. 27.

**Praseodym.** $\alpha-\beta$  II.  $\gamma$  I.

Linie	Intens.	a mm	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\gamma_1$	m	29,04	20° 21',5	1,958	0,715
$\gamma_2$	s	28,0	20° 7',8	1,937	0,718
$\gamma_3$	s	27,8	20° 5',0	1,933	0,719
Cu $\alpha_1$	st	9,17	—	—	—
$\alpha_2$	m	— 6,66	26° 3',4	2,472	0,636
$\alpha_1$	st	— 7,15	25° 56',7	2,462	0,637
Nd $\alpha_1$	s	— 11,6	24° 55',1	2,372	0,649
$\beta_1$	st	— 17,08	23° 40',2	2,259	0,665
$\beta_3$	m	— 19,15	23° 12',0	2,217	0,672
Nd $\beta_1$	s	— 21,5	22° 40',1	2,169	0,679
—	s	— 23,6	22° 11',8	2,126	0,686
$\beta_2$	st	— 23,90	22° 8',0	2,120	0,687

TAB. 28.

**Cer.**

Lage II.

Linie	Intens.	a mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	24,32	—	—	—
$\alpha_2$	m	— 1,67	27° 12',6	2,573	0,623
$\alpha_1$	st	— 2,16	27° 5',8	2,563	0,625
—	m	— 7,00	25° 58',8	2,465	0,637
—	m	— 7,21	25° 55',8	2,461	0,638
—	s	— 9,6	25° 22',8	2,412	0,644
Nd $\alpha_2$	s	— 11,0	25° 3',4	2,384	0,648
Nd $\alpha_1$	st	— 11,51	24° 56',4	2,373	0,649
$\beta_1$	st	— 12,21	24° 46',8	2,359	0,651
$\beta_4$	m	— 12,47	24° 45',2	2,357	0,651
$\beta_3$	m	— 14,35	24° 17',4	2,315	0,657
—	m	— 14,76	24° 11',8	2,307	0,658
Pr $\beta_1$	m	— 16,91	23° 42',4	2,263	0,665
$\beta_2$	m	— 19,39	23° 8',7	2,212	0,672
—	s	— 19,80	23° 3',2	2,204	0,674
Nd $\beta_1$	s	— 21,4	22° 41',6	2,171	0,679
Pr $\beta_2$	s	— 23,8	22° 9',3	2,122	0,686
$\gamma_1$	m	— 27,25	21° 23',3	2,052	0,698
Nd $\beta_2$	m	— 27,88	21° 15',0	2,040	0,700
( $\gamma_2$ , s)	s	— 29,7	20° 51',0	2,003	0,707

TAB. 29.

**Lanthan.**

Lage II.

Linie	Intens.	<i>a</i> mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$V \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	24,32	—	—	—
$\alpha_2$	m	3,42	28° 23',2	2,674	0,612
$\alpha_1$	st	2,93	28° 16',5	2,665	0,613
$\beta_1$	st	— 7,20	25° 56',0	2,461	0,637
$\beta_4$	s	— 7,6	25° 50',4	2,453	0,639
$\beta_3$	s	— 9,5	25° 24',2	2,414	0,644
Nd $\alpha_1$	s	— 11,5	24° 56',6	2,371	0,649
$\beta_2$	st	— 14,77	24° 11',7	2,307	0,658
$\gamma_1$	st	— 22,65	22° 24',7	2,146	0,683

TAB. 30.

**Baryum.**

Lage II.

Linie	Intens.	<i>a</i> mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$V \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	24,32	—	—	—
$\alpha_2$	m	8,97	29° 40',2	2,786	0,599
$\alpha_1$	st	8,47	29° 33',2	2,776	0,600
$\beta_1$	st	— 1,90	27° 9',4	2,569	0,624
$\beta_4$	s	— 2,4	27° 2',6	2,558	0,625
$\beta_3$	s	— 4,3	26° 36',2	2,520	0,630
$\beta_2$	st	— 9,86	25° 19',2	2,497	0,645
$\gamma_1$	m	— 17,78	23° 30',6	2,245	0,667

TAB. 31.

**Caesium.**

Lage II.

Linie	Intens.	<i>a</i> mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$V \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	24,32	—	—	—
$\alpha_2$	m	14,77	31° 0',0	2,899	0,587
$\alpha_1$	st	14,36	30° 54',3	2,891	0,588
Ba $\alpha_1$	m	8,83	29° 38',2	2,783	0,599
$\beta_1$	st	3,85	28° 29',2	2,684	0,610
$\beta_4$	s	3,0	28° 17',6	2,668	0,612
$\beta_3$	s	1,1	27° 51',2	2,629	0,617
$\beta_2$	st	— 4,62	26° 30',7	2,514	0,631
$\gamma_1$	m	— 12,63	24° 41',0	2,350	0,654
$\gamma_2$ s	s	— 18,3	23° 23',5	2,231	0,669



TAB. 32.

**Jod.**

Lage II.

Linie	Intens.	a mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	m	28,57	34° 5',7	3,155	0,563
$\alpha_1$	st	28,07	33° 59',1	3,146	0,564
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	24,32	—	—	—
$\beta_1$	st	16,72	31° 26',6	2,934	0,584
$\beta_4$	s	15,43	31° 9',0	2,911	0,586
$\beta_3$	m	13,42	30° 41',5	2,873	0,590
(Cu $\beta_1$ ) <sub>2</sub>	m	8,87	29° 38',8	2,784	0,599
$\beta_2$	st	7,16	29° 15',1	2,750	0,603
$\gamma_1$	m	— 1,20	27° 19',2	2,583	0,622

TAB. 33.

**Tellur.** $\alpha$  III.  $\beta$ — $\gamma$  II.

Linie	Intens.	a mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
J $\alpha_1$	m	27,98	33° 58',0	3,144	0,564
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	24,32	—	—	—
$\beta_1$	st	24,08	33° 6',1	3,074	0,570
$\beta_4$	s	22,5	32° 44',9	3,044	0,573
$\beta_3$	s	20,5	32° 17',9	3,007	0,577
J $\beta_1$	m	16,69	31° 26',2	2,935	0,584
$\beta_2$	st	13,84	30° 47',2	2,881	0,589
(Cu $\beta_1$ ) <sub>2</sub>	m	8,83	29° 38',2	2,783	0,599
$\gamma_1$	m	5,25	28° 48',7	2,712	0,607
$\alpha_2$	m	— 24,24	35° 53',0	3,289	0,551
$\alpha_1$	st	— 24,73	35° 46',5	3,290	0,551

TAB. 34

**Antimon.** $\alpha$ — $\beta$  III.  $\gamma$  II.

Linie	Intens.	a mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\gamma_1$	s	12,2	30° 24',7	2,849	0,593
$\gamma_2, s$	s	8,8	29° 37',8	2,782	0,600
$\alpha_2$	m	— 16,13	37° 42',7	3,443	0,539
$\alpha_1$	st	— 16,62	37° 36',0	3,434	0,540
$\beta_1$	st	— 28,56	34° 55',6	3,222	0,557
$\beta_4$	s	— 30,7	34° 27',5	3,184	0,560
$\beta_3$	s	— 32,7	34° 1',5	3,149	0,564
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	— 36,75	—	—	—
$\beta_2$	m	— 40,02	32° 27',9	3,021	0,575

TAB. 35.

**Zinn.** $\alpha$ - $\beta$  III.  $\gamma$  II.

Linie	Intens.	$a$ mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	m	— 6,94	39° 49',2	3,604	0,527
$\alpha_1$	st	— 7,48	39° 41',6	3,594	0,528
$\beta_1$	st	— 19,60	36° 55',5	3,381	0,544
$\beta_4$	s	— 22,1	36° 21',8	3,337	0,547
$\beta_3$	s	— 24,2	35° 53',5	3,300	0,551
$\beta_2$	st	— 31,38	34° 18',7	3,172	0,561
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	— 36,75	—	—	—
$\gamma_1$	m	20,07	32° 12',1	2,989	0,577
$\gamma_2$	s	14,9	31° 1',7	2,903	0,587
$\gamma_3$	s	14,3	30° 53',5	2,889	0,588
$\gamma_4$	s	11,3	30° 12',3	2,831	0,594

TAB. 36.

**Indium.**

Lage III.

Linie	Intens.	$a$ mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	s	2,95	42° 6',4	3,774	0,515
$\alpha_1$	st	2,50	42° 0',1	3,766	0,515
Sn $\alpha_1$	m	— 7,38	39° 43',1	3,596	0,527
$\beta_1$	st	— 10,05	39° 6',2	3,550	0,531
Sn $\beta_1$	m	— 19,65	36° 54',8	3,380	0,544
—	m	— 21,14	36° 34',7	3,354	0,546
$\beta_2$	m	— 22,22	36° 20',1	3,335	0,548
$\gamma_1$	s	— 32,1	34° 9',3	3,160	0,563
—	s	— 33,1	33° 56',3	3,142	0,564
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	— 36,75	—	—	—

TAB. 37.

**Cadmium.**

Lage III.

Linie	Intens.	$a$ mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	m	14,21	44° 41',9	3,959	0,503
$\alpha_1$	st	13,63	44° 33',9	3,949	0,503
$\beta_1$	st	0,53	41° 32',8	3,733	0,518
$\beta_4$	s	— 2,8	40° 46',5	3,676	0,522
$\beta_3$	s	— 4,9	40° 17',4	3,639	0,524
$\beta_2$	st	— 12,34	38° 38',5	3,514	0,533
$\gamma_1$	m	— 22,40	36° 17',7	3,331	0,548
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	— 36,75	—	—	—

TAB. 38.

**Silber I.**

Lage III.

Linie	Intens.	a mm	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm.}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	s	27,05	$47^\circ 35',3$	4,155	0,491
$\alpha_1$	m	26,45	$47^\circ 27',3$	4,146	0,491
$\beta_1$	m	12,30	$44^\circ 15',7$	3,928	0,505
$\beta_4$	s	8,2	$43^\circ 19',1$	3,861	0,509
$\beta_3$	s	5,9	$42^\circ 47',3$	3,823	0,511
$\beta_2$	m	— 1,52	$41^\circ 4',3$	3,698	0,520
$\gamma_1$	s	— 12,0	$38^\circ 39',3$	3,515	0,533
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	— 36,75	—	—	—

TAB. 39.

**Palladium I.** $\alpha$  IV.  $\beta$  III.

Linie	Intens.	a mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm.}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\beta_2$	s	10,7	$43^\circ 53',7$	3,902	0,506
$\beta_1$	m	25,94	$47^\circ 20',5$	4,139	0,492
$\alpha_1$	m	— 19,61	$50^\circ 47',8$	4,361	0,479
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	m	— 36,75	—	—	—

## b) Gipskristall.

$$d = 7,621 \cdot 10^{-8} \text{ cm.}$$

TAB. 40.

**Silber II.**

Lage I

Linie	Intens.	a mm	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm}$	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	m	8,98	$15^\circ 49',9$	4,158	0,490
$\alpha_1$	st	8,83	$15^\circ 47',8$	4,146	0,491
$\alpha_3$	m	8,56	$15^\circ 44',1$	4,133	0,492
$\beta_1$	st	5,11	$14^\circ 56',4$	3,930	0,505
$\beta_4$	s	4,0	$14^\circ 40',9$	3,863	0,509
$\beta_3$	m	3,38	$14^\circ 32',4$	3,827	0,511
$\beta_2$	st.	1,23	$14^\circ 2',5$	3,698	0,520
$\gamma_1$	m	— 1,82	$13^\circ 20',2$	3,516	0,533
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	— 9,16	—	—	—

TAB. 41.

**Palladium II.**

Lage I.

Linie	Intens.	<i>a</i> mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	m	12,65	16° 40',5	4,374	0,478
$\alpha_1$	st	12,50	16° 38',4	4,365	0,479
$\alpha_3$	m	12,28	16° 35',4	4,352	0,479
$\beta_1$	st	8,73	15° 46',5	4,144	0,491
$\beta_4$	s	7,5	15° 29',4	4,071	0,496
$\beta_3$	s	6,8	15° 19',8	4,030	0,498
$\beta_3$	m	4,68	14° 50',4	3,904	0,506
$\gamma_1$	s	1,6	14° 7',6	3,720	0,519
$\gamma_{2,3}$	m	— 0,47	13° 38',9	3,597	0,527
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	— 9,16	—	—	—

TAB. 42.

**Rhodium.**

Lage I.

Linie	Intens.	<i>a</i> mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^4$
(Pb $\alpha_1$ ) <sub>4</sub>	st	18,76	18° 4',0	4,727	0,460
$\alpha_1$	st	16,48	17° 32',9	4,596	0,467
$\alpha_3$	m	16,15	17° 28',4	4,577	0,467
—	m	13,12	16° 46',9	4,401	0,477
$\beta_1$	st	12,62	16° 40',1	4,372	0,478
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	—	— 9,16	—	—	—

TAB. 43.

**Ruthenium.**

Lage I.

Linie	Intens.	<i>a</i> mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	m	20,98	18° 34',0	4,853	0,454
$\alpha_1$	st	20,84	18° 32',1	4,845	0,454
$\alpha_3$	m	20,45	18° 26',9	4,823	0,455
(Pb $\alpha_1$ ) <sub>4</sub>	s	18,7	18° 3',2	4,723	0,460
$\beta_1$	st	16,88	17° 41',1	4,630	0,465
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	st	— 9,16	—	—	—



TAB. 44.

**Molybdän.**

Lage I.

Linie	Intens.	$a$ mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$R_2$	—	41,79	—	—	—
$\alpha_2$	m	31,62	$20^\circ 47',5$	5,410	0,430
$\alpha_1$	st	30,89	$20^\circ 45',8$	5,403	0,430
$\alpha_3$	m	30,47	$20^\circ 40',3$	5,381	0,431
$\beta_1$	st	26,72	$19^\circ 50',9$	5,175	0,440

TAB. 45.

**Niob.**

Lage I.

Linie	Intens.	$a$ mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_2$	m	37,04	$22^\circ 5',2$	5,731	0,418
$\alpha_1$	st	36,90	$22^\circ 3',4$	5,724	0,418
$\alpha_3$	m	36,61	$21^\circ 59',7$	5,709	0,419
$\beta_1$	st	32,55	$21^\circ 7',4$	5,493	0,427
$\beta_2$	s	29,3	$20^\circ 24',9$	5,317	0,434
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	m	— 9,16	—	—	—

TAB. 46.

**Zirkon.**

Lage II.

Linie	Intens.	$a$ mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
(Cu $\alpha_1$ ) <sub>2</sub>	m	— 9,16	—	—	—
$\alpha_1$	st	— 17,71	$23^\circ 31',4$	6,083	0,406
$\alpha_3$	s	— 18,2	$23^\circ 24',9$	6,057	0,406
$\beta_1$	st	— 21,93	$22^\circ 34',5$	5,851	0,413
$\gamma_1$	st	— 30,43	$20^\circ 41',5$	5,356	0,431

TAB. 47.

**Yttrium.**

Lage II.

Linie	Intens.	a mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_1$	st	— 10,84	25° 5',7	6,464	0,393
$\alpha_3$	s	— 11,2	24° 59',7	6,440	0,394
$\beta_1$	st	— 15,12	24° 6',9	6,227	0,401
R <sub>1</sub>	—	— 43,80	—	—	—

TAB. 48.

**Strontium.**

Lage II.

Linie	Intens.	a mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_1$	st	— 3,32	26° 49',7	6,879	0,381
$\beta_1$	m	— 7,68	25° 49',3	6,639	0,388
R <sub>1</sub>	—	— 43,80	—	—	—

TAB. 49.

**Rubidium.**

Lage II.

Linie	Intens.	a mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_1$	st	5,05	28° 45',9	7,335	0,369
$\alpha_3$	s	4,5	28° 38',3	7,305	0,370
$\beta_1$	m	0,56	27° 43',6	7,091	0,376
R <sub>1</sub>	—	— 43,80	—	—	—

TAB. 50.

**Brom.**

Lage II.

Linie	Intens.	a mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_1$	st	25,43	33° 24',1	8,891	0,345
$\alpha_3$	s	24,8	33° 15',7	8,860	0,346
$\beta_1$	st	20,44	32° 17',1	8,141	0,351
R <sub>1</sub>	—	— 43,80	—	—	—

TAB. 51.

**Arsen.**

Lage III.

Linie	Intens.	$a$ mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_1$	s	— 8,2	$39^\circ 31',7$	9,701	0,321
$(\text{Cu}\alpha_1)_2$	s	— 9,2	—	—	—
$\beta_1$	s	— 13,5	$38^\circ 18',7$	9,449	0,325

TAB. 52.

**Zink.**

Lage IV.

Linie	Intens.	$a$ mm.	$\varphi$	$\lambda \cdot 10^8$ cm.	$\sqrt{\frac{1}{\lambda}} \cdot 10^{-4}$
$\alpha_1$	s	— 5,2	$54^\circ 5',7$	12,346	0,285
$R_2$	—	— 41,8	—	—	—

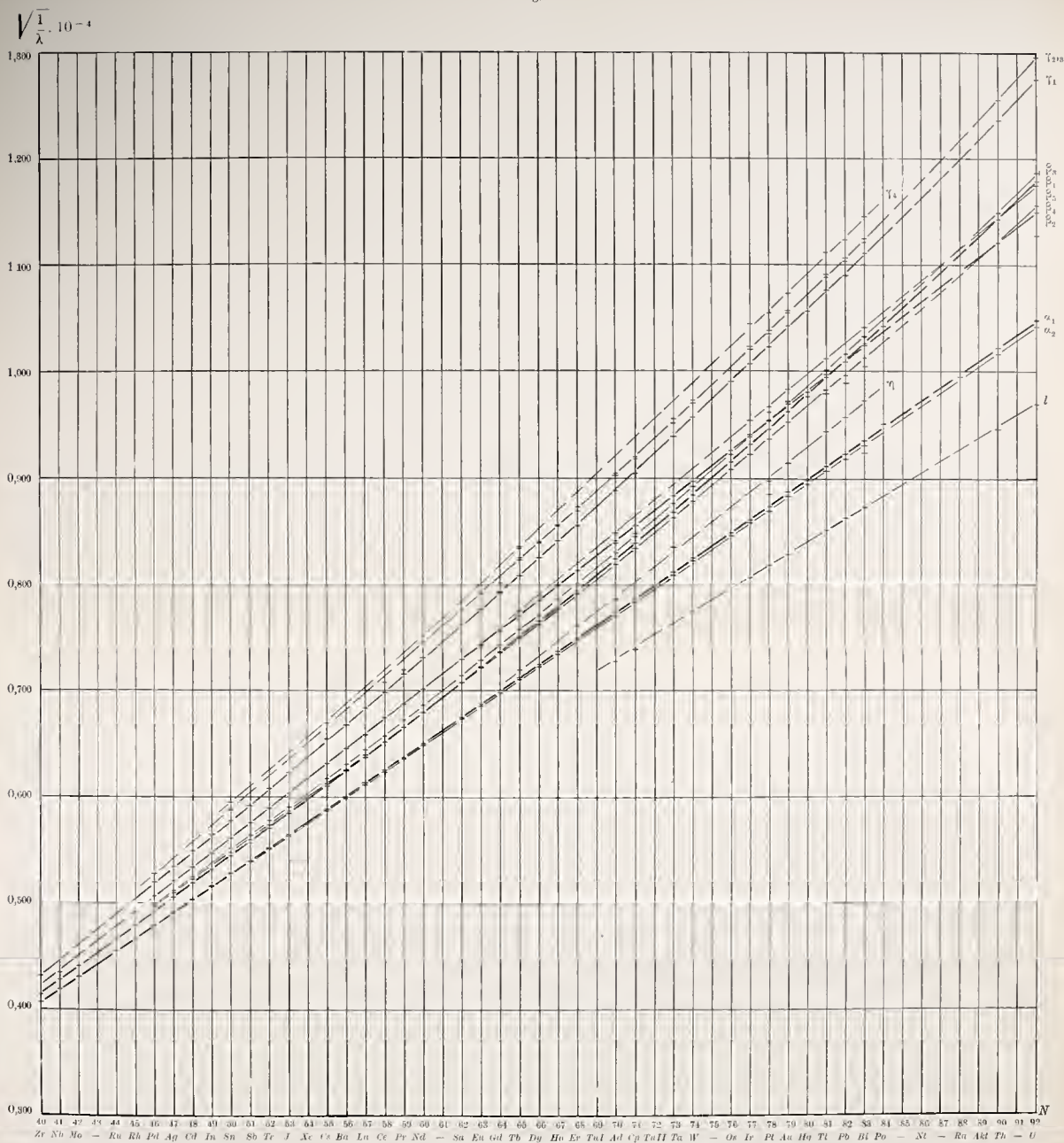
Fig. 8.

$$\sqrt{\frac{1}{\lambda} \cdot 10^{-4}}$$





Fig. 8.





TAB. 53.

## Zusammenstellung.

Elem.	$\lambda \cdot 10^8 \text{ cm.}$												
	$l$	$\alpha_2$	$\alpha_1$	$\eta$	$\beta_4$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_5$	$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\gamma_3$	$\gamma_4$
92 U	1,066	0,922	0,911	—	0,748	0,720	0,756	0,710	0,724	0,615	0,596	—	—
90 Th	1,117	0,969	0,957	—	0,797	0,766	0,797	0,758	0,766	0,654	0,635	—	—
88 Ra	—	—	1,010	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
84 Po	—	—	1,109	—	—	0,920	—	—	—	—	—	—	—
83 Bi	1,317	1,153	1,144	1,059	0,977	0,950	0,954	0,937	0,923	0,810	0,794	0,790	0,762
82 Pb	1,348	1,186	1,175	1,091	1,008	0,983	0,983	0,968	—	0,842	0,820	0,816	0,792
81 Tl	1,385	1,215	1,205	1,124	1,036	1,012	1,006	0,998	0,977	0,864	0,844	0,840	0,808
80 Hg	—	1,251	1,240	—	—	1,049	1,042	—	—	0,896	—	—	—
79 Au	1,457	1,283	1,271	1,197	1,102	1,080	1,065	1,059	1,035	0,922	0,898	0,894	0,869
78 Pt	1,499	1,323	1,313	1,242	1,142	1,120	1,101	1,098	1,072	0,958	0,933	0,929	0,900
77 Ir	1,840	1,360	1,350	—	1,176	1,154	1,133	1,138	1,101	0,989	0,962	0,956	0,917
76 Os	—	1,398	1,388	—	1,214	1,194	1,167	1,176	—	1,021	—	—	—
74 W	1,672	1,481	1,471	—	1,296	1,278	1,241	1,258	—	1,095	1,064	1,058	—
73 Ta	—	1,529	1,519	1,435	1,343	1,324	1,282	1,304	—	1,136	1,102	1,097	—
71 Cp	1,834	1,629	1,619	—	1,437	1,421	1,368	1,369	—	1,224	1,188	1,183	—
70 Ad	1,892	1,681	1,670	1,618	1,490	1,474	1,414	1,451	1,422	1,267	1,228	1,223	—
68 Er	—	1,794	1,783	1,725	1,599	1,586	1,514	1,560	—	1,367	1,323	1,316	—
67 Ho	—	1,854	1,843	—	1,657	1,616	1,568	1,620	—	1,415	1,369	1,365	—
66 Dy	—	1,916	1,907	—	1,721	1,709	1,622	1,683	—	1,470	1,422	1,418	—
65 Tb	—	1,983	1,973	1,935	1,784	1,775	1,682	1,745	1,659	1,581	1,477	1,470	1,437
64 Gd	—	2,054	2,043	—	1,851	1,844	1,744	1,811	—	1,597	(1,562)	(1,558)	—
63 Eu	—	2,131	2,121	—	1,923	1,918	1,810	1,888	—	1,662	1,599	1,590	—
62 Sa	—	2,210	2,200	—	—	2,000	1,884	1,965	—	1,725	1,659	—	—
60 Nd	—	2,379	2,369	—	2,167	2,167	2,036	2,128	—	1,875	1,803	1,775	—
59 Pr	—	2,472	2,462	—	—	2,259	2,120	2,217	—	1,958	1,937	1,933	—
58 Ce	—	2,573	2,563	—	2,357	2,359	2,212	2,315	—	2,052	(2,003)	—	—
57 La	—	2,674	2,665	—	2,453	2,461	2,307	2,414	—	2,146	—	—	—
56 Ba	—	2,786	2,776	—	2,558	2,569	2,407	2,520	—	2,215	—	—	—
55 Cs	—	2,899	2,891	—	2,668	2,684	2,514	2,629	—	2,360	2,234	—	—
53 J	—	3,155	3,146	—	2,911	2,934	2,750	2,873	—	2,583	—	—	—
52 Te	—	3,299	3,290	—	3,044	3,074	2,881	3,007	—	2,712	—	—	—
51 Sb	—	3,443	3,431	—	3,184	3,222	3,021	3,149	—	2,849	2,782	—	—
50 Sn	—	3,604	3,594	—	3,337	3,381	3,172	3,300	—	2,999	2,903	2,889	2,831
49 In	—	3,774	3,766	—	—	3,550	3,335	—	—	3,160	—	—	—
48 Cd	—	3,959	3,949	—	3,676	3,733	3,514	3,639	—	3,331	—	—	—
47 Ag	—	4,156	4,146	—	3,882	3,929	3,698	3,825	—	3,515	—	—	—
46 Pd	—	4,374	4,363	—	4,071	4,142	3,903	4,030	—	3,720	3,597	—	—
45 Rh	—	—	4,596	—	—	4,372	—	—	—	—	—	—	—
44 Ru	—	4,853	4,845	—	—	4,630	—	—	—	—	—	—	—
42 Mo	—	5,410	5,403	—	—	5,175	—	—	—	—	—	—	—
41 Nb	—	5,731	5,724	—	—	5,493	5,317	—	—	—	—	—	—
40 Zr	—	—	6,083	—	—	5,851	—	—	—	5,386	—	—	—
39 Y	—	—	6,464	—	—	6,227	—	—	—	—	—	—	—
38 Sr	—	—	6,879	—	—	6,639	—	—	—	—	—	—	—
37 Rb	—	—	7,335	—	—	7,091	—	—	—	—	—	—	—
35 Br	—	—	8,391	—	—	8,141	—	—	—	—	—	—	—
33 As	—	—	9,701	—	—	9,449	—	—	—	—	—	—	—
30 Zn	—	—	12,346	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



#### IV.

##### 1. Ergebnisse.

Von MOSELEY wurde zuerst gezeigt, dass eine Beziehung von der Form

$$\sqrt{\nu} = a(N - N_0)$$

für die  $L\alpha$ -Linien der Elemente Zirkon bis Gold gültig ist. Dass diese Relation auch für die Elemente Gold bis Uran besteht, ist von SIEGBAHN und mir<sup>1</sup> nachgewiesen worden. Durch die vorliegende Untersuchung ist ausserdem die untere Gültigkeitsgrenze der Formel bis Zink erstreckt worden.

In der graphischen Darstellung der Resultate (Uran bis Zirkon<sup>2</sup>) in Figur 9 sind die Wurzeln aus den Frequenzen gegen die Ordnungszahlen der Elemente aufgetragen. Wie hieraus hervorgeht, lassen sich die erhaltenen Werte (mit Einberechnung der SIEGBAHN'schen  $l$ -Serie) in 13 Linienserien einordnen, welche mit  $l$ ,  $\alpha_2$ ,  $\alpha_1$ ,  $\eta$ ,  $\beta_1$ — $\beta_5$  und  $\gamma_1$ — $\gamma_4$  bezeichnet sind<sup>3</sup>. Von diesen scheinen ausser den  $\alpha_2$ - und  $\alpha_1$ -Serien nur die  $\beta_2$ - und wahrscheinlich auch die  $l$ -,  $\eta$ - und  $\beta_5$ -Serien einer MOSELEY'schen Beziehung streng zu genügen. Sämtliche übrige Serien dagegen bilden nach oben schwach gekrümmte Kurven. Aus der Figur 9 ist weiter ersichtlich, dass die  $\beta$ -Kurven einander mehrmals schneiden und zwar  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  bei  $Pb$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_3$  und  $\beta_1$ ,  $\beta_5$  bei  $Th$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  bei  $Pt$ — $Ir$ , und schliesslich  $\beta_1$ ,  $\beta_4$  bei etwa  $Nd$ . Das Zusammenfallen der beiden stärksten  $\beta$ -Linien geht deutlich aus dem Bleispektrogramm der Figur 1 der Tafel hervor. Bei den Aufnahmen mit dem Gypskristall wurde im allgemeinen in der Nähe der  $\alpha_1$ -Linie eine mittelstarke Linie erhalten, die mit  $\alpha_3$  bezeichnet worden ist. Die grösste Wellenlänge, die ich gefunden habe, beträgt  $13,246 \cdot 10^{-8}$  cm ( $L\alpha_1$  des  $Zn$ ). Zum Vergleich sei angeführt, dass von MOSELEY eine maximale Wellenlänge von  $8,364 \cdot 10^{-8}$  cm ( $K\alpha$  des  $Al$ ) erreicht wurde.

<sup>1</sup> Phys. Zeitschr. **17**, 17, 1916.

Phil. Mag. **31**, 403, 1916.

<sup>2</sup> Die übrigen untersuchten Elemente ( $Y$ ,  $Rb$ ,  $Sr$ ,  $As$  und  $Zn$ ) wurden nicht mitgenommen, da bei denselben nur wenige Linien gefunden wurden. Die Resultate schliessen sich indessen den anderen sehr gut an.

<sup>3</sup> Ausser den 5  $\beta$ -Serien sind in dem Bereiche  $Tl$  bis  $Ur$  noch Andeutungen einer sechsten, die unterhalb der übrigen gelegen ist.

Die genaue Gültigkeit der MOSELEY'schen Beziehung für die  $\alpha$ -Linien lässt eine Entscheidung der Zahl der unbekannten Elemente bzw. der Reihenfolge der untersuchten Elemente zu. Die Resultate zeigen in Übereinstimmung mit den Systemen von RYDBERG<sup>1</sup> und FAJANS<sup>2</sup>, dass zwischen *U* und *Th* nur ein, zwischen *Th* und *Ra* ein und zwischen *Ra* und *Po* drei Plätze frei sind<sup>3</sup>. Die erwähnten Systeme unterscheiden sich bekanntlich hauptsächlich dadurch, dass bei RYDBERG zwei vor Wasserstoff liegende Elemente angenommen werden, wodurch die Ordnungszahlen zwei Einheiten grösser werden als bei FAJANS. Da es bei der Auftragung der Resultate nur auf die Reihenfolge ankommt, könnte man beide Systeme ebenso gut benutzen. Ich habe indessen das letztere gewählt, da es bei früheren Untersuchungen auf diesem Gebiete immer angewandt worden ist. Der von MOSELEY aus der *K*-Reihe gezogene Schluss, dass die Elemente mit den Ordnungszahlen 75, 61 und 43 noch unbekannt sind, wird hier bestätigt.

Für die seltenen Erden wurde durch die von SIEGBAHN und mir<sup>4</sup> ausgeführte vorläufige Untersuchung eine Reihenfolge gefunden, welche mit der gewöhnlich angenommenen übereinstimmt. MOSELEY, der einige der seltenen Erden untersucht hat, gibt unter anderem 66 *Ho* an, was den Werten der angeführten Wellenlängen zufolge 66 *Dy* sein muss. Während bei der Mehrzahl der Elemente die Atomgewichte den Ordnungszahlen parallel gehen, bilden *J* und *Te* (ebensowie *Ni* und *Co*) eine Ausnahme. Die Reihenfolge *Te*—*J* wurde zuerst bei der *K*-Reihe von SIEGBAHN<sup>5</sup> nachgewiesen. Diese Ordnung der beiden Elemente wird auch hier bei der *L*-Reihe gefunden.

TAB. 54.

## Röntgenspektrum des Platins.

Moseley und Darwin	Siegbahn und Friman
13° 31'	13° 29',3 ( $\alpha_1$ )
11° 28' }	11° 28',6 ( $\beta_1$ )
11° 17' }	11° 17',2 ( $\beta_2$ )
9° 47' }	9° 48',0 ( $\gamma_1$ )
9° 29' }	9° 30',0 ( $\gamma_3$ )

Von Interesse ist, die hier erhaltenen Ergebnisse mit früheren Untersuchungen zusammenzustellen. Zunächst seien die Platinwerte mit den von MOSELEY und DARWIN nach der elektrischen Methode gefundenen verglichen (Tab. 54). Wie aus der Tabelle hervorgeht ist die Übereinstimmung ganz befriedigend. Ein Vergleich mit den MOSELEY'schen Daten (S. 6) zeigt, dass die von ihm mit  $\beta$ ,  $\gamma$  und  $\gamma$  be-

<sup>1</sup> Lunds Univ. Årsskr. Afd. 2, Bd. 9, Nr. 18, 1913.<sup>2</sup> Zusammenfassender Bericht: Phys. Zeitschr. **16**, 456, 1915.<sup>3</sup> Diese sind nach FAJANS teilweise von radioaktiven Stoffen besetzt.<sup>4</sup> Phys. Zeitschr. 1916.<sup>5</sup> Verh. D. Phys. Ges. **18**, 39, 1916.

zeichneten Linien mit den hier als  $\beta_1$ ,  $\beta_3$  und  $\beta_2$  angegebenen identisch sind. Seine Werte sind indessen durchgehend etwas niedriger als die hier angeführten. Dies beruht wahrscheinlich auf einem Fehler bei der Bestimmung der Gitterkonstante des von ihm benutzten Kristalles aus Ferrocyankalium. Eine Stütze hierfür bietet die gute Übereinstimmung unsrer Wolframwerte mit den von DE BROGLIE und neuerlich von GORTON gefundenen. Diese sind in der Tabelle 55 zusammengestellt. Während die Differenzen dieser Werte innerhalb den Fehlergrenzen liegen, zeigt der MOSELEY'sche Wert für die Wellenlänge der von ihm aufgenommenen  $\alpha$ -Linie eine Abweichung von dem unsrigen um 1 %. Von DE BROGLIE sind auch die Spektren des Golds und des Platins untersucht worden. Die Winkelwerte der zwei

TAB. 55.

**Röntgenspektrum des Wolframs.**

Siegbahn u. Friman		De Broglie		Gorton	
Ref. winkel	Intens.	Ref. winkel	Intens.	Ref. winkel	Intens.
15° 15',4	3	—	—	15° 12',6	s
15° 9',3	10	15° 9'	st	15° 6',0	st
13° 19',1	3	—	—	13° 16',8	s
—	—	—	—	13° 10',2	ss
13° 7',3	8	13° 8'	st	13° 6',6	st
12° 55',3	3	12° 55'	s	12° 52',8	s
12° 44',3	6	12° 44'	st	12° 42',0	st
11° 13',3	3	11° 14'	st	11° 12',6	st
10° 53',6	1	—	—	—	—
10° 50',1	1	—	—	10° 49',8	m
—	—	—	—	10° 28',8	s

von ihm aufgenommenen Goldlinien stimmen mit den unsrigen sehr gut überein, dagegen scheinen seine Angaben für Platin weniger genau zu sein (Unterschied 2 %).

Von RUTHERFORD und ANDRADE<sup>1</sup> ist eine sehr interessante Aufnahme von dem  $\gamma$ -Strahlspektrum des Radium *B* mit Steinsalzkristall nach der photographischen Methode ausgeführt worden. Sie haben auch gezeigt, dass Blei, dessen charakteristische Strahlung von den  $\beta$ -Strahlen eines Emanationsröhrles erregt wurde, zwei messbare Linien gab, welche mit den zwei stärksten Linien des Radium *B* übereinstimmten. In dieser Weise wurde die Isotopi des Radium *B* und des Bleis bestätigt. Da das Spektrogramm des Radium *B* eine grosse Zahl von Linien enthält, ist ein Vergleich mit den hier gefundenen Bleilinen von Interesse. Ein solcher findet sich in der Tabelle 56.

<sup>1</sup> Phil. Mag. (6) 27, 854, 1914.

TAB. 56.

Radium B $\gamma$ -Strahlspektrum		Blei Röntgenspektrum	
Ref. winkel	Intens.	Ref. winkel	Intens.
8° 6'	m	8° 5',3	0
8° 16'	m	8° 20',3	1
—	—	8° 22',8	1
8° 34'	m	8° 36',3	3
8° 43'	m	—	—
9° 23'	s	—	—
9° 45'	m	9° 44',5	2
—	—	9° 54',1	2
10° 3'	st	10° 3',6	9
10° 18'	m	10° 19',1	2
10° 32'	m	10° 28',5	2
10° 48'	s	—	—
11° 0'	s	—	—
—	—	11° 10',5	0
11° 17'	s	—	—
11° 42'	m	—	—
12° 3'	st	12° 3',0	10
—	—	12° 9',8	3
12° 16'	m	—	—

## 2. Vergleich mit der Theorie.

Neulich ist von SOMMERFELD<sup>1</sup> eine interessante Theorie der Wasserstoff- und Wasserstoffähnlichen Linien aufgestellt worden, welche eine Modifikation der Bohrschen Theorie darstellt. Nach der Theorie von SOMMERFELD, die sich auch für die Hochfrequenzspektra anwendbar erwiesen hat, gilt angenähert für die Schwingungsdifferenz  $\Delta\nu$  einer Liniendublette:

$$\Delta\nu = (N - 1)^4 \Delta\nu_H,$$

wo  $N$  die Ordnungszahl des Elementes ist und  $\Delta\nu_H$  die konstante Schwingungsdifferenz der Wasserstoffdublette bedeutet, welche dem Term  $\frac{1}{2^2}$  der Balmerschen Serie entspricht. Durch Zusammenstellung dieser Formel mit der Moseleyschen ergibt sich nun leicht, dass für reale Dubletten die Wellenlängendifferenz  $\Delta\lambda$  appr. konstant sein muss. Dieser Schluss hat SOMMERFELD<sup>2</sup> auch bei unsren Werten für Uran bis Tantal bestätigt. Es hat sich hierbei herausgestellt, dass folgende Linien zusammengehören:  $l - \gamma_1$ ,  $\alpha_2 - \beta_1$ ,  $\beta_2 - \gamma_1$ ,  $\beta_4 - \beta_3$  und  $\beta_5 - \gamma_2$ .

Die Resultate einer Prüfung der Sommerfeldschen Beziehung für sämtliche untersuchte Elemente sind in der Tabelle 57 angegeben. Wie hieraus hervorgeht, ist die Wellenlängendifferenz nur im Falle  $\beta_4 - \beta_3$  im ganzen Bereich angenähert

<sup>1</sup> Sitzber. Bayer. Akad., math.-phys. Kl. 425 u. 459, 1915.

<sup>2</sup> Ann. d. Phys. 1916.



konstant, während  $\Delta\lambda$  bei den übrigen Dubletten einen deutlichen Gang zeigt. Dieser Gang lässt sich wahrscheinlich dadurch erklären, dass die Sommerfeldsche Formel nur in erster Annäherung richtig ist, da bei der Herleitung derselben ein Korrektionsglied zweiter Ordnung vernachlässigt worden ist. Ferner hat ja auch die Moseleysche Formel keine allgemeine Gültigkeit.

Ein Zusammenhang zwischen der  $L$ - und der  $K$ -Reihe ist zuerst von KOSSEL<sup>1</sup> aus der Bohrschen Theorie hergeleitet worden. Diese Beziehung, welche die Form

$$\nu_{K\beta} = \nu_{K\alpha} + \nu_{L\alpha}$$

TAB. 57.

## Wellenlängendifferenzen der Dubletten.

Element	$l-\gamma_1$	$\alpha_2-\beta_1$	$\beta_2-\gamma_1$	$\beta_4-\beta_3$	$\beta_5-\gamma_2$
92 U	—	0,202	0,141	0,088	0,128
90 Th	—	0,203	0,143	0,089	0,131
83 Bi	0,258	0,203	0,144	0,040	0,129
82 Pb	0,257	0,203	0,141	0,040	—
81 Tl	0,261	0,203	0,142	0,038	0,133
80 Hg	—	0,202	0,146	—	—
79 Au	0,260	0,203	0,143	0,043	0,137
78 Pt	0,257	0,203	0,143	0,044	0,139
77 Ir	—	0,206	0,144	0,038	0,139
76 Os	—	0,204	0,146	0,033	—
74 W	—	0,203	0,146	0,038	—
73 Ta	—	0,205	0,146	0,039	—
71 Cp	—	0,208	0,144	0,038	—
70 Ad	0,274	0,207	0,147	0,039	0,194
68 Er	—	0,208	0,147	0,039	—
67 Ho	—	0,208	0,153	0,037	—
66 Dy	—	0,207	0,152	0,038	—
65 Tb	—	0,208	0,151	0,039	0,182
64 Gd	—	0,210	0,147	0,040	—
63 Eu	—	0,213	0,148	0,035	—
62 Sa	—	0,210	0,159	—	—
60 Nd	—	0,212	0,161	0,039	—
59 Pr	—	0,213	0,162	—	—
58 Ce	—	0,214	0,160	0,042	—
57 La	—	0,213	0,161	0,039	—
56 Ba	—	0,217	0,162	0,038	—
55 Cs	—	0,215	0,164	0,039	—
53 J	—	0,221	0,167	0,038	—
52 Te	—	0,225	0,169	0,037	—
51 Sb	—	0,221	0,172	0,035	—
50 Sn	—	0,223	0,173	0,037	—
49 In	—	0,224	0,175	—	—
48 Cd	—	0,226	0,183	0,037	—
47 Ag	—	0,227	0,183	0,037	—
46 Pd	—	0,232	0,183	0,041	—
45 Rh	—	—	—	—	—
44 Ru	—	0,223	—	—	—
42 Mo	—	0,235	—	—	—
41 Nb	—	0,238	—	—	—

<sup>1</sup> Verh. D. Phys. Ges. 16, 898 u. 953, 1914.

hat, ist von MALMER<sup>1</sup> geprüft worden. Dieser fand, dass die Frequenzen der  $\beta_1$ ,  $\alpha_2$ - und der Moseleyschen *L* $\alpha$ -Linien der Formel recht gut genügen. Neulich hat SIEGBAHN<sup>2</sup> die Vermutung ausgesprochen, dass folgende Beziehungen zwischen den Frequenzen der *K*- und *L*-Reihen gelten:

$$\nu_{K\beta_1} = \nu_{K\alpha_2} + \nu_{L\alpha_1} = \nu_{K\alpha_1} + \nu_{L\alpha_2};$$

$$\nu_{K\beta_2} = \nu_{K\alpha_2} + \nu_{L\beta_3} = \nu_{K\alpha_1} + \nu_{L\beta_1}.$$

Eine Prüfung dieser Beziehungen auf die drei Elemente (*Ag*, *In*, *Sb*), bei denen sämtliche vier Linien jeder Reihe gegeben sind, ist in der Tabelle 58 dargestellt. Wie hieraus hervorgeht, ist die Übereinstimmung mit Ausnahme für  $K\alpha_1 + L\alpha_2$  verhältnismässig gut.

TAB. 58.

Element	$\nu_{K\beta_1}$	$\nu_{K\alpha_2} + \nu_{L\alpha_1}$	$\nu_{K\alpha_1} + \nu_{L\alpha_2}$	$\nu_{K\beta_2}$	$\nu_{K\alpha_2} + \nu_{L\beta_2}$	$\nu_{K\alpha_1} + \nu_{L\beta_1}$
Silber	1,996	2,003	2,019	2,038	2,032	2,033
Indium	2,208	2,208	2,226	2,273	2,242	2,243
Antimon	2,404	2,410	2,427	2,451	2,450	2,447

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. J. R. RYDBERG, der mich in das wissenschaftliche Studium der Physik eingeführt hat und meinen weiteren Studien mit lebhafter Anteilnahme gefolgt ist, danke ich herzlich für die Freundlichkeit und das Entgegenkommen, dass er mir immer gezeigt hat.

Ebenso danke ich verbindlichst Herrn Geheimrat P. LENARD für die lehrreiche Zeit, wo ich in dem von ihm geleiteten Radiologischen Institut zu Heidelberg arbeiten durfte.

Mit Herrn Privatdozent Dr. M. SIEGBAHN, zugleich meinem Lehrer und Freund, habe ich das Vergnügen gehabt eine Zeitlang zusammenzuarbeiten. Für seine freundliche Ratschläge, ebenso für das grosse Interesse, dass er meinen späteren, von ihm angeregten Untersuchungen entgegengebracht hat, möchte ich ihm meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Bei den Rechnungen und bei dem Korrekturlesen hat mir Herr Stud. rer. nat. J. TANDBERG freundlichst Hilfe geleistet.

<sup>1</sup> J. MALMER, l. c.

<sup>2</sup> Nature, Febr. 17, 1916.

## V.

### Zusammenfassung.

1. Die Arbeit enthält eine möglichst vollständige Untersuchung der Hochfrequenzspektra (*L*-Reihe) der Elemente Uran bis Zink (48 Stoffe).

2. Die Versuche sind nach der photographischen Methode teils mit einem Röntgenspektrometer teils mit einem Vakuumspektrographen ausgeführt worden. Die Konstruktion dieser Apparate, welche nach dem Prinzip der Fokussierung und mit beweglichem Kristall eingerichtet sind, wird näher beschrieben.

3. Das Röntgenrohr war mit einer ausnehmbaren Antikathode versehen, auf welcher die Stoffe nach einer einfachen Methode angebracht wurden.

4. Es ist mit den beschriebenen Versuchsanordnungen, wobei teils Steinsalz teils Gips als Reflektor benutzt wurden, gelungen sehr scharfe Spektrogramme aufzunehmen.

5. Die Messungsergebnisse haben im allgemeinen eine Genauigkeit von etwa 0,3 %.

6. Die graphische Darstellung der Werte nach MOSELEY (Wurzel aus Frequenz gegen Ordnungszahl) hat ergeben, dass mit Einberechnung der Siegbahnschen *l*-Linie wenigstens 13 Linienserien vorhanden sind. Von diesen genügen höchstens 6 streng der Moseleyschen Beziehung.

7. Die Messungsergebnisse sind mit früheren Daten verglichen worden.

8. Ein Vergleich der hier gefundenen Resultate mit einer von SOMMERFELD entwickelten Theorie hat seine Behauptung bestätigt, dass in der *L*-Reihe mehrere Dubletten (wenigstens 5) vorkommen.

9. Es wurde eine Prüfung einiger von SIEGBAHN aufgestellten Beziehungen zwischen den *K*- und *L*-Reihen ausgeführt.



## Inhaltsverzeichnis.

I.	Geschichtliches.....	3
II.	1. Prinzip der Methode .....	8
	2. Beschreibung der Apparatur .....	9
	a. Röntgenspektrometer.....	9
	b. Vakuumspektrograph .....	11
	c. Röntgenrohr und übrige Apparate .....	14
	3. Untersuchte Substanzen und deren Anbringung an der Antikathode .....	17
	4. Ausführung der Versuche.....	18
III.	Messungsergebnisse .....	22
IV.	1. Ergebnisse .....	42
	2. Vergleich mit der Theorie .....	45
V.	Zusammenfassung .....	48

---





# TAFEL.



Uran.

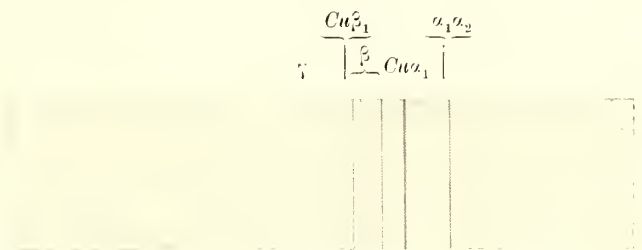


Blei.

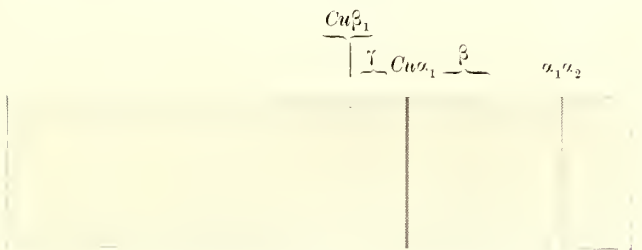


Wolfram.

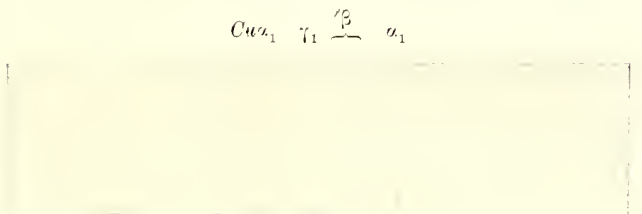
Fig. 1.



Aldebaranium.



Terbium.



Silber II.

Fig. 2.



# BIOLOGISCH-FAUNISTISCHE UNTERSUCHUNGEN AUS DEM ÖRESUND

## III.

ZWEI FÜR UNSERE FAUNA NEUE POLYCHÆTEN, SPHÆRODORUM  
PHILIPPI FAUVEL UND APISTOBANCHUS TULLBERGI THÉEL

VON

AND. ELIASON

---

(Arbeit aus dem Zoologischen Institut zu Lund.)

MIT EINER TAFEL UND ZWEI TEXTFIGUREN

---

LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ



Der K. Physiographischen Gesellschaft am 12. April 1916 vorgelegt.

LUND 1916  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

Bei meiner Bearbeitung des Polychaetenmaterials, das während der von Professor H. WALLENGREN geleiteten, hydrobiologischen Untersuchungen in den Jahren 1909—1915 im Öresund gesammelt worden ist, habe ich einige für dies Gebiet bisher unbekannte Polychaeten gefunden. Unter diesen sind auch *Sphaerodorum Philippi* FAUVEL und *Apistobanchus Tullbergi* (LEVINSEN) THÉEL. Da diesen beiden Polychaeten nicht nur für die skandinavische Fauna neu, sondern überhaupt sehr wenig und nur als arktisch bekannt sind, scheint es mir angemessen, bevor ich die umfassendere Untersuchung über die gesamten Polychaeten dieses Gebietes veröffentliche, einige Beobachtungen über die genannten Arten vorläufig mitzuteilen.

Betreffs der im folgenden erwähnten Untersuchungsstationen erlaube ich mir auf das von W. BJÖRCK in seiner Arbeit<sup>1</sup> über die Krebstiere des Öresunds mitgeteilte Verzeichnis hinzuweisen. Die Stationen 28 A, 30 B, 54 A und St. A sind jedoch erst im Jahre 1915 untersucht worden und nicht in Björcks Verzeichnis aufgenommen. Es dürfte deshalb nötig sein, ihre Lage mit einigen Worten zu erwähnen:

St. 28 A. Der Abfall der Staffansbank. 18—25 m. Schlamm mit Schalen und Steinchen. <sup>22</sup>/<sub>7</sub> 1915.

30 B. Südwestlich von der Insel Hven. 5 m. Zostera mit Algen. <sup>5</sup>/<sub>9</sub> 1915.

54 A. Südlich vom Kullaberg. 29 m. Schlamm. <sup>17</sup>/<sub>8</sub> 1915.

A. Zwischen Väderön und Torekow. 18—20 m. Feiner Sand mit Algen. <sup>14</sup>/<sub>8</sub> 1915.

### **Sphaerodorum Philippi FAUVEL<sup>2</sup>.**

St. 2 3 Indiv., St. 17 2 Indiv., St. 20 5 Indiv., St. 25 1 Indiv., St. 28 A 1 Indiv., St. 30 2 Indiv., St. 34 2 Indiv., St. 37 2 Indiv., St. 51 1 Indiv., St. 52 2 Indiv., St. 54 A 1 Indiv.

Von dieser Art ist bisher nur ein einziges kleines Individuum beschrieben (FAUVEL 1911). Es wurde im Jahre 1907 östlich von Nowaja Zembla gefunden.

Aus dem Öresund mit angrenzenden Gebieten des Kattegats habe ich jetzt 22 Individuen. Ausserdem befand sich in dem Sphaerodoridenmaterial, das mir

<sup>1</sup> Biol.-faun. undersökn. av Öresund II: Crustacea Malacostraca och Pantopoda, p. 8. (Lunds Univ. Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd. 11. Nr 7. oder K. Fysiogr. Sällsk. Handl. N. F. Bd 26. Nr 7).

<sup>2</sup> Annélides polychètes. Duc d'Orléans. Campagne arctique de 1907. Brüssel 1911.

von dem Zoologischen Museum zu Upsala gütigst zur Verfügung gestellt wurde, drei mittelgrosse Exemplare aus dem Skelderviken, 25 m, Schlamm. Sie wurden im Jahre 1897 von J. G. ANDERSSON gefunden und als *Spharodorum* sp. bestimmt.

Von den 22 untersuchten Individuen ist das grösste 15 mm lang und 1,8 mm breit, die Parapodien nicht mitgerechnet, und zählt 28 borstentragende Segmente. Das kleinste Exemplar, 1,8 mm lang und 0,5 mm breit, hat nur 11 Borstensegmente.

Die Farbe des in Alkohol konservierten Materials ist weisslich bis graugelb, in einigen Fällen mit braun gefärbten Rückenpapillen.

Der Körper hat eine breite, kurzgedrungene Form, nach vorn und hinten etwas schmaler. Die Dorsalseite ist gewölbt, die Ventralseite dagegen flach. Die Haut ist mit kleinen kugel- bis kegelförmigen Papillen besetzt, welche am Kopflappen und an den Parapodien besonders dicht sitzen.

Der Kopflappen, der ohne Grenze in das Mundsegment übergeht, ist nach vorn etwas schmaler aber stumpf abgeschnitten. Ein wenig hinter den von FAUVEL beschriebenen 4 Antennen befindet sich ausser zahlreichen kleinen Hautpapillen eine grössere Papille (Taf. Fig. 2). Vielleicht ist diese eine unpaare Tentakel. Sie weicht von den 4 vorderen Antennen durch ihre kürzere kugelförmige Gestalt ab und von den zerstreuten Hautpapillen durch ihre Grösse und ihre konstante Lage. Augen scheinen zu fehlen. Nicht einmal Spuren von Pigmentflecken habe ich beobachten können.

Etwas mehr nach hinten sitzen zwei laterale Papillen. FAUVEL vermutet, dass sie Tentakelzirren sind. Ihre mit den Antennen übereinstimmende Gestalt und ihre Lage (wahrscheinlich an einem borstenlosen Segment) scheinen diese Vermutung zu stützen.

Die Segmentierung ist nicht durch Querfurchen angedeutet; auch an mikrotomiertem Material habe ich Dissepimente nicht gefunden. Jedoch möchte ich bemerken, dass das Material ziemlich schlecht fixiert war. Daher ist mir bisjetzt keine Untersuchung über den feineren Bau möglich gewesen.

Die Form der Parapodien weicht in einigen Beziehungen von den von FAUVEL gegebenen Abbildungen ab. Die Parapodien der von mir untersuchten Individuen sind kürzer und stärker (Taf. Fig. 4). Von der Ventralseite des Parapodiums geht ein ziemlich langer Anhang aus, von FAUVEL »un cirre» genannt. Das Parapodium ist distal quer abgeschnitten und trägt an seiner dorsalen Spitze einen kegelförmigen Anhang, FAUVELS »lobe terminal». Dieser ist an meinen Exemplaren deutlicher abgesetzt als aus der Fauvelschen Zeichnung hervorgeht. Die vorderen und hinteren Parapodien aber sind von einem Aussehen, das an die von FAUVEL abgebildeten erinnert. FAUVEL sagt, der ventrale »cirre conique» sei »bien développé mais cependant toujours moins gros que le lobe terminal du pied». An den Individuen aus dem Öresund sind indessen die ventralen Zirren ebenso gross wie die dorsalen »Loben», obgleich sie, wenn die Parapodien von oben betrachtet werden, nicht so gut entwickelt wie diese zu sein scheinen. Nach FAUVELS Abbildung eines Para-

podiums von *Sphaerodorum (Ephesia) peripatus* CLAPARÈDE endet dieses mit zwei gleichförmigen Loben. Ungefähr so verhält es sich auch mit den hier untersuchten Parapodien; der ventrale Zirrus ist aber nicht so ganz terminal befestigt.

Das Parapodium ist von einem starken, an der Spitze schwach gekrümmten Azikel durchzogen.

Borsten kommen bei einem kleinen Exemplar mit 11 Parapodiensegmenten in einer Anzahl von 3—4 in den vorderen und hinteren und 7 in den mittleren Parapodien vor, während bei Individuen von 25—28 Segmenten bis an 40 Borsten in den mittleren Segmenten vorhanden sind. Die Borsten sind in einer Reihe fächerförmig geordnet, die einen Bogen von oben schräg nach vorn beschreibt. Die in dem dorsalen Teil des Parapodiums sitzenden Borsten sind mit einem langen, schmalen Endteil versehen (Taf. Fig. 5), während die ventralen Borsten einen kurzen und breiten Endteil haben (Taf. Fig. 6). Beide Borstenformen besitzen einen stark ausgezogenen Verschluss teil und gehen allmählich ineinander über. Die Spitze beider ist hakenförmig gekrümmt. Fig. 16 FAUVELS stellt eine Borste des dorsalen Typus schräg von oben gesehen dar.

Auf der Rückenseite jedes Borstensegments mit Ausnahme des ersten sitzen vier fast sphärische bis birnförmige Papillen, die den Rücken entlang vier Reihen bilden (Taf. Fig. 1). Die äusseren dieser Papillen sitzen unmittelbar oberhalb der Basis des Parapodiums. Das erste Borstensegment ist beiderseits mit nur einer derartigen Papille versehen, die den äusseren der übrigen Segmente zu entsprechen scheint.

FAUVEL erwähnt, dass das hinterste Segment dorsal eine Gruppe aus drei solchen Papillen beiderseits trägt. Er nimmt aber an, dass die dritte von diesen zum Pygidium gehört. Durch das Material aus dem Öresund habe ich feststellen können, dass diese seine Vermutung ganz richtig ist. Hinsichtlich des Platzes dieser Papille hat er sich aber geirrt, und seine Zeichnung ist daher auch nicht richtig. Beiderseits am hinteren Borstensegment sitzen nämlich wie an den mittleren Segmenten zwei kleine Papillen und beiderseits auf dem Hinterrand des Pygidiums eine grosse, langgestreckte Papille. (Taf. Fig. 3.) Besonders bei dem kleinsten von den von mir untersuchten Individuen ist diese Pygidiumpapille auffallend gross, viel grösser als die Papillen der hinteren Borstensegmente.

Eine ausgestülpte Proboscis habe ich niemals gesehen.

In der Leibeshöhle einiger im Juli gefangenen Individuen habe ich zahlreiche durchsichtige, aber mit einem undurchsichtigen, körnigen, zentralen Kerne versehene Eier von 0,08—0,15 mm Durchmesser gefunden.



**Apistobranchnus Tullbergi THÉEL.**

Aricia Tullbergi THÉEL 1879.

Apistobranchnus Tullbergi Levinsen 1884.

St. 2 1 Indiv., St. 30 20 Indiv., St. 30 B 3 Indiv., St. 37 76 Indiv., St. A 12 Indiv.

Im Jahre 1879 beschrieb HJ. THÉEL<sup>1</sup> eine neue Polychætenart, der er den Namen *Aricia Tullbergi* gab. Für diese hat LEVINSEN<sup>2</sup> eine neue Gattung, *Apistobranchnus*, aufgestellt, welchen Namen ich hier aus Gründen, die später angegeben werden, aufgenommen habe.

Aus dem Öresund mit angrenzenden Gebieten des Kattegats liegen jetzt Bruchstücke von wenigstens 112 Exemplaren dieser Art vor. Fast alle sind aus den nach Schlämmen in den feinsten Sieben zurückgebliebenen Resten, die in schwacher Formalinlösung konserviert wurden, mehrere Monate nach der Konservierung herausgenommen. Da die Konservierungsflüssigkeit nicht immer rasch genug in die in den Schlammresten liegenden Tiere hat eindringen können, so sind leider die kleinen empfindlichen Tiere zum grössten Teil schlecht konserviert worden. Das mir zu Gebote stehende Material ist daher nicht nur für eine innere anatomische, sondern auch für eine sorgfältigere äussere, morphologische Untersuchung nicht ganz ausreichend.

Trotz der sehr grossen Individuenanzahl, die aus dem Öresund vorliegt, habe ich nur zwei Exemplare gefunden, die verhältnismässig unbeschädigt sind und alle Segmente noch besitzen. Auch diese sind aber nicht ganz tadellos erhalten. Wahrscheinlich werden auch die kleinen Tiere bei der Siebung zerbrochen, oder sie zerfallen in Bruchstücke, wenn sie in die Konservierungsflüssigkeit übergeführt werden.

Die vorderen 8—9 Segmente sind ein wenig breiter und abgeplatteter als die übrigen.

Der Kopflappen ist nach hinten abgerundet, nach vorn etwas ausgezogen. Es fehlen ihm sowohl Palpen und Antennen wie auch Augen. Hinter dem Kopflappen sind am Mundsegment zwei kleine Hautfalten bemerkbar, die rückwärts konvergieren. Von dem inneren Rand derselben gehen ein Paar Tentakelzirren aus. Vollständig und in ihrer ganzen Länge ausgedehnt sind diese nur bei einem kleinen, 2,7 mm langen vollständigen Exemplar mit 35 Borstensegmenten. Die Tentakelzirren haben hier eine Länge von 5 mm, also beinahe die doppelte Körperlänge. Gewöhnlich sind sie jedoch mehr oder weniger kontrahiert. (Taf. Fig. 7.)

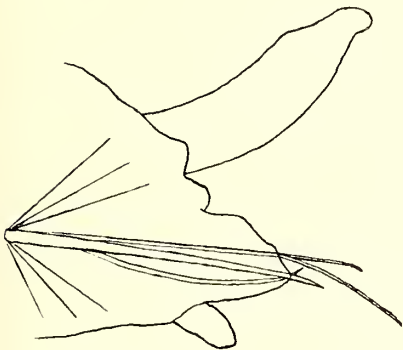
Die Borstensegmente stimmen in fast allen Beziehungen mit der Beschreibung THÉELS überein.

<sup>1</sup> Les Annélides polychètes des mers de la Nouvelle-Zemble. K. Svenska Vet.-Akad. Handl. Bd 16, No 3, p. 45. Stockholm 1879.

<sup>2</sup> Systematisk-geografisk Oversigt over de Nord. Annulata, Gephyrea, Chætognathi og Balanoglossi II. Vidensk. Meddelelser fra den naturhist. Forening i Kjøbenhavn for Aaret 1883. p. 114. Kopenhagen 1884.

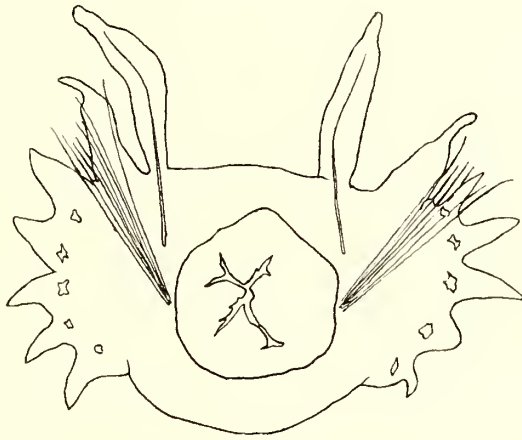
Auf sämtlichen Segmenten, das erste und eine kleine Anzahl der hinteren (die 6 hinteren meiner vollständigen Exemplare) ausgenommen, sitzen dorsal zwei kiemenähnliche Anhänge mit einer deutlich markierten oberen Spitze, von THÉEL »les appendices branchies» genannt. Da diese von einer Stützenborste durchzogen sind, liegt es nahe an der Hand, anzunehmen, dass wir hier einen umgewandelten dorsalen Parapodienast haben, dessen Borstenbündel reduziert worden ist.

Das ventrale Parapodium bildet an den 7 vorderen Segmenten keine merkbare Erhöhung. Erst am 8. Segment tritt eine Andeutung eines wirklichen Parapodienastes hervor. Dieser nimmt rückwärts an Grösse zu, um an dem hinteren Körperteil zu einem völlig entwickelten, konischen, von den Seiten her etwas zusammengedrückten Parapodium zu werden. (Textfig. 1). Von dessen Unterseite geht wenigstens am hinteren Drittel des Körpers ein kurzer Ventralzirkus aus.



Figur 1.

Parapodium des Hinterkörpers von  
*Apistobranthus Tullbergi*.



Figur 2.

7. Borstensegment von *Apistobranthus Tullbergi*.

Hinsichtlich der 6 vordersten Segmente habe ich der guten Beschreibung THÉELS nichts hinzuzufügen. Aber die an den vorderen bis mittleren Segmenten von THÉEL ausführlich beschriebene, hinter den Borsten befindliche Hautfalte oder Lamelle ist an dem 7. Segment der Typenexemplare THÉELS in 10 stumpfe Lappen oder Loben geteilt. Die Exemplare aus dem Öresund aber haben diese Lamelle gewöhnlich in nur 5 grosse, spitze Lappen geteilt. (Textfig. 2). Nur einmal habe ich 7 derartige Lappen gesehen. An der Basis der Lappen befindet sich eine oft sternförmig verzweigte Vakuole.

Vom 8. Segment an nimmt diese Lamelle an Grösse ab. Leider hat kein Individuum den Mittelkörper gut genug erhalten, um eine Entscheidung zu erlauben, ob der Ventralzirkus der hinteren Parapodien ein Rest der genannten Lamelle ist oder nicht. Doch scheint mir dies denkbar zu sein.

Vom Hinterende bis zum 8. Segment kann man ein bis zwei dicke, kurze und dunkelgelb gefärbte Borsten unter den übrigen beobachten. In den vorderen

7 Segmenten aber habe ich solche Borsten nicht wiederfinden können. Da diese dicken, an der Spitze schwach gekrümmten Borsten nur in einer gewissen Anzahl hinteren Parapodien vorkommen und nicht tiefer in den Körper als die übrigen Borsten eindringen, scheint es mir, als ob sie mit den Hakenborsten von *Aonides gracilis* TAUBER oder im allgemeinen mit denjenigen der Spioniden vergleichbar sind.

Das Pygidium ist mit zwei dorsalen zylinderförmigen Analzirren und einem ventralen fadenähnlichen Analzirkus versehen. Der hintere Körperteil erinnert in allem sehr an den von *Scoloplos armiger* MÜLLER.

Dass die im Öresund gefundenen Apistobranchus-Individuen mit *Aricia Tullbergi* THÉEL identisch sind, halte ich jetzt für zweifellos. Sie weichen von den Typenexemplaren THÉELS durch die Anwesenheit von Tentakelzirren, ihre geringere Grösse und die Lappenanzahl des 7. Segmentes ab. Was die erste Verschiedenheit betrifft, so sind die drei Typenexemplare ganz gewiss mit Tentakelzirren versehen gewesen, obgleich diese abgefallen sind. Unter den im Öresund gefundenen Individuen kommen auch sehr häufig solche vor, die ihre Tentakelzirren verloren haben. Ausserdem war ein von Fil. Mag. A. SÖDERSTRÖM<sup>1</sup>, Upsala, im Sommer 1913 gefundenes, gut konserviertes Exemplar aus dem Gullmarfjord, Bohuslän, das mit den Typenexemplaren THÉELS in allem übereinstimmte, noch im Besitze eines Tentakelzirkus.

Der Umstand, dass zweitens die Individuen aus dem Öresund bedeutend kleiner als die arktischen sind und ihre Form im ganzen etwas schlanker erscheint, mag vielleicht dadurch erklärt werden, dass nur junge Individuen vorliegen, die ihre volle Entwicklung noch nicht erreicht haben.

Was drittens die Lappenanzahl des 7. Segmentes betrifft, scheint es mir nicht ausgeschlossen, dass eine Variation vorliegen kann, in dem Sinne, dass die Zahl der Lappen mit dem Alter zunimmt. Vielleicht wird es sich bei Untersuchung eines hinreichenden Materials herausstellen, dass wir alle Übergänge finden werden von nur 5, wie bei den Individuen aus dem Öresund gewöhnlich ist, bis zu 10 wie bei den Typenexemplaren THÉELS und beim erwähnten Individuum aus dem Gullmarfjord. Von den 40 Individuen aus dem Öresund, die ich hinsichtlich dieses Verhältnisses näher untersucht habe, konnte ich nur bei einem einzigen Exemplar 7 Lappen beobachten. Alle übrigen waren mit nur 5 Lappen versehen.

Indessen kann ich nicht umhin die Bemerkung zu machen, dass es eigentümlich wäre, wenn die 112 Individuen, die aus dem Öresund gesammelt sind, alle jung sein sollten und wenn unter ihnen kein einziges voll entwickeltes Exemplar vorhanden wäre. Dieser Umstand würde darauf deuten, dass die aus dem Öresund stammenden Exemplare eine verkümmerte Form repräsentierten. Es scheint mir aber noch nicht richtig, auf Grundlage des bisher untersuchten Materials zwischen

<sup>1</sup> Durch das freundliche Entgegenkommen des Herrn Mag. Söderström bekam ich Gelegenheit, gleichzeitig die Typenexemplare THÉELS und das Exemplar aus Bohuslän zu untersuchen.



einer arktisch-borealen Hauptart und einer südlicheren im Öresund vorkommenden Form zu unterscheiden.

THÉEL rechnete die von ihm beschriebene Art zur Gattung *Aricia*. LEVINSSEN dagegen hielt es hauptsächlich aus drei Gründen für richtiger, für dieselbe eine neue Gattung aufzustellen; erstens infolge des Umstandes, dass den dorsalen Parapodien dieser Art Borsten fehlen. Die Borsten sind ausserdem glatt und nicht wie bei den vorher bekannten *Aricia*-arten mit Querfurchen versehen. Drittens weist er auf den Umstand hin, dass Bildungen dieser Art fehlen, die den Kiemen der *Aricia*-arten analog sind.

Ich habe den Namen LEVINSSENS beibehalten, aber nicht nur aus denselben Gründen wie LEVINSSEN, sondern auch infolge eines, wie ich glaube, noch wichtigeren Umstandes, nämlich des Vorhandenseins eines Paares Tentakelzirren. Die Anwesenheit von Tentakelzirren muss als genügender Grund angesehen werden, um die von THÉEL zuerst beschriebene Art von der Gattung *Aricia* zu unterscheiden.

Als LEVINSSEN im Jahre 1883 dies tat, war die Anwesenheit von Tentakelzirren ihm ganz unbekannt, weshalb er die neue Gattung in die Familie *Ariciidae* MALMGREN (*Ariciæ* veræ Örsted) einordnete. Soll man MALMGRENS Definition der Familie *Ariciidae* (oder dieselbe Örsted's der Familie *Ariciæ* veræ) aufrecht halten, so muss man die Gattung *Apistobanchus* aus der Familie abtrennen. Zunächst liegt es da, *Apistobanchus* als Gattung in die Familie *Spionidae* Sars (1861) (*Ariciæ* naidinæ Örsted) einzuordnen. Doch scheint es mir, als ob diese Gattung im übrigen mehr mit der Familie *Ariciidae* verwandt sei. Vielleicht kann eine künftige anatomische Untersuchung an besser konserviertem Material die Verwandtschaft dieser Gattung mit den genannten Familien klar legen. Bis auf weiteres halte ich es für das Richtige, die Gattung *Apistobanchus* als ein Verbindungsglied zwischen den Familien *Ariciidae* und *Spionidae* zu bezeichnen.

---

Die beiden obenerwähnten Polychæten sind offenbar im Öresund verhältnismässig allgemein. Wahrscheinlich kommen sie auch in den angrenzenden Meeresgebieten, wenigstens im südlichen Kattegat vor (vgl. die Fundnotizen!). Eigentümlich ist, dass *Sphærodorum Philippi* nur einmal und *Apistobanchus Tullbergi* niemals in diesen Fahrwassern angetroffen worden sind, obgleich die Bodenfauna des Öresunds und des Kattegats bei mehreren Gelegenheiten untersucht worden ist (ÖRSTED, LÖNNBERG, LEVINSSEN, PETERSEN). Weil das ganze jetzt vorliegende Material dieser Arten zunächst aus Schlammproben her stammt, bin ich geneigt anzunehmen, dass die Siebe, die bei diesen Untersuchungen benutzt worden sind, zu grosse Maschen gehabt haben. Sehr leicht zu übersehen sind auch die kleinen Individuen von *Sphærodorum* aber vor allem die *Apistobanchus*-Bruchstücke, insbesondere, wenn sie, wie sehr oft vorkommt, mit Schlamm überzogen sind. (Röhren habe ich nie gesehen.)

Denkbar ist aber auch, dass die genannten Polychæten im Öresund periodisch auftreten. Ein derartiges periodisches Auftreten habe ich nämlich für andere Poly-



chæten konstatieren können, ein Umstand, den ich ausführlicher behandeln werde, wenn das ganze jetzt vorliegende Polychætenmaterial bearbeitet worden ist.

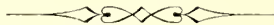
Sowohl *Sphærodorum Philippi* als *Apistobranchnus Tullbergi* sind hauptsächlich auf Schlammboden zu finden. Der letztere ist jedoch einmal (St. A  $14/8$  1915) auf reinem Sand und einmal (st. 30 B  $5/9$  1915) in der Zosteraregion (vgl. Björck 1915, p. 65) angetroffen worden. Beide scheinen das tiefere, salzhaltigere Wasser vorzuziehen, gehen aber bis in den südlichen Teil des Öresunds, wo das salzhaltigere Wasser aus dem Kattegat nur ausnahmsweise eindringt. *Ap. Tullbergi* ist ausserdem einmal (St. 30 B) in einer Tiefe von 5 m gefunden worden, also im Bereich des wenig salzhaltigen Ostseewassers (vgl. Björck 1915, p. 75).

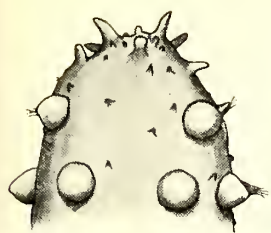
*Sphærodorum Philippi* als auch *Apistobranchnus Tullbergi* sind bisher nur aus arktischen Gegenden bekannt. Es liegt somit nahe, die jetzt im Öresund gefundenen Exemplare als Relikte anzusehen. Die Diskontinuität der Verbreitung, die nötig ist, um eine derartige Ansicht aufrecht halten zu können, ist auch vorhanden, was *Sphærodorum Philippi* betrifft. *Apistobranchnus Tullbergi* dagegen ist, wie oben erwähnt, im Gullmarfjord angetroffen. Da aber ausserdem beide Arten verhältnismässig klein und daher leicht zu übersehen sind, ist es natürlich nicht ausgeschlossen, dass sie eine viel grössere Verbreitung als die jetzt bekannte haben können, und dass die jetzige Diskontinuität ihrer Verbreitung nur durch unsere mangelhafte Kenntnis bedingt ist.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor H. WALLENGREN, herzlich zu danken für das unermüdliche Interesse, mit dem er meine Untersuchung verfolgt hat. Desgleichen sage ich Herrn Professor O. CARLGREN, der mich zu wiederholten Malen in zuvorkommender Weise unterstützt hat, meinen verbindlichen Dank.

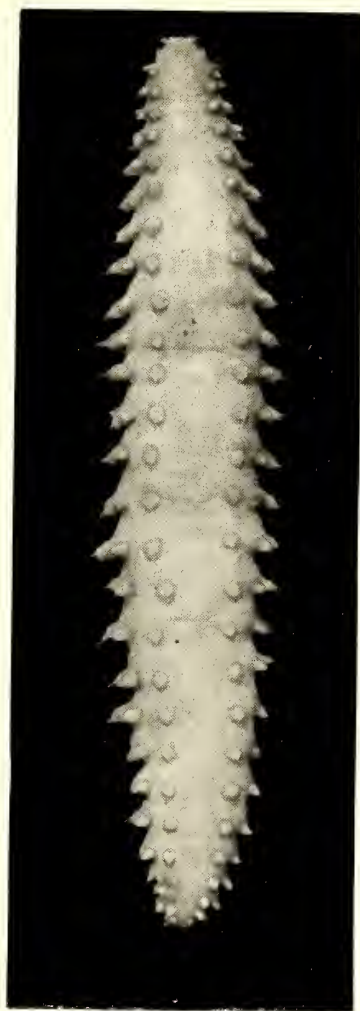
### Figurenerklärung.

- Fig. 1. *Sphærodorum Philippi* Fauvel 10: 1.  
 Fig. 2. » » » Vorderende von oben.  
 Fig. 3. » » » Hinterende von oben.  
 Fig. 4. » » » Parapodium schräg von der Seite.  
 Fig. 5. » » » Borste aus dem oberen Teil des Bündels.  
 Fig. 6. » » » Borste aus dem ventralen Teil des Bündels  
 Fig. 7. *Apistobranchnus Tullbergi* THÉEL, Vorderende von oben.

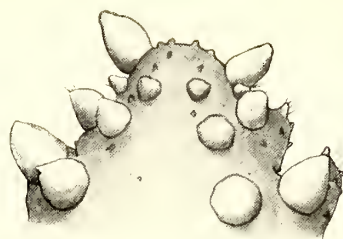




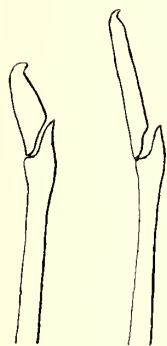
2



1

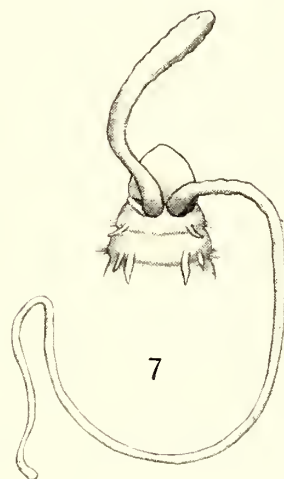


3

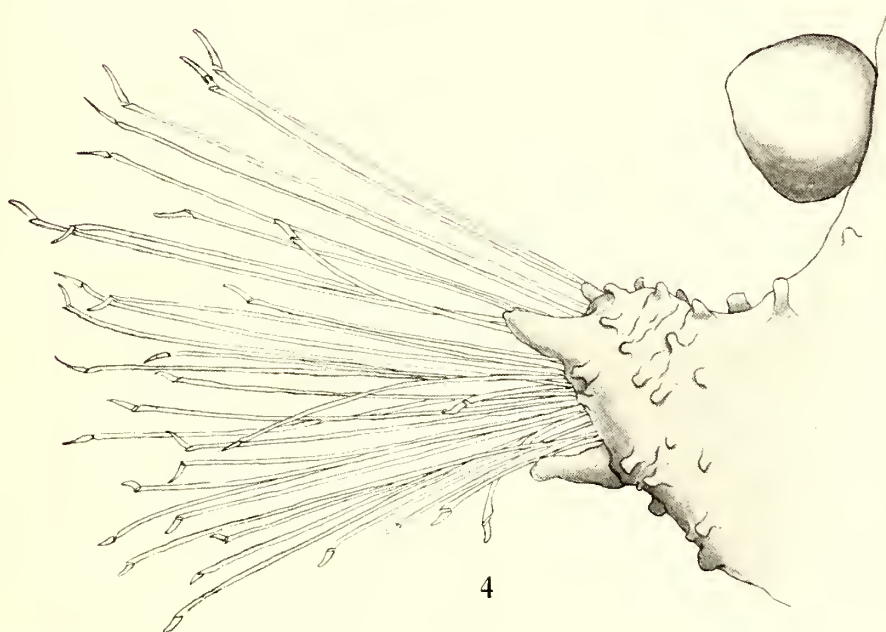


6

5



7



4



ÜBER  
DIE GESCHWINDIGKEITSVERLUSTE BEI DEN LANGSAMEN  
KATHODENSTRAHLEN UND ÜBER DEREN  
SELEKTIVE ABSORPTION

VON

NILS ÅKESSON



LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ



Der K. Physiographischen Gesellschaft am 17. mai 1916 vorgelegt.

LUND 1916  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

## Einleitung.

Der Zweck dieser Experimentaluntersuchung war zu messen, wie sich die Geschwindigkeit eines langsamen Kathodenstrahles beim Zusammentreffen mit *einem* Moleküle verändert. Der Betrag dieser Veränderung ist von Bedeutung in der modernen Physik, da er Aufschluss über den Energieaustausch zwischen Elektronen und Molekülen gibt. Es wird im ersten Teil der Untersuchung diese Frage behandelt.

Im zweiten Teil wird das Vorhandensein selektiver Kathodenstrahlenabsorption nachgewiesen. Eine selektive Absorption war bei Kathodenstrahlen bisher nicht beobachtet, obwohl verschiedene Untersuchungen über die Absorption der langsamsten Strahlen vorhanden sind. Das Wesen der selektiven Absorption besteht darin, dass *Kathodenstrahlen grösserer Geschwindigkeit besser absorbiert werden als Strahlen geringerer Geschwindigkeit.*

Da es sich beim Gang der Untersuchung zeigte, dass elektrische Ladungen im Glase des verwandten Versuchsrohres auftraten, wodurch die Messungen öfter sehr erschwert wurden, und weil das Handhaben des Glasrohres unbequem war, wird zum Schluss ein Vakuumrohr aus Metall beschrieben, dessen Vorteile den Glasrohren gegenüber recht beträchtlich sind.

---

## ERSTER TEIL.

### A. Historisches.

Das Problem der Geschwindigkeitsverluste der Kathodenstrahlen ist zum ersten Male von LENARD behandelt worden<sup>1</sup>. Er kam dabei zu dem Resultate, dass die schnellen Kathodenstrahlen, die in einem Entladungsrohr mit Hilfe von einem Induktorium erzeugt werden, Tausende von Atomen durchqueren können, ohne dass deren Geschwindigkeit wesentlich verändert wurde<sup>2</sup>. Dagegen könnten schon die sehr langsamen, durch ultraviolette Licht ausgelöst und in einem elektrischen Felde auf einige Volt Geschwindigkeit beschleunigten Strahlen beträchtliche Geschwindigkeitsverluste beim Zusammentreffen mit einem einzigen Wasserstoffmoleküle erfahren<sup>3</sup>. Nachher wurde jedoch von anderer Seite<sup>4</sup> gefunden, dass auch sehr schnelle Kathodenstrahlen ( $\beta$ -Strahlen von gewissen radioactiven Substanzen) beim Durchqueren dünner Metallfolie Geschwindigkeitsverluste unterlagen. Der Betrag des Geschwindigkeitsverlustes wird für eine konstante Dicke der durchstrahlten Folie grösser mit abnehmender Geschwindigkeit des einfallenden Strahles. Danach ist zu erwarten, dass der Geschwindigkeitsverlust bei ganz langsamen Strahlen sehr gross sein muss, wie es ja auch von LENARD gefunden ist. Versuche mit langsamen Strahlen liegen jedoch mit wenigen Ausnahmen nicht vor. Herr LEITHÄUSER hat mit Strahlen von 17,000 bis 11,000 Volt experimentiert und hat eine erhebliche Geschwindigkeitsabnahme beim Durchdringen dünner Aluminiumfolie festgestellt<sup>5</sup>.

Beim Übergang zu noch geringeren Geschwindigkeiten treten grosse experimentelle Schwierigkeiten ein wegen der bedeutenden Absorption der Strahlen. Aus diesem Grunde können Versuche mit Metallfolie nicht ausgeführt werden, da die Strahlen schon in der dünnsten herstellbaren Folie praktisch vollständig absorbiert werden.

---

<sup>1</sup> P. LENARD, Annalen d. Phys. 1894. B. 52. S. 23.

<sup>2</sup> I. c. 1903. B. 12. S. 706.

<sup>3</sup> I. c. S. 727.

<sup>4</sup> O. v. BAYER, Phys. Zeitschr. 1912. S. 485.

W. WILSON, Proc. Roy. Soc. A. 84. S. 141. 1910.

<sup>5</sup> G. E. LEITHÄUSER, Ann. d. Phys. 15. S. 283.

Versuche mit langsamen Strahlen müssen demnach in verdünnten Gasen vorgenommen werden. Dabei wird der Vorteil erreicht, dass die Verdünnung so weit getrieben werden kann, dass die Strahlen auf ihren Wege nur mit einzelnen Molekülen zusammentreffen. Diesen Weg haben die Herren FRANCK und HERTZ eingeschlagen<sup>1</sup>. Die Herren FRANCK und HERTZ haben nur ganz langsam bewegte Elektronen — hauptsächlich mit Geschwindigkeiten unterhalb der Trägerbildungsspannung — untersucht. Sie haben gefunden, dass der »Stoss« zwischen Elektronen und Molekülen jedenfalls nur mit ganz geringen Energieverlusten stattfindet, wenn die Geschwindigkeit der Elektronen unterhalb der Trägerbildungsspannung des betreffenden Gases ist<sup>2</sup>. Der Betrag des Geschwindigkeitsverlustes bei einem einzigen Zusammentreffen konnte nicht zahlenmässig ausgedrückt werden, war aber um so geringer, je kleiner die Elektronenaffinität der betreffenden Gasmoleküle war. Er betrug im Wasserstoff höchstens ein Bruchteil von einem Volt.

Ist dagegen die Geschwindigkeit des Elektrons gleich der Trägerbildungsspannung des betreffenden Gases, so gibt das Elektron beim Zusammentreffen mit dem Moleküle seine ganze Energie ab. »Der Stoss« sollte dann vollkommen unelastisch sein<sup>3</sup>.

Diese Untersuchungen von den Herren FRANCK und HERTZ enthalten die neuesten direkten Resultate über das Verhalten langsam bewegter Elektronen. Sie haben sehr dazu beigetragen, den Mechanismus des Energieaustausches zwischen Elektronen und Molekülen klarzulegen<sup>4</sup>.

Im folgenden werden zu den bisherigen Resultaten noch neue erbracht. Es wird das Verhalten langsamer Strahlen den Molekülen gegenüber teils unterhalb teils oberhalb der Trägerbildungsspannung des betreffenden Moleküls behandelt.

Wir werden finden, dass auch unterhalb der Trägerbildungsspannung *grosse* Energieumsetzungen zwischen Strahlen und Molekülen stattfinden.

Der Betrag des Energieverlustes *bei einem einzigen Zusammentreffen* eines Elektrons mit einem Moleküle wird mit Genauigkeit bestimmt. Aus den in dieser Weise ermittelten Zahlen lassen sich nicht unwichtige Schlüsse in Bezug auf die die Energieabsorption der verschiedenen Molekülattungen ziehen.

## B. Versuchsanordnung.

Die benutzte Versuchsanordnung war die Gegenspannungsmethode.

Die Figur I zeigt diese in schematischer Darstellung. Die ultravioletten Strahlen einer Quecksilberlampe treten durch das Quarzfenster bei *Q* und treffen die Kathode *U* des Versuchsrohres. Dabei werden sehr langsame Kathodenstrahlen erzeugt. In einem zwischen *U* und dem Platinnetze *E* eingeschalteten elektrischen

<sup>1</sup> J. FRANCK und G. HERTZ, Berichte d. d. phys. G. B. 15. 1913. S. 373.

<sup>2</sup> I. c. S. 619.

<sup>3</sup> I. c. B. 16. 1914. S. 462.

<sup>4</sup> N. BOHR, Phil. Mag. 1915. S. 608.



Felde werden die Strahlen auf die gewünschte Geschwindigkeit gebracht. Jetzt durchdringen die Strahlen den eigentlichen Versuchsraum, treten aber bei  $E_1$  wieder in ein elektrisches Feld, das dem Felde zwischen  $U$  und  $E$  entgegengeschaltet ist. Hier werden die Strahlen gebremst. Ist die Geschwindigkeit der Strahlen in Volt gemessen grösser als die Potentialdifferenz zwischen  $E_1$  und  $K$ , so gelangen die Strahlen zum Auffangkäfig  $K$ , und die Menge dieser Strahlen kann elektrometrisch gemessen werden. Ist aber die Geschwindigkeit der Strahlen kleiner als das bremsende Feld in Volt, so haben sie zu wenig Energie zum Durchdringen des elektri-

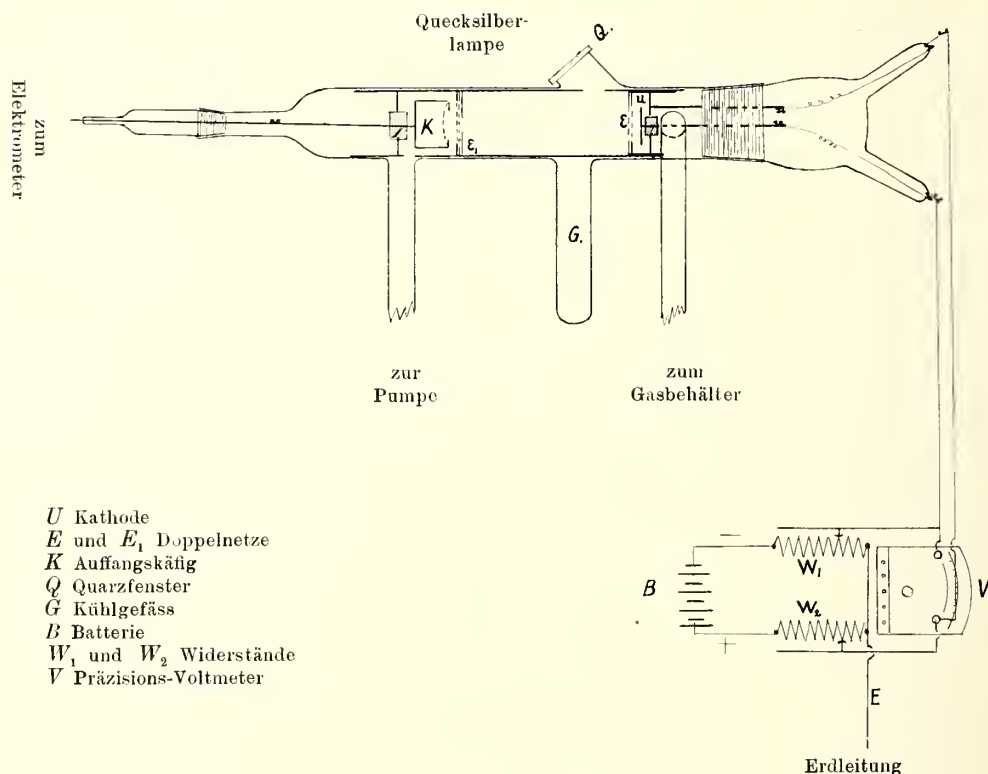


Fig. 1.

Skala:  $1/4$ 

sehen Feldes und werden wieder in den Versuchsraum zurückgeschleudert. Wird das bremsende Feld variiert, das Feld zwischen  $U$  und  $E$  aber konstant gehalten, so können dann sowohl die Geschwindigkeiten der zu  $K$  gelangenden Strahlen wie die Menge, die auf die verschiedenen Geschwindigkeiten verteilt ist, gemessen werden.

Es wird also möglich, durch Variation dieses bremsenden Feldes, die Geschwindigkeiten der ankommenden Strahlen zu messen. Es kann dann auch im Prinzip leicht der Einfluss eines im Versuchsraum befindlichen Gases auf die von  $E$  mit praktisch genommen konstanter Geschwindigkeit kommenden Strahlen untersucht werden.

Die Ausführung einer Beobachtung geschah dann folgendermassen. Zwischen  $U$  und  $E$  wird ein elektrisches Feld eingeschaltet, das während der ganzen Beobachtungsreihe konstant gehalten wird. Dies Feld misst die Strahlengeschwindigkeit<sup>1</sup>. Zwischen  $E_1$  und  $K$  wird ein beliebiges bremsendes Feld eingeschaltet, die Platte  $U$  wird eine Zeitlang durch das Öffnen einer vor dem Fenster befindlichen Blende beleuchtet (gewöhnlich 30 Sek.) und der dabei am Elektrometer erhaltene Ausschlag beobachtet. Es wird dann ein anderes bremsendes Feld zwischen  $E_1$  und  $K$  eingeschaltet und die Messung in genau derselben Weise wiederholt u. s. w.

Die folgende Tabelle zeigt zur Verdeutlichung der Ausführung einer Messung eine beliebig ausgewählte Beobachtungsreihe.

*Methan.* Beleuchtungszeit 30 Sek.

Strahlengeschwindigkeit — 30 Volt.

Druck 0,0113 mm. Hg. Versuchsrohr gekühlt.

Bremsendes Feld in Volt.	Nullpunkt des Elektrometers.	Skala.	Ausschlag in Skalenteilen.
27,5	540	488	52
23	541	487	54
0	541	355	186
19	541	474	67
12	541	458	83
21	541	482	59
17	542	469	73
14	542	461	81
20	539	576	63
18	542	570	72
25	538	586	52
8	542	452	90
10	542	456	86
16	541	567	73
5	541	435	106
2	541	410	131
30	542	562	— 20
32	540	572	— 32
35	539	571	— 32
29	539	546	— 7

Die beobachteten Elektrometersausschläge werden dann als Ordinaten, die zugehörigen bremsenden Spannungen als Abszissen graphisch eingetragen, wobei bei Gasfüllung und im Vakuum Kurven von dem Aussehen der Figuren II u. IV—VIII erhalten werden.

<sup>1</sup> Es sind um die wahre Geschwindigkeit zu bekommen noch zwei kleine Korrekturen zuzufügen. Die eine kommt daher, dass die Quanten aus der Platte mit Anfangsgeschwindigkeit heraustreten, die andere weil zwischen der Platte (Zink) und dem Spannungszuführungsdraht eine Volta-Potentialdifferenz vorhanden ist. Diese Korrekturen haben ein entgegengesetztes Zeichen. Sie sind im Folgenden nicht berücksichtigt, da sie sich bei der Bestimmung der Geschwindigkeitsverluste aus den Kurven im Resultat aufheben.

Das Vorhandensein der Volta-Potentialdifferenz ist in den Energieverteilungskurven direkt daraus zu erkennen, dass das Energiemaximum um ein Volt gegen die beschleunigende Spannung verschoben ist.

## a. Versuche in Vakuum.

Als ein Kriterium der Brauchbarkeit und der Vorzüglichkeit der benutzten Methode gilt jetzt von der in Vakuum (wo jedenfalls nur geringe Mengen Gasreste noch vorkommen) erhaltenen Kurve, dass sie der Abszissenachse vollkommen parallel verlaufen soll, bis die Spannung des bremsenden Feldes genau gleich der kleinsten Geschwindigkeit der zum Käfig kommenden Strahlen ist. Dann muss die

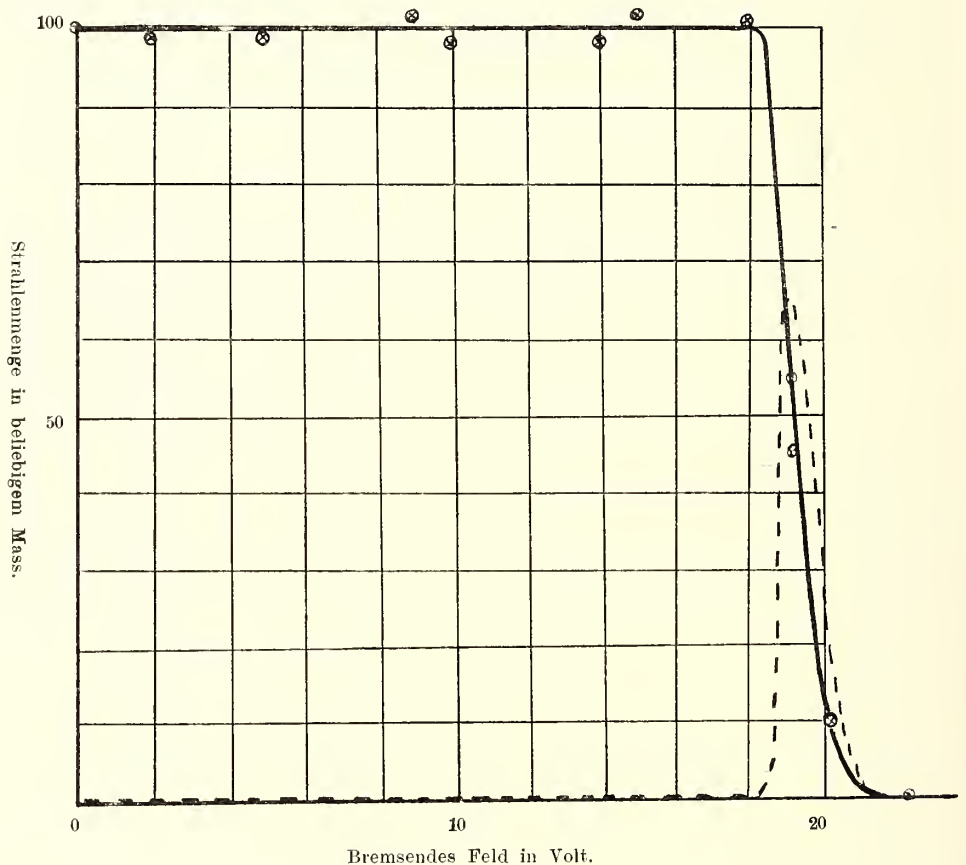


Fig. II.

Vakuum. Druck 0.00001 mm Hg.

Kurve ziemlich steil abfallen entsprechend den normalen Geschwindigkeitsverteilungskomponenten der von der Platte ausgestrahlten Elektronen. Nur wenn dies der Fall ist, wird die in den Käfig einfallende Strahlung in Bezug auf ihre Menge und ihre Geschwindigkeit von dem Analysator richtig registriert.

Wie die ausgezogene Kurve der Figur II deutlich zeigt, werden die gegebenen Bedingungen in unserem Falle erfüllt und das benutzte Auffangssystem kann als vollkommen betrachtet werden.

Es wurde dies Resultat nicht ohne erhebliche Schwierigkeiten erreicht. Aus verschiedenen Versuchen mit anderen Auffangssystemen als dem hier benutzten ging es hervor, dass ungewollte elektrische Kräfte die Kurve so beeinflussten, dass sie eine gegen die  $X$ -Achse geneigte Lage einnahm. Diese Kräfte hatten ihren Sitz im Auffangssystem. Durch das Netz hindurch, auf der dem Versuchsraum zugekehrten Seite, tritt ein elektrisches Streufeld. Die seitlichen Kraftkomponenten dieses Streufeldes geben den ankommenden Strahlen seitliche Geschwindigkeitskomponenten, und ein Teil der Strahlen, die bei kleiner bremsenden Spannung in den Käfig gelangen, wird bei grösserer Spannung durch die Wirkung dieses Streufeldes vom Käfig ferngehalten und von der Netzfläche absorbiert.

Diese Wirkung hat einen üblen Einfluss auf das Aussehen der Kurven. Die scharfen Abstufungen der Kurven (IV—VIII) verschwinden oder werden undeutlich, da die Wirkung des Streufeldes auf die langsamen Strahlen viel grösser als auf die schnelleren Strahlen ist.

Besonders am Ende der Kurve war die Wirkung des Streufeldes deutlich zu sehen, denn der Abfall der Kurve fing schon an bei einer bremsenden Spannung, die bedeutend niedriger war als die Geschwindigkeit der ankommenden Strahlen.

Es schienen demnach die ankommenden Strahlen gegen die zwischen  $U$  und  $E$  eingeschaltete Spannung verzögert, was natürlich den Tatsachen keine Rechnung trägt. Es darf dann auch nicht geschlossen werden, dass die Strahlen Geschwindigkeitsverluste erlitten haben, denn die Wirkung ist ja auch in vollkommenen Vakuum vorhanden und nur der Unvollkommenheit des benutzten Auffangsystems zuzuschreiben.

Ich war darum bemüht diese Wirkung zu eliminieren. Ich habe das zuerst benutzte Netz (Platinnetz, berusst, Fadendicke 0,1 mm) durch eine durchlöchernte Platte (Messing, Dicke 1,5 mm, Löchergrösse 1 mm<sup>2</sup>) ersetzt, durch deren Kanälchen die Strahlen hindurchtraten. Da die Kraftlinien jetzt in den Kanälchen enden war zu erwarten, dass die Strahlen nur ganz geringe seitliche Geschwindigkeitskomponenten bekämen. Die experimentelle Kurve zeigte sich jedoch in diesem Falle noch mehr verzerrt als im ersten Falle, wo das einfache Platinnetz benutzt wurde. Dies kam offenbar daher, dass die verhältnismässig grossen Kanälchenflächen die darüber streifenden, wenig abgelenkten Strahlen absorbierten.

Es wurde dann klar, dass sowohl das Streufeld wie eine grosse Auffangsfläche vermieden werden mussten. Dies wird erreicht durch ein Doppelnetz vom sehr dünnen Platindraht<sup>1</sup>. Die mit dem Doppelnetz in Vakuum erhaltene Kurve verlief vom Abszissen-Nullpunkt ab dieser Achse vollkommen parallel, wie es die Figur II darstellt.

Es zeigte sich jedoch noch am Ende der Kurve eine kleine Verzerrung, wodurch der steile Abfall am Ende der Kurve etwas früher anfang als entsprechend der zwischen  $U$  und  $E$  eingeschalteten Spannung zu erwarten war. Es wurde ver-

<sup>1</sup> Das Platinnetz wurde ganz einfach so gemacht, dass dünner Platindraht — Dicke 0,02 mm — auf einen Messingrahmen — Dicke 1 mm — aufgewickelt wurde. Die Maschengrösse war ungefähr 1,5 mm<sup>2</sup>.



mutet, es käme diese Wirkung von rückläufigen Strahlen vom Inneren des Käfigs. Diese Strahlen könnten nämlich von den elektrischen Kräften im Inneren des Käfigs wieder in den eigentlichen Versuchsraum zurückgeschleudert werden. Es wird dann nötig, auch elektrische Kräfte vom Inneren des Käfigs fernzuhalten. Zu diesem Zweck wurde in der Käfigöffnung ein gebogenes Platinnetz angebracht (Fig. I). Dies Netz hatte eine sehr vorteilhafte Wirkung.

Die jetzt im höchstmöglichen Vakuum erhaltene experimentelle Kurve stimmt mit der theoretischen Kurve vollkommen überein. Sie verläuft der Abszissen-Achse parallel, bis das bremsende Feld der Strahlengeschwindigkeit gleich ist. Sie fällt dann steil ab entsprechend der Verteilung der Anfangsgeschwindigkeiten der von der Kathode ausgeschleuderten Elektronen<sup>1</sup>.

Die durch graphische Differentiation der experimentellen Kurve erhaltene gestrichelte Kurve der Fig. II zeigt die Energieverteilung im Vakuum. Man sieht, wie zu erwarten ist, die Energie nur auf einen einzigen relativ kleinen Geschwindigkeitsbereich verteilt.

Es ist zu bemerken, dass diese Energieverteilung nur im höchstmöglichen Vakuum, das durch andauernde Wirkung der zur Evakuierung benutzten Molekularpumpe<sup>2</sup> zusammen mit Kühlung gewisser Teile des Versuchsrohres samt der Verbindung mit dem zur Druckmessung gebrauchten Mc Leodschen Manometer erzielt wurde, stattfand. Die Kühlung geschah durch eine Kältemischung von absoluten Alkohol und fester Kohlensäure. Diese Kältemischung (von der Temperatur  $-72^{\circ}\text{C.}$ )<sup>3</sup> wurde in Dewar-Gefäßen aufbewahrt, in welche die zu kühlenden Teile eingetaucht wurden.

Wurde das Versuchsrohr nicht gekühlt, so zeigte die Energieverteilungskurve die Energie über zwei Geschwindigkeitsbereiche verteilt. Der eine Bereich gehört den zum Käfig gelangten unveränderten Strahlen, der andere, wie im folgenden dargelegt wird, Strahlen an, die *beim Zusammentreffen mit den Molekülen des Gasresiduums Geschwindigkeitsverluste erlitten haben*.

Denn in dem Falle, wo das Versuchsrohr nicht gekühlt wird, können im Versuchsrohr ungeachtet andauernder Wirkung der Molekularpumpe noch Gasreste einen Druck ausüben, der dem Sättigungsdruck des Quecksilbers im Mc Leodschen Manometer gleich ist. Dieser Druck ist bei hoher Zimmertemperatur beträchtlich, wird jedoch nicht vom Manometer angezeigt<sup>4</sup>. Es wird demnach immer bei allen Versuchen, wo genaue Druckangaben erforderlich sind, das Versuchsrohr gekühlt.

<sup>1</sup> Ueber die lichtelektrische Geschwindigkeitsverteilung siehe C. RAMSAUER. Ann. d. Ph. B. 45, 1914. S. 1121.

<sup>2</sup> Die für diese Versuche benutzte Molekularpumpe wurde von der Heidelberger Akademie der Wissenschaften zur Verfügung gestellt.

<sup>3</sup> LANDOLT-BÖRNSTEIN: Physikalisch-Chemische Tabellen.

<sup>4</sup> Herr C. RAMSAUER hat durch Absorptionsmessungen den Druck eines Molekularpumpenvakuums mit gleichzeitiger Kühlung zu weniger als  $5/100000$  mm. Hg. bestimmt. Siehe Ann. d. Phys. 1914. B. 45. S. 999.

Die Zimmertemperatur konnte im lichtelektrischen Arbeitszimmer des Heidelberger Physi-

Mit dem Manometer, das besonders zu diesem Zweck angefertigt und geeicht war, konnte der Druck entweder in  $10^{-4}$  oder  $10^{-5}$  mm Hg direkt gemessen werden. Durch Schätzung könnten noch Drucke auf  $10^{-6}$  mm Hg genau abgelesen werden. Bei andauernde Wirkung der Molekularpumpe mit oder ohne Kühlung zeigte das Manometer weniger als  $10^{-5}$  mm Hg Druck an.

Das benutzte Elektrometer war ein Binant nach Dolezalek, dessen Empfindlichkeit je nach den Bedingungen variiert wurde. Im allgemeinen betrug die Empfindlichkeit bei dem vorkommenden Skalenabstand ungefähr 300 Skalenteile pro Volt.

Die Spannungszuführung geschah von einer 110-Voltbatterie *B* (siehe Fig. I), die durch zwei Widerstände  $W_1$  und  $W_2$  — jeder von ungefähr 100 Ohm — kurzgeschlossen war. Der Vereinigungspunkt zwischen den beiden Widerständen war geerdet. Die Spannungsmessung geschah mit einem Präzisions-Hitzdraht-Voltmeter (Siemens u. Halske), dessen innerer Widerstand für die benutzte Empfindlichkeit 3000 Ohm betrug.

Zur Erzeugung des ultravioletten Lichtes diente eine Quarz-Quecksilberlampe nach Heraeus.

## b. Versuche bei Gasfüllung.

Die Gaseinfüllung geschah mit Hülfe der in der Figur III gezeichneten Einrichtung. Das untere Ende führt zum Gasbehälter, wo das Gas aufbewahrt und sorgfältig mit Phosphorpentoxyd getrocknet wurde. An Versuchsrohr und Manometer waren ausserdem noch Trockengefäße mit Phosphorpentoxyd angebracht. Das obere Ende ist dem Versuchsrohr angeschlossen. Die Verbindung wird mit Hülfe der Hähne und der sehr dünnen Kapillare (Durchmesser ungefähr 0,02 mm, Länge variabel je nach den Bedingungen) hergestellt. Das Versuchsrohr wurde jetzt mit der Molekularpumpe vollkommen evakuiert, wonach die Verbindung mit dem Gasbehälter geöffnet wurde. Jetzt strömte das Gas in das Versuchsrohr hinein und wurde dann wieder durch die Molekularpumpe ausgepumpt<sup>1</sup>. Es könnte in dieser Weise das Versuchsrohr mit dem zu untersuchenden Gase gewaschen werden. Nach einigen Minuten

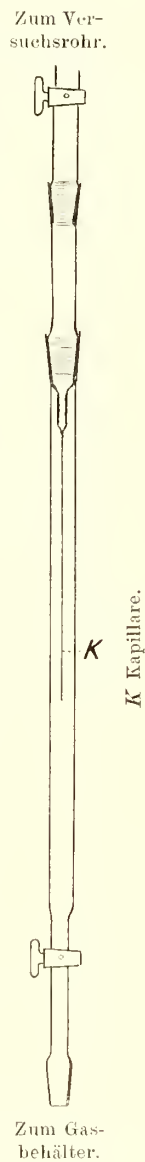


Fig. III.

kalischen Instituts im Sommer wochenlang  $24^{\circ}$  C. überschreiten. Wenn die Quecksilberlampe brannte, stieg die Temperatur öfter zu  $28^{\circ}$  C. Der Sättigungsdruck des Quecksilbers ist nach HERTZ, Ann. d. Physik B. 17, 1882, bei  $20^{\circ}$  C. 0,0013 mm. Hg., bei  $30^{\circ}$  C. 0,0029 mm. Hg.

<sup>1</sup> Es wird in dieser Weise ein offenes Vakuum hergestellt. Die Molekularpumpe pumpt das Gas weg mit derselben Geschwindigkeit wie es durch die Kapillare hereinströmt. Das erhaltene Vakuum hält sich sehr konstant, was durch Kathodenstrahlenabsorptionsmessungen sehr genau

wurde die Verbindung mit dem Gasbehälter unterbrochen. Die Molekularpumpe wirkte noch einige Sekunden je nach dem gewünschten Druck, wurde dann abgestellt und die Messung vorgenommen.

Von den benutzten Gasen wurden Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure und Wasserstoff käuflichen Bomben entnommen.

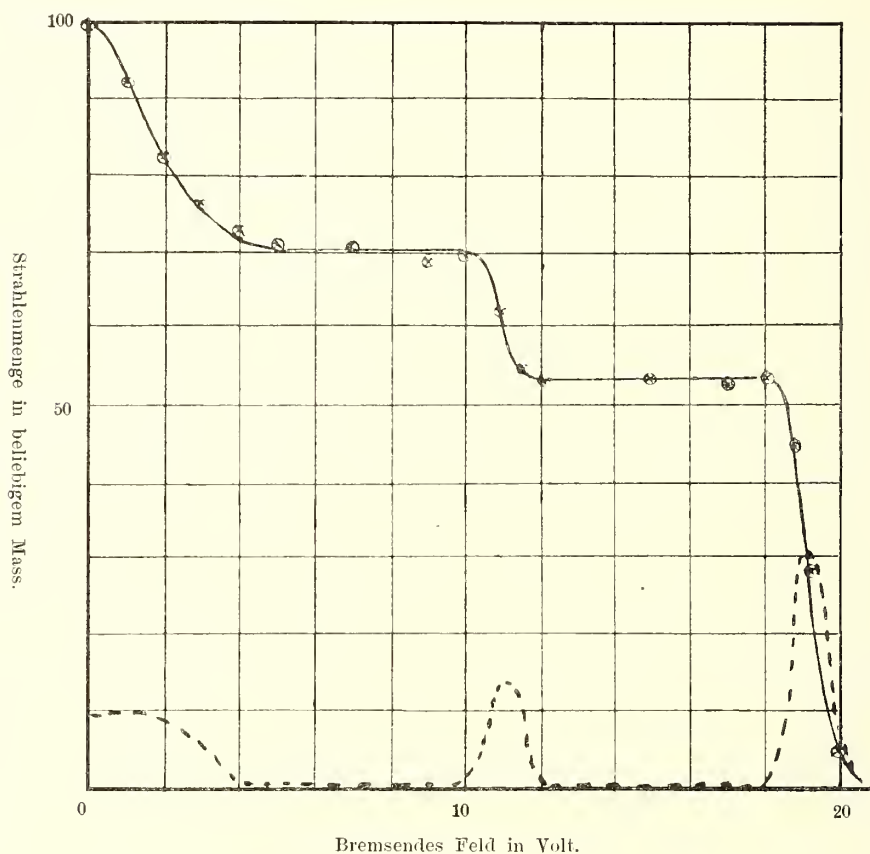


Fig. IV.

Sauerstoff. Druck 0,0109 mm Hg.

Das Methan wurde durch Erhitzen von ein Teil Natriumacetat und vier Teile Baryumoxyd gewonnen. Das Gas wurde in Natronlauge und konzentrierter Schwefelsäure gewaschen.

Kohlenoxyd wurde aus Ameisensäure und Schwefelsäure hergestellt, durch Alkalilauge geleitet und mit Phosphorpentoxyd getrocknet.

nachgeprüft wurde. Die Druckvariation ist einfach. Sie geschieht z. B. durch Regulieren der Tourenzahl der Molekularpumpe.

Die Druckmessung dagegen ist umständlich und kann mit Genauigkeit nur mit Kathodenstrahlen geschehen. Die Methode des durchziehenden Vakuums dürfte jedoch von Bedeutung sein in Fällen, wo es sich um Messungen in reinen Gasen handelt, wo jedoch keine genaue Druckangaben erforderlich sind (z. B. Schwellenwertbestimmungen).

Das Stickstoffoxydul wurde durch Erhitzen von Ammoniumnitrit gewonnen.

Das Propylen wurde mir von Herrn Prof. A. BECKER zur Verfügung gestellt und von ihm als vollkommen rein bezeichnet.

### C. Resultate.

Die ausgezogene Linie der Figur IV zeigt eine in Sauerstoff beobachtete Kurve. Es wird ohne weiteres deutlich, dass der Abfall der Kurve, bei ungefähr 11 Volt bremsender Spannung, durch das Ausschalten langsamer Strahlen durch das bremsende Feld verursacht ist. Diese ausgeschalteten Strahlen haben eine Geschwindigkeit von ungefähr 11 Volt, wie unmittelbar aus der Kurve zu sehen ist.

Über das Zustandekommen dieser langsamen Strahlen sei folgendes erwähnt. Da sie in Vakuum für dieselbe Spannung zwischen  $U$  und  $E$  (Fig. I) nicht vorkommen, müssen sie durch das Vorhandensein des Gases im Versuchsrohr verursacht sein.

Die möglichen Entstehungsarten sind dann die folgenden. Die Strahlen sind  
A. entweder durch das ultraviolette Licht der Lampe im Gase ausgelöste Strahlen,  
B. oder sekundäre Strahlen, die durch die von der Platte  $U$  kommenden primären Strahlen im Gasresiduum ausgelöst sind,  
C. oder direkte, von der Platte  $U$  kommende Strahlen, die auf dem Wege zwischen  $U$  und  $K$  Geschwindigkeitsänderungen erlitten haben.

TABELLE I.

#### Sauerstoff.

Geschwindigkeit.	Druck.	$\frac{d}{\lambda}$	Geschwindigkeitsverluste. v.
10.	0.0048	0.8	8.0
15.	0.0129	2.2	8.5
20.	0.0046	0.8	8.5
20.	0.0109	1.9	8.3
50.	0.0109	1.9	8.0
Mittelwert.			8.3

Wir können leicht zwischen den drei Möglichkeiten entscheiden. Wir variieren nur die ursprüngliche Strahlengeschwindigkeit. Wir finden, wenn wir zu grösseren oder kleineren Geschwindigkeiten übergehen, dass die Stufenlänge konstant wird. — Als Stufenlänge bezeichnen wir den Abszissenabstand zwischen den Mittelpunkten der beiden steil abfallenden Teile der Kurve (Fig. IV). — Diese Stufenlängen sind in der Tabelle I in die letzte Kolumne eingetragen. Wird die Stufenlänge von der in der ersten Kolumne eingetragenen Geschwindigkeit abgezogen, so erhalten wir die Geschwindigkeit der neu vorkommenden Strahlen. Wir sehen also, dass die Geschwindigkeit dieser Strahlen von der Geschwindigkeit der von der



Platte kommenden Strahlen abhängig ist, und zwar in der Weise, dass, wenn die Geschwindigkeit der letzteren um einen bestimmten Betrag zunimmt, die Geschwindigkeit der im Gase entstandenen Strahlen um genau denselben Betrag zunimmt.

Jetzt ist aber die Geschwindigkeit sowohl durch ultraviolettcs Licht ausgelöster Strahlen wie die der sekundären Kathodenstrahlen immer klein gefunden. Die Geschwindigkeit der sekundären Kathodenstrahlen ist weiter unabhängig von der Geschwindigkeit der sie erzeugenden Strahlen<sup>1</sup>. Für das ultraviolette Licht von einer bestimmten Lichtquelle ist auch eine konstante Geschwindigkeit oder jedenfalls Geschwindigkeitsverteilung zu erwarten. Da jedoch, wie oben gefunden, die langsameren Strahlen in unserem Falle eine von den erzeugenden Strahlen abhängige Geschwindigkeit haben, können sie *nicht* aus den unter *A* und *B* erwähnten Gründen entstanden sein.<sup>2</sup>

Es bleibt dann nur die dritte Möglichkeit übrig. Die beobachteten Strahlen, die langsamer sind als entsprechend der zwischen *U* und *E* eingeschalteten Spannung zu erwarten war, kommen zu Stande dadurch, dass die von der Platte *U* kommenden Elektronen beim Zusammentreffen mit den Sauerstoffmolekülen im Versuchsrohr Geschwindigkeitsverluste erlitten haben. Und im allgemeinen entstehen die Abstufungen der Kurven (Fig. IV—VIII) dadurch, dass die ursprünglichen Strahlen im Gasresiduum Geschwindigkeitsverlusten unterliegen, wodurch sie zu langsameren Strahlen umgewandelt werden. Der Betrag des Geschwindigkeitsverlustes ist der Stufenlänge gleich. In den Energieverteilungskurven (siehe die gestrichelte Kurve der Fig. IV und die ausgezogene untere Kurve der Fig. V) ist der Betrag des Geschwindigkeitsverlustes gleich der Abszissendifferenz der Energiemaxima zu setzen, wobei die Differenzen von dem Maximum der unveränderten Strahlen gerechnet werden.

In nicht ganz derselben Weise muss der öfter beobachtete, ziemlich steile erste Abfall [von 0 bis 2 oder 3 Volt] sämtlicher für die gewöhnlich benutzten Geschwindigkeiten aufgenommener Kurven (Siehe z. B. Fig. IV und V) gedeutet werden. In der Tat können hier verschiedene Wirkungen die Kurvenform beeinflussen. Wir werden darum diese Wirkungen jede für sich betrachten.

Langsame, sekundäre Kathodenstrahlen können zum Käfig durchdringen, wenn das bremsende Feld noch schwach ist. Sobald jedoch das Feld die Stärke der grössten vorkommenden Geschwindigkeiten dieser sekundären Strahlen erreicht hat, werden sie alle wieder in den eigentlichen Versuchsraum zurückgeschleudert. Da die Kurven im allgemeinen schon von 3 Volt bremsender Spannung ab der Abszissenachse parallel verlaufen, so ist mit Sicherheit der Einfluss der sekundären

<sup>1</sup> P. LENARD, Ann. d. Phys. B. 8. S. 196. 1902. B. 15. S. 502. 1904.

<sup>2</sup> Im elektrischen Felde zwischen *U* und *E* beschleunigte sekundäre oder durch das ultraviolette Licht ausgelöste beschleunigte Elektronen können keinen *steilen* Abfall wie den beobachteten verursachen. Es müssten nämlich, wären diese Strahlen vorhanden, alle Geschwindigkeiten von einem unteren Grenzwert — der Anfangsgeschwindigkeit — bis zu der Geschwindigkeit, die durch die Spannung zwischen *U* und *E* gegeben ist, + die Anfangsgeschwindigkeit vorkommen. Dies müsste eine Neigung der Kurve gegen die X-Achse verursachen. Da eine Neigung nicht zu beobachten ist, ist es deutlich, dass Strahlen der erwähnten Art jedenfalls nur in sehr geringer Menge vorkommen.

Strahlen von 3 Volt ab in den Kurven eliminiert. Dagegen scheint es nicht ausgeschlossen, dass sekundäre Strahlen zu diesem ersten Kurvenabfall beigetragen haben.

In der Nähe der Blendenöffnung vor dem Netze entstandene, sehr abgelenkte Strahlen müssen dieselbe Wirkung auf die Kurvenform wie langsame sekundäre

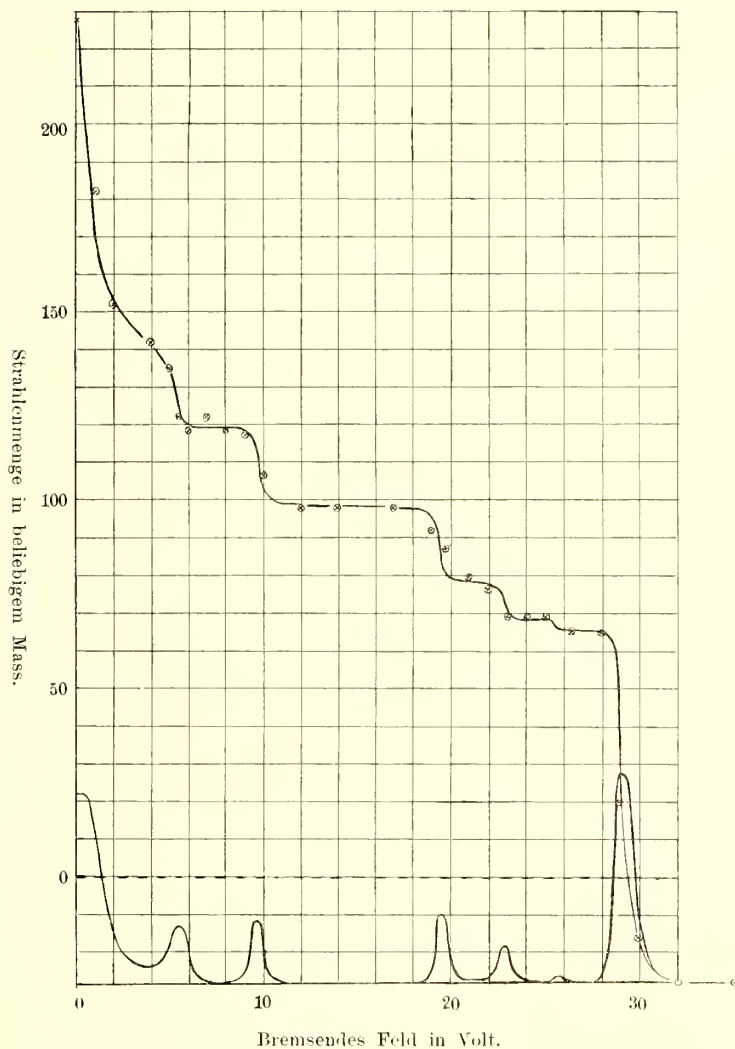


Fig. V.

Propylen. Druck 0.0058 mm Hg.

Strahlen ausüben. Das analysierende Feld misst nämlich nur die dem Felde parallelen Geschwindigkeitskomponenten, wodurch die gemessene Geschwindigkeit um so kleiner herauskommt, je schräger die Strahlen in dem Felde verlaufen. Aus oben erwähntem Grunde ist es ersichtlich, dass auch von 3 Volt ab die Wirkung der abgelenkten Strahlen auf die Kurvenform praktisch genommen eliminiert ist.

Im Gase entstandene positive Elektrizitätsträger haben gerade die entgegengesetzte Wirkung wie sekundäre und abgelenkte Strahlen. Sie neutralisieren einen Teil der negativen Ladung des Käfigs, wodurch die Elektrometerausschläge kleiner ausfallen als wenn diese Träger nicht vorhanden wären. Der Einfluss der Träger kann folgendermassen eliminiert werden. Wir schalten das bremsende Feld zwischen  $E_1$  und  $K$  stärker als das zwischen  $U$  und  $E$  eingeschaltete Feld. Dann kommen

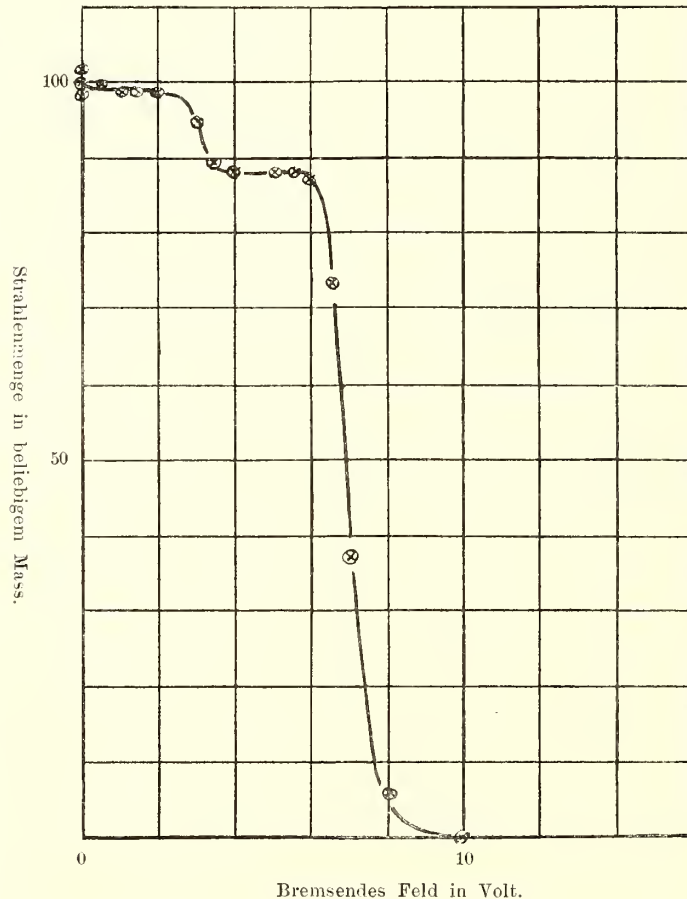


Fig. VI.

Wasserstoff. Druck 0.0046 mm Hg.

überhaupt keine Strahlen mehr zum Käfig durch. Die Elektrometerausschläge erfolgen jetzt nach der anderen Seite hin, entsprechend dem Trägereinfluss. Die Ausschläge sind konstant und unabhängig von der bremsenden Spannung, wenn diese nur so gross gewählt ist, dass alle Strahlen von dem Käfig fern gehalten werden. Die Fortsetzung der im Gase bei höheren Geschwindigkeiten aufgenommen Kurven verläuft dann unterhalb der X-Achse, jedoch dieser Achse parallel (siehe Fig. V, wo die gestrichelte wagerechte Linie den Nullpunkt der Elektrometerskala

bedeutet). Wird diese wagerechte Linie als Null-Linie für die Ordinaten genommen, so wird auch der Einfluss der positiven Träger auf die Kurvenform eliminiert. Sämtliche Kurven sind danach korrigiert.

Der negative Ausschlag ist jedoch immer bedeutend geringer als der Ordinatenabfall des ersten Kurventeils bis 3 Volt (siehe Fig. V). Da die Wirkung der positiven Träger zum Teil die Wirkung der sekundären und der abgelenkten

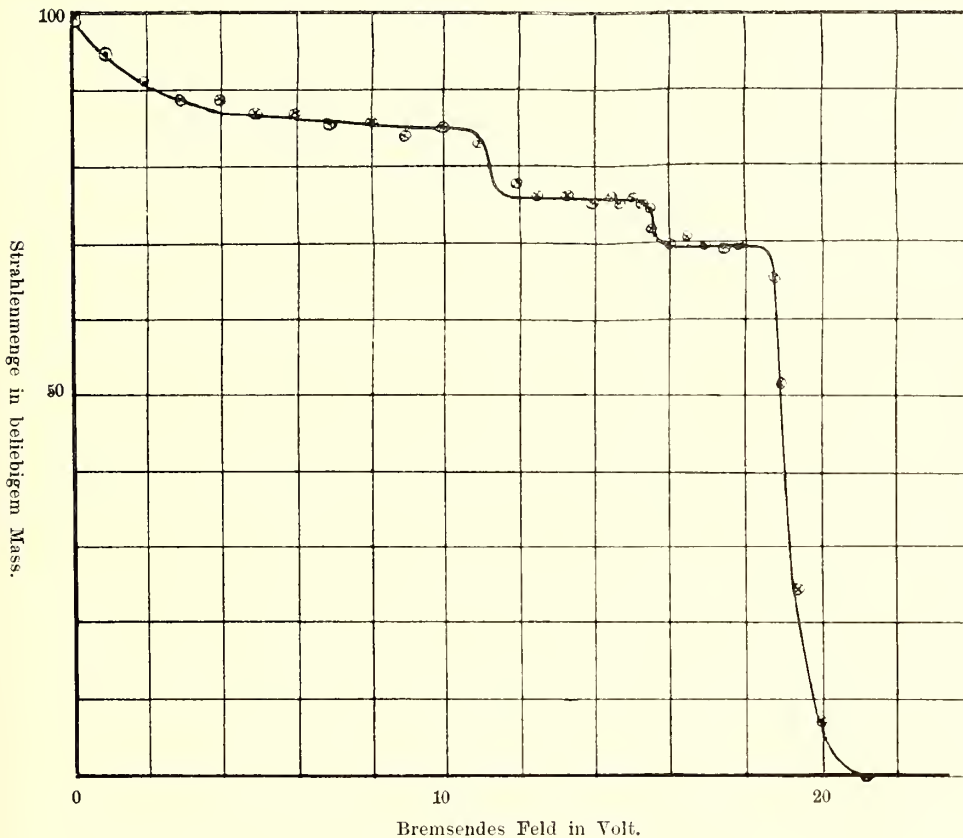


Fig. VII.

Wasserstoff. Druck 0.0094 mm Hg.

Strahlen aufhebt, und da die Wirkung der letzteren Strahlengattungen nicht gross ist, was dadurch deutlich ersichtlich ist, dass für Geschwindigkeiten unterhalb der Trägerbildungsspannung aufgenommene Kurven nicht den ersten Abfall zeigen (siehe Fig. VI), so erhellt es, dass die erwähnten Ursachen den ersten Kurvenabfall nicht allein bestimmen. Es ist nötig anzunehmen, dass auch hier Strahlen, die durch Geschwindigkeitsverluste entstanden sind, mitspielen. Da es jedoch nicht möglich ist, die verschiedenen Einflüsse quantitativ von einander zu trennen, werden wir im folgenden von diesem ersten Kurventeil keinen Gebrauch machen.



## 1. Die Stufenlängen.

Der Begriff Stufenlänge ist schon definiert (siehe Seite 13). Seine Bedeutung ist ausserdem aus den Kurven direkt zu ersehen. Die Länge einer Stufe ist dem erlittenen Geschwindigkeitsverlust gleich.

In den Tabellen I—VI sind in die mit  $v$ ,  $2v$ ,  $3v$  u. s. w. bezeichneten Kolumnen sämtliche beobachtete Geschwindigkeitsverluste eingetragen. Die erste Kolumne der Tabelle enthält den unkorrigierten Geschwindigkeitswert des untersuchten Strahls in Volt gemessen. Die zweite Kolumne enthält den Druck im Versuchsrohr, in mm Hg gemessen, wobei im Falle, wo das Versuchsrohr nicht gekühlt wurde, dieser Druck mit dem Zeichen  $>$  markiert ist. Die dritte Kolumne enthält die mittlere Stosszahl eines Elektrons mit den Molekülen auf dem Wege  $d$  zwischen  $U$  und  $K$ . Wir wollen diese Stosszahl jetzt berechnen.

### Bezeichnungen.

$\lambda$  = die mittlere freie Weglänge der Elektrone.

$N$  = die Zahl der Moleküle in  $\text{cm}^3$ . Bei  $0^\circ \text{ C}$  und 760 mm Hg  $= 2.77 \cdot 10^{19}$ .

$N_1$  = die Zahl der Elektronen in  $\text{cm}^3$ .

$r$  = der Molekülradius.

$r_0$  = der Elektronenradius.

$V$  = die mittlere Geschwindigkeit der Moleküle.

$V_1$  = die Geschwindigkeit der Elektronen.

Es gilt dann nach MAXWELL <sup>1</sup>, wenn wir die Elektronen als Moleküle behandeln:

$$\frac{1}{\lambda} = 4\pi \sqrt{2} r_0^2 N_1 + \pi \sqrt{1 + \frac{V^2}{V_1^2}} [r + r_0]^2 N.$$

Für die Elektronen ist jetzt  $r_0$  gleich 0;  $V_1$  unendlich und  $N_1$  endlich zu setzen. Wir erhalten dann die LENARDSche Gleichung <sup>2</sup> für die mittlere freie Weglänge der Elektronen

$$\frac{1}{\lambda} = \pi r^2 N.$$

Es ist von LENARD und den Herren FRANCK und HERTZ experimentell gezeigt worden, dass diese Gleichung für Kathodenstrahlen unterhalb der Trägerbildungsspannung wenigstens angenäherte Gültigkeit hat, wenn  $r$  der gaskinetisch berechnete Molekülradius ist. <sup>3</sup>

<sup>1</sup> J. C. MAXWELL: Edinburgh philosophical journal, Seite 29. 1860.

<sup>2</sup> P. LENARD, Ann. d. Phys. B. 40 S. 401. 1913.

<sup>3</sup> P. LENARD, Ann. d. Phys. B. 12. S. 714. 1903. J. FRANCK und G. HERTZ, Verhandl. d. d. phys. G. B. 15. S. 376. 1913.

Wir rechnen dann mit den gaskinetischen Molekülradien<sup>1</sup> und erhalten die Werte der dritten Kolumne, wenn  $d$  gleich 9 cm ist, was bei allen Versuchen der Fall war.

Aus den in dieser Weise erhaltenen Tabellen lassen sich folgende Schlüsse ziehen in Bezug auf:

#### a. Geschwindigkeitsverlust und Zahl der Zusammentreffen.

Wir finden für Sauerstoff in der Tabelle I, dass der Betrag des Geschwindigkeitsverlusts derselbe wird, wenn die Zahl der Zusammentreffen (gaskinetisch) der 20-Volt-Strahlen mit Molekülen rund 1 oder rund 2 ist (Kolumne 3). Da die Strahlen im letzten Falle im Mittel mit zwei Molekülen zusammentreffen, im ersten Falle nur mit einem, und da der Betrag des Geschwindigkeitsverlusts in beiden Fällen derselbe ist, wird es deutlich, dass dieser Geschwindigkeitsverlust bei einem einzigen Zusammentreffen erlitten ist.

TABELLE II.

#### Wasserstoff.

Geschwindigkeit.	Druck.	$\frac{d}{\lambda}$	Geschwindigkeitsverluste.			
			v	2 v	3 v	6 v
8.	0.0046	0.5	3.8	—	—	—
8.	0.0065	0.7	3.7	—	—	—
20.	0.0094	1.0	3.7	7.6	—	—
40.	0.0099	1.1	—	7.8	12.2	24.6
Mittelwert.			3.73	7.7	12.2	24.6
Wahrscheinlichster Wert.			4.07	8.14	12.21	24.42
Differenz			— 0.34	— 0.44	— 0.01	+ 0.18

In der Tabelle II für Wasserstoff ist für 20- und 40-Volt-Strahlen  $\frac{d}{\lambda}$  gleich 1.

Die Häufigkeit *eines* Zusammentreffens ist dann grösser als deren 2, 3 u. s. w. Wir finden jedoch aus der Kurve (siehe Fig. VII), dass der Geschwindigkeitsverlust rund 8 Volt häufiger als der Geschwindigkeitsverlust rund 4 Volt ist. Aus der Tabelle II sehen wir, dass die 40-Volt-Strahlen jedenfalls äusserst selten 4 Volt Geschwindigkeitsverlust erleiden<sup>2</sup>, während dagegen die Geschwindigkeitsverluste 8 und 12 Volt deutlich vorkommen.

Eine in Kohlensäure bei dem Druck 0,0078 mm Hg erhaltene Kurve zeigte, dass 20-Volt-Strahlen dem Geschwindigkeitsverlust von rund 6,5 Volt bei diesem Druck nur selten unterlagen, dass jedoch die Häufigkeit dieses Geschwindigkeits-

<sup>1</sup> LANDOLT-BÖRNSTEIN, Physikalisch-Chemische Tabellen.

<sup>2</sup> Bei der Bestimmung der Stufenlänge sind nur gut ausgeprägte Stufen mitgenommen.

verlust bei einem Druck von 0,0116 mm Hg (siehe Fig. VIII) nicht klein ist. Da im letzten Falle die Wahrscheinlichkeit eines Zusammentreffens kleiner als im ersten Falle ist, wird es deutlich aus diesen und dem oben Gesagten, dass die beobachteten Geschwindigkeitsverluste, sowohl die kleineren wie die grösseren, bei *einem einzigen Zusammentreffen* eines Elektrons mit einem Moleküle erlitten sind.

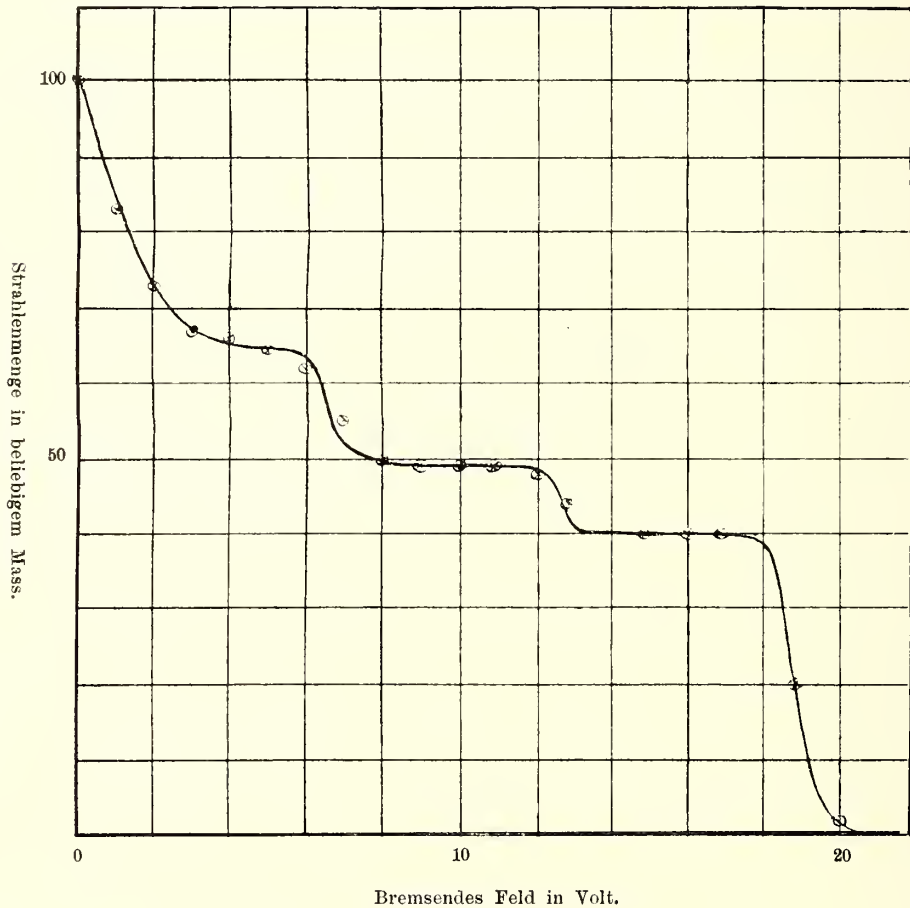


Fig. VIII.

Kohlensäure. Druck 0.0116 mm Hg.

Dies ist nicht so zu deuten, dass Elektronen Geschwindigkeitsverluste bei nach einander folgenden Zusammentreffen mit Molekülen nicht unterliegen können. Nur wird die Wahrscheinlichkeit, dass ein Elektron nach einem zweiten oder dritten Zusammentreffen mit einem Moleküle, wobei es Geschwindigkeitsverluste erlitten hat [die ohne Zweifel von grossen Richtungsablenkungen begleitet sind], in dem Aufgangskäfig aufgefangen werden soll, sehr klein sein.

## b. Geschwindigkeitsverlust und primäre Geschwindigkeit.

In dem historischen Teil ist schon hervorgehoben, dass der Geschwindigkeitsverlust immer als eine von der Geschwindigkeit der benutzten Strahlen abhängige Grösse gefunden worden ist, und zwar als eine mit zunehmender Primärgeschwindigkeit abnehmende Grösse. Wir werden finden, dass für die hier benutzten Strahlen in dem untersuchten Geschwindigkeitsintervall dies nicht der Fall ist.

Wir finden (siehe Fig. VI und Tabelle II), dass in Wasserstoff 8-Volt-Strahlen 4 Volt Geschwindigkeit verlieren können, und dass auch 20-Volt-Strahlen (Figur VII) demselben Geschwindigkeitsverlust unterliegen. In Propylen (Figur V und Tabelle III) verlieren 20- und 30-Volt-Strahlen beide rund 7 Volt. In Kohlensäure verlieren 15-, 20- und 30-Volt-Strahlen alle rund 7 Volt (Tabelle IV). 20- und 30-Volt-Strahlen können ausserdem einem Geschwindigkeitsverlust von rund 13 Volt unterliegen (Figur VIII und Tabelle IV). In Sauerstoff können 10-, 20- und 50-Volt-Strahlen alle demselben Geschwindigkeitsverlust von rund 8 Volt unterliegen (Figur IV und Tabelle I).

TABELLE III.

### Propylén.

Geschwindigkeit.	Druck.	$\frac{d}{\lambda}$	Geschwindigkeitsverluste.						
			v	2 v	3 v	4 v	5 v	6 v	7 v
20.	0.0058	—	—	7.6	—	14.2	—	—	—
30.	0.0058	—	3.6	7.0	9.8	—	—	19.8	24.0
Mittelwert.			3.6	7.3	9.8	14.2	—	19.8	24.0
Wahrscheinlichster Wert.			3.4	6.8	10.2	13.6	—	20.4	23.8
Differenz			+ 0.2	— 0.5	— 0.4	+ 0.6	—	— 0.6	+ 0.2

TABELLE IV.

### Kohlensäure.

Geschwindigkeit.	Druck.	$\frac{d}{\lambda}$	Geschwindigkeitsverluste.		
			v	2 v	3 v
15.	0.0078	1.6	7.4	—	—
20.	0.0078	1.6	—	13.0	—
20.	0.0109	2.3	—	12.8	—
20.	0.0116	2.5	6.6	12.6	—
30.	0.0116	2.5	7.0	13.0	19.6
Mittelwert.			7.0	12.9	19.0
Wahrscheinlichster Wert.			6.41	12.82	19.23
Differenz			+ 0.59	+ 0.08	— 0.23



Es wird dann aus dem oben Gesagten klar, dass der Betrag des Geschwindigkeitsverlusts in dem untersuchten Geschwindigkeitsintervall nicht eine mit zunehmender Geschwindigkeit abnehmende Grösse ist. Viel mehr ist *der Betrag des Geschwindigkeitsverlustes in Volt gemessen von der Geschwindigkeit der untersuchten Strahlen innerhalb der Fehlergrenzen vollkommen unabhängig.*

Wir gelangen dann zu folgender Übersicht über das Verhalten von Strahlen verschiedener Geschwindigkeiten. Hat der Strahl nicht die Geschwindigkeit des kleinsten gefundenen Geschwindigkeitsverlustes erreicht, so kann er nicht — in dieser Weise wenigstens — zum Energieaustausch mit dem Moleküle gelangen. Dann findet wahrscheinlich Elektronenreflexion ohne Energieverlust statt. Hat aber die Geschwindigkeit des Strahls genau den Betrag des kleinsten möglichen Energieverlustes erreicht, so *kann* er beim Zusammentreffen mit dem Moleküle seine ganze Energie abgeben. Ist die Energie des Strahls grösser als der Betrag des kleinsten Energieverlustes, so kann der Strahl beim Zusammentreffen mit dem Moleküle einen Teil seiner Energie — ein Energiequant — abgeben, wonach die elektrische Ladung mit dem Geschwindigkeitsrest weiter fliegt. Ist die Geschwindigkeit des Strahls gross im Verhältnis zu dem kleinsten möglichen Geschwindigkeitsverlust, so kann der Strahl, wie aus den Tabellen I—VI ersichtlich ist, und wie es jetzt genauer dargelegt wird, bei einem Zusammentreffen mit dem Moleküle mehrere Energiequanten abgeben.

### c. Die Multiplen des kleinsten Energieverlustes.

Aus den Tabellen I—VI ist leicht zu ersehen, wie die bei verschiedenen Geschwindigkeiten beobachteten Geschwindigkeitsverluste zusammengehören. Die Mittelwerte dieser beobachteten Geschwindigkeitsverluste lassen sich aber als einfache kleine Multiplen eines kleinsten möglichen Geschwindigkeitsverlustes darstellen. Die Abweichungen dieser Mittelwerte von den nach der Methode der kleinsten Quadrate berechneten wahrscheinlichsten Werten sind klein und liegen immer innerhalb der möglichen Fehlergrenzen (siehe die Tabellen I—VI). Es ist demnach klar, dass die untersuchten Strahlen bei Energieabgabe an die Moleküle entweder ein oder mehrere Energiequanten gleichzeitig verlieren.

TABELLE V.

Methan.

Geschwindigkeit.	Druck.	$\frac{d}{\lambda}$	Geschwindigkeitsverluste.			
			v	2 v	3 v	4 v
20.	$> 0.0110$	—	—	7.4	12.2	16.0
30.	$> 0.0092$	—	—	8.5	12.0	—
30.	0.0113	—	—	8.0	12.6	—
Mittelwert.			—	8.0	12.3	16.0
Wahrscheinlichster Wert.			4.03	8.06	12.09	16.12
Differenz			—	— 0.06	+ 0.21	— 0.12

TABELLE VI.

## Stickstoff.

Geschwindigkeit.	Druck.	$\frac{d}{\lambda}$	Geschwindigkeitsverluste.		
			v	2 v	3 v
40.	0.0093	1.9	7.6	13.6	20.2
40.	0.0107	2.2	7.8	14.2	22.4
Mittelwert.			7.7	13.9	21.3
Wahrscheinlichster Wert.			7.1	14.2	21.3
Differenz			+ 0.6	— 0.3	± 0

#### d. Geschwindigkeitsverlust und chemische Zusammensetzung des Moleküls.

Vergleichen wir die in den verschiedenen Gasen erhaltenen Beträge des kleinsten Energieverlustes unter einander, so ist es auffällig, dass diese Werte, z. B. für Sauerstoff und Wasserstoff, von einander ziemlich stark abweichen. Der Geschwindigkeitsverlust ist also von der Natur des getroffenen Moleküls abhängig.

Wir finden aber auch, dass alle untersuchte Wasserstoffverbindungen für diesen kleinsten möglichen Energieverlust denselben Wert von rund 4 Volt haben (Wasserstoff 4, Methan 4, Propylen 3,4 Volt). Es wäre demnach zu vermuten, dass dieser Geschwindigkeitsverlust durch das Vorhandensein der Wasserstoffatome im Moleküle verursacht wäre, und dass also der Geschwindigkeitsverlust durch die das Molekül bildenden Atome bedingt wäre. Da jetzt aber bei den Sauerstoffverbindungen die gefundenen Geschwindigkeitsverluste von einander viel mehr abweichen als entsprechend den möglichen Beobachtungsfehlern (Sauerstoff 8,3, Kohlensäure 6,4 Kohlenoxyd wahrscheinlich klein), so kann der Geschwindigkeitsverlust nicht allein durch die Atome des Moleküls bestimmt sein. Es müssen jedenfalls auch die Kräfte, die die Atome zu einem Moleküle zusammenhalten, eine nicht unwichtige Rolle bei der Energieabsorption spielen.

#### e. Geschwindigkeitsverlust und Trägerbildungsspannung.

Vergleichen wir die Beträge der kleinsten berechneten Geschwindigkeitsverluste mit den bekannten Werten der Trägerbildungsspannungen, so erhalten wir folgende Übersicht:

TABELLE VII.

	Geschwindigkeits- verlust in Volt.	Trägerbildungsspannung in Volt.	
		Nach Franck und Hertz. <sup>1</sup>	Nach Franz Mayer. <sup>2</sup>
Sauerstoff .....	8,3	9	9,5
Stickstoff .....	7,1	7,5	11,8
Methan .....	4	—	13,5
Kohlensäure .....	6,4	—	12,5
Kohlenoxyd .....	(wenn vorhanden) klein	—	14,5
Propylen .....	3,4	—	—
Wasserstoff .....	4,0	11	11,5

Wir sehen, dass in Sauerstoff und Stickstoff der gefundene kleinste Energieverlust annähernd mit der Trägerbildungsspannung übereinstimmt. In den anderen Gasen ist dies nicht der Fall, und zwar sind die Abweichungen so gross, dass ihr Vorhandensein durch Versuchsfehler vollkommen ausgeschlossen ist.

Wir müssen dann also annehmen, im Gegensatz zu den Herren FRANCK und HERTZ <sup>3</sup>, dass auch unterhalb der Trägerbildungsspannung sehr grosse Energieumsetzungen zwischen Elektronen und Molekülen vorkommen können. Wir werden noch dasselbe, experimentell sehr deutlich und von anderem Gesichtspunkte aus, im zweiten Teil dieser Untersuchung feststellen können.

## 2. Die Stufenhöhen.

Als Stufenhöhe wird die Ordinatenhöhe der Stufe bezeichnet. Diese Höhe ist ein beliebiges Mass für die Strahlenmenge der der Stufe entsprechenden Geschwindigkeit. Die Menge der unveränderten Strahlen bezeichnen wir mit  $A$ . Die Menge der unveränderten + die Menge der Strahlen, welche ein Energiequant verloren haben, bezeichnen wir mit  $B$ . Diese Gesamtmenge + die Menge, die 2 Energiequanten verloren hat, bezeichnen wir mit  $C$  usw. Man kann dann leicht aus den in den (Tabellen VIII—XII) mitgeteilten Zahlen die für die Berechnung gebrauchten Kurventeile rekonstruieren.  $A$  wird immer als Einheit genommen.

Wir nehmen jetzt an, es schreite ein Kathodenstrahlenbündel vom Origo ab der  $X$ -Achse entlang. Wir untersuchen bei der Abszisse  $x$  die Strahlen und finden unveränderte Strahlen und Strahlen, welche Geschwindigkeitsänderungen erlitten haben. Es sei  $X$  die vom Origo in der Richtung der  $X$ -Achse ausgestrahlte Menge.

Es gilt dann nach den obigen Bezeichnungen:

<sup>1</sup> Ber. d. d. Phys. G. B. 15. S. 34. 1913.

<sup>2</sup> Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften Abteilung A, Abh. 15, 1913. Siehe den historischen Teil.

$$A = X e^{-\alpha x} \quad (I)$$

$$B = X e^{-\alpha_1 x} \quad (II)$$

$$C = X e^{-\alpha_2 x} \quad (III)$$

.....

$\alpha$  ist der Absorptionskoeffizient der unveränderten Strahlen, d. h. der Menge  $A$ .

$\alpha_1$  ist der Absorptionskoeffizient der Menge  $B$ .

$\alpha_2$  ist der Absorptionskoeffizient der Menge  $C$  u. s. w.

Die  $\alpha$ ,  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  usw. sind von der Geschwindigkeit des Strahls abhängig.

Für Geschwindigkeiten unterhalb der Trägerbildungsspannung gilt nach

LENARD<sup>1</sup>

$$\alpha = \pi N r^2$$

Wie nehmen dann weiter an dass:

$$\alpha_1 = \pi N r_1^2$$

u. s. w.

wo die Buchstaben die Bedeutung von Seite 18 haben. Für grössere Geschwindigkeiten ist  $r$  kleiner als der gaskinetische Wert.

Legen wir jetzt  $\alpha$  die Bedeutung einer Fläche bei, so können wir  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  u. s. w. dieselbe Bedeutung geben.

Wir erhalten dann aus den Gleichungen I, II und III.

$$\ln \frac{B}{A} = (r^2 - r_1^2) \pi \cdot N$$

$$\ln \frac{C}{A} = (r^2 - r_2^2) \pi \cdot N$$

.....

und

$$r_1^2 - r^2 = \frac{K}{P} \log B$$

$$r_2^2 - r^2 = \frac{K}{P} \log C$$

.....

wenn  $N$  durch dem ihm proportionalen Gasdruck  $P$  ersetzt wird und  $A$  gleich 1 ist.  $K$  ist eine Konstante.

Die Grössen  $r_1^2 - r^2$ ;  $r_2^2 - r^2$  u. s. w. sind dann einer für die Geschwindigkeitsverluste wirksamen Molekülfläche proportional<sup>2</sup>. Sie sind dann auch der Wahrscheinlichkeit eines Energieverlustes bei einem Zusammentreffen zwischen einem Strahl und einem Molekül proportional. In die letzten Kolumnen sind darum die diesen Grössen proportionalen Ausdrücke  $\frac{1}{P} \log B$ ;  $\frac{1}{P} \log C$  u. s. w. eingetragen.

<sup>1</sup> P. LENARD, Ann. d. Phys. B. 12. S. 741. 1903.

FRANCK und HERTZ, Ber. d. d. phys. G. B. 15. S. 373. 1913.

<sup>2</sup> Wir legen dieser Fläche nur die Bedeutung einer Wahrscheinlichkeit bei.



### a. Die Häufigkeit der Geschwindigkeitsverluste.

Wir sehen zuerst, dass diese Grössen bei variablem Druck (Tabelle IX u. X) für eine konstante Strahlengeschwindigkeit innerhalb der Fehlergrenzen konstant sind, wie es ja auch zu erwarten ist.

TABELLE VIII.

#### Sauerstoff.

Geschw.	Druck.	A	B	$\frac{1}{P} \log B$
10.	0.0048	1.	1.139	11.8
20.	0.0109	1.	1.299	10.4
50.	0.0109	1.	1.160	5.9

TABELLE IX.

#### Kohlensäure.

Geschwindigkeit	Druck.	A	B	C	D	$\frac{1}{P} \log B$	$\frac{1}{P} \log C$	$\frac{1}{P} \log D$
15.	0.0078	1.	1.143	—	—	7.4	—	—
20.	0.0078	1.	—	1.271	—	—	[13.2]	—
20.	0.0109	1.	1.167	1.477	—	6.1	15.5	—
20.	0.0116	1.	1.195	1.561	—	6.6	16.6	—
30.	0.0116	1.	—	1.459	1.837	3.4	14.1	23.0

Man sieht aus der 7. Kolumne der Tabelle IX, dass die Wahrscheinlichkeit des kleinsten Geschwindigkeitsverlustes in Kohlensäure für Strahlen oberhalb 15 Volt Geschwindigkeit mit wachsender Geschwindigkeit abnimmt. Dasselbe ist aus den Tabellen X und VIII für Wasserstoff und Sauerstoff von 8 bzw. 10 Volt ab zu sehen. Wir finden also, dass jedenfalls von einer bestimmten Geschwindigkeit ab die Häufigkeit des kleinsten Geschwindigkeitsverlustes mit wachsender Geschwindigkeit des einfallenden Strahles abnimmt.

Dies wird demnach auch mit den Geschwindigkeitsverlusten  $2v$ ,  $3v$  u. s. w. der Fall sein. Für diese grösseren Geschwindigkeitsverluste genügt das Beobachtungsmaterial nur in einzelnen Fällen, um das Resultat zu prüfen. Wir finden in Übereinstimmung mit dem Obigen, dass in Wasserstoff (Tabelle X) der Geschwindigkeitsverlust  $2v$ <sup>1</sup> für 20-Volt-Strahlen häufiger vorkommt als für 40-Volt-Strahlen, wo er jedenfalls sehr selten auftritt u. s. w.

<sup>1</sup> Differenz zwischen  $\frac{1}{P} \log C$  und  $\frac{1}{P} \log B$ .

TABELLE X.

## Wasserstoff.

Geschw.	Druck.	A	B	C	D	G	$\frac{1}{P} \log B$	$\frac{1}{P} \log C$	$\frac{1}{P} \log D$	$\frac{1}{P} \log G$
8.	0.0046	1.	1.124	—	—	—	11.0	—	—	—
8.	0.0065	1.	1.206	—	—	—	12.5	—	—	—
20.	0.0094	1.	1.094	1.203	1.246	—	4.2	8.5	10.1	—
40.	0.0099	1.	—	1.060	1.153	1.256	—	2.6	6.6	10.0

Es erhebt sich jetzt die Frage, ob die grösste Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Geschwindigkeitsverlustes eintritt, wenn der Strahl eben die Geschwindigkeit erreicht hat, bei welcher der betreffende Geschwindigkeitsverlust erst möglich wird, d. h. wenn die Strahlengeschwindigkeit dem Geschwindigkeitsverluste gleich ist.

Wir finden aus der Tabelle I, dass die grösste Wahrscheinlichkeit des Geschwindigkeitsverlustes 8 Volt in Sauerstoff bei 10-Volt-Strahlen jedenfalls schon erreicht ist. Wir sehen in Wasserstoff (Tabelle X), dass die grösste Wahrscheinlichkeit des Geschwindigkeitsverlustes 4 Volt bei 8-Volt-Strahlen schon eingetreten ist, und dass in Kohlensäure (Tabelle IX) dieselbe Wahrscheinlichkeit des Verlustes 6,4 Volt bei 15-Volt-Strahlen erreicht ist.

Wir sehen also, dass in diesen Fällen die Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Geschwindigkeitsverlustes sehr schnell von dem Werte 0 zu einem Maximumwert ansteigt.

Betrachten wir die grösseren Geschwindigkeitsverluste (Tabelle X), so finden wir, dass die Wahrscheinlichkeit des Geschwindigkeitsverlustes von  $3v$  in Wasserstoff für 20-Volt-Strahlen 1,6 ist <sup>1</sup> — jedenfalls nicht grösser — für 40-Volt-Strahlen aber ist die Wahrscheinlichkeit desselben Geschwindigkeitsverlusts 4. Da also bei 20-Volt-Strahlen die grösste Wahrscheinlichkeit des Verlustes von  $3v$  mit Sicherheit ihren Maximumwert nicht erreicht hat, so folgt, dass in diesem Falle die Wahrscheinlichkeit des betreffenden Geschwindigkeitsverlusts langsamer ansteigt als es in den schon betrachteten Fällen mit den kleinsten Geschwindigkeitsverlusten der Fall war. In Kohlensäure (Tabelle IX) ist auch die Wahrscheinlichkeit des Geschwindigkeitsverlustes  $2v$  etwas grösser für 30 Volt-Strahlen als für 20-Volt-Strahlen. Es trifft also im allgemeinen zu, dass die Wahrscheinlichkeit der grösseren Geschwindigkeitsverluste langsamer von dem Nullwert zum Maximumwert ansteigt als dies mit den kleinsten Geschwindigkeitsverlusten der Fall war.

Wir gelangen also zu dem Resultate, dass die Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Geschwindigkeitsverlustes eine von der Geschwindigkeit des einfallenden Strahles abhängige Funktion ist. Diese Funktion hat einen Maximumwert, der für den kleinsten möglichen Geschwindigkeitsverlust schnell erreicht wird, wonach die

<sup>1</sup> Die Kurve (Figur VII) zeigt deutlich, dass der Geschwindigkeitsverlust  $3v$  nur selten eintritt. Der Wert 1,6 ist berechnet unter der Voraussetzung, dass die Kurve durch die zwei Punkte, die zwischen 8 und 12 Volt etwas unterhalb der Kurve liegen, zu ziehen wäre.

Funktion dann allmählich abklingt. Der Maximumwert der Funktion wird für die grösseren Geschwindigkeitsverluste langsamer erreicht als dies der Fall mit dem kleinsten Geschwindigkeitsverlust war.

TABELLE XI.

**Stickstoff.**

Geschw.	Druck.	A	B	C	D	$\frac{1}{P} \log B$	$\frac{1}{P} \log C$	$\frac{1}{P} \log D$
40.	0.0093	1.	1.078	1.171	1.243	3.5	7.4	10.2
40.	0.0107	1.	1.080	1.185	1.296	3.1	6.9	10.5

b. **Häufigkeit der Geschwindigkeitsverluste  
und Molekulargrösse.**

Es ist oben dargelegt, dass es sehr wahrscheinlich ist, dass der in Methan- und Propylenmolekülen enthaltene Wasserstoff für die Energieabsorption sehr massgebend ist. Demnach wäre zu erwarten, dass die Häufigkeit der Geschwindigkeitsverluste von der in dem Moleküle vorhandenen Zahl der Wasserstoffatome abhängig wäre, und zwar müsste die Häufigkeit für eine bestimmte Strahlengeschwindigkeit mit zunehmender Wasserstoffatomzahl zunehmen. Wir berechnen zu diesem Zweck aus in Methan und Propylen (Fig. V) für 30-Volt-Strahlen beobachteten Kurven die Wahrscheinlichkeit der Summe der Geschwindigkeitsverluste  $v$  und  $2v$  samt  $v$ ,  $2v$  und  $3v$ . In der Tabelle XII sind dann diese Werte eingetragen. Wir finden in Übereinstimmung mit Obigem, dass die Wahrscheinlichkeit der betreffenden Geschwindigkeitsverluste mit der Zahl der Wasserstoffatome zunimmt (Tabelle XII). Die Werte für Wasserstoff sind durch lineare Interpolation aus den in der Tabelle X enthaltenen Werte für 20- und 40-Volt-Strahlen erhalten.

TABELLE XII.

	Wasserstoff $H_2$	Methan $CH_4$	Propylen $C_3H_6$
$\frac{1}{P} \log C$	5.4	7.7	10.6
$\frac{1}{P} \log D$	8.2	11.5	23.0

## ZWEITER TEIL.

### Selektive Kathodenstrahlenabsorption.

#### A. Historisches.

Nach den Beobachtungen und nach der Theorie der Kathodenstrahlenabsorption von LENARD steigt der für die Absorption der Kathodenstrahlen wirksame Molekülquerschnitt von einem sehr kleinen Wert bei grosser Strahlengeschwindigkeit allmählich und kontinuierlich mit sinkender Strahlengeschwindigkeit bis zu einem Grenzwert, der in der Nähe von der von LENARD entdeckten 11-Volt-Grenze schon erreicht wird. Von diesem Wert ab ist der für Kathodenstrahlen absorbierende Querschnitt konstant und von der Geschwindigkeit unabhängig und zwar annähernd gleich dem aus der kinetischen Theorie der Gase berechneten Wert des Molekülquerschnitts<sup>1</sup>. Dies Resultat ist nacher oft nachgeprüft und bestätigt worden<sup>2</sup>.

Aus den Resultaten des ersten Teiles dieser Untersuchung folgt jedoch, dass Kathodenstrahlen nach Erreichung einer bestimmten Geschwindigkeit grössere Energiemengen an die Moleküle abzugeben anfangen. Diese Energieabgabe trifft, wie schon dargelegt ist, schon bei Geschwindigkeiten weit unterhalb der Trägerbildungsspannung des betreffenden Gases, ein.

Die Resultate des ersten Teiles dieser Untersuchung deuten eine Vergrösserung des absorbierenden Querschnittes an bei der Geschwindigkeit, wo diese Energieabgabe einsetzt. Da jedoch, wie wir gefunden haben, die elektrische Ladung mit verminderter Geschwindigkeit nach dem Energieverlust weiter fliegt, könnte sie jedoch bei der gewöhnlichen Methode der Absorptionsmessung, wo nur die Menge, nicht die Geschwindigkeit der Strahlen berücksichtigt wird, zur Messung gelangen. Wäre dies der Fall, so wäre das Gesetz der konstanten Querschnitte für kleine Strahlengeschwindigkeiten nicht in Widerspruch mit unseren Resultaten.

Wir wollen jetzt zeigen, dass das Gesetz der konstanten Querschnitte nur ein Annäherungsgesetz ist, das jedoch bei der gewöhnlichen Methode der Absorptions-

<sup>1</sup> P. LENARD, ann. d. Phys. B, 12. S. 714. 1903.

<sup>2</sup> ROBINSON, ebenda, B. 31. S. 805. 1910.

F. MAYER, ebenda, B. 45. S. 28. 1914.

C. RAMSAUER, ebenda, B. 45. S. 1150. 1914.



messung den Tatsachen vollkommen Rechnung trägt. Wir werden finden, dass der absorbierende Querschnitt bei einer bestimmten Geschwindigkeit — öfter einer sehr kleinen — einer Vergrößerung unterworfen ist, d. h. dass die Absorptionskoeffizienten bei dieser Geschwindigkeit einer Vergrößerung unterliegen. Die Absorptionskoeffizienten sind also auch nicht bei den kleinen Geschwindigkeiten von der Geschwindigkeit vollkommen unabhängige Grössen. Die Abweichungen gehen in der Richtung, dass *die langsamsten Strahlen mehr durchdringungsfähig als die schnelleren erscheinen*.

Wir glauben zweckmässig diese Absorption als eine selektive bezeichnen zu können in Analogie mit der selektiven Absorption bei Röntgenstrahlen, wenn wir hier einen Geschwindigkeitsbereich mit einem Wellenlängenbereich bei den letzteren vergleichen.

Der Nachweis der selektiven Absorption wurde ermöglicht durch eine besondere Ausführung der Beobachtungen, indem in einem kleinen Geschwindigkeitsbereich eine grosse Menge von Punkten beobachtet wurde, wodurch die Abhängigkeit der Absorption von der Geschwindigkeit als kontinuierliche Funktion der Geschwindigkeit dargestellt werden kann.

Wir haben die absoluten Werte der Absorptionskoeffizienten zahlenmässig nicht ermittelt, da diese Werte zum Verständnis des Wesens der selektiven Absorption unwesentlich sind. Wir haben nur das Verhalten der verschiedenen Molekylgattungen in Bezug auf die Geschwindigkeit, bei welcher die selektive Absorption einsetzt, unter einander verglichen. Aus den gewonnenen Material lässt sich jedoch übersehen, dass in einigen Fällen — z. B. Methan — die Absorptionskoeffizienten bei den kleinen Geschwindigkeiten bedeutend kleiner ausfallen als bei etwas grösserer Strahlengeschwindigkeit.

## B. Versuchsanordnung.

Die benutzte Versuchsanordnung war die in dem ersten Teil beschriebene (Fig. I) mit ganz unwesentlichen Abänderungen. Die Ausführung der Beobachtungen geschah so, dass die durch das Gasresiduum zum Auffangskäfig *K* gelangende Menge als Gesamtmenge unabhängig von deren Geschwindigkeit gemessen wurde. Bei diesen Messungen wird also kein bremsendes Feld zwischen  $E_1$  und dem Käfig eingeschaltet. Die zum Käfig gelangende Menge wird als Funktion der zwischen *U* und *E* eingeschalteten Spannung bestimmt. Zur Verdeutlichung sei hier eine beliebige Beobachtungsreihe mitgeteilt.

Die Elektrometerausschläge werden dann als Funktion der Geschwindigkeit graphisch eingetragen. Die Fig. IX—XVII geben die Resultate einiger in dieser Weise gemachten Beobachtungen.

Kohlensäure	Druck, 0,00885
Strahlengeschwindigkeit in Volt.	Elektrometerausschlag.
5	49
12	80
9	102
10	92
16	96
7	104
0	2
3	24
8	105
13	83
7	105
15	92
11	87

### C. Resultate.

Wir sehen sofort aus dem vorhandenen Beobachtungsmaterial, dass sich die verschiedenen Gase in Bezug auf die Absorption der langsamsten Strahlen sehr charakteristisch verhalten. Betrachten wir die in Methan erhaltene Kurve (Fig. IX) so finden wir, dass sie erst normal ansteigt entsprechend der Tatsache, dass mit

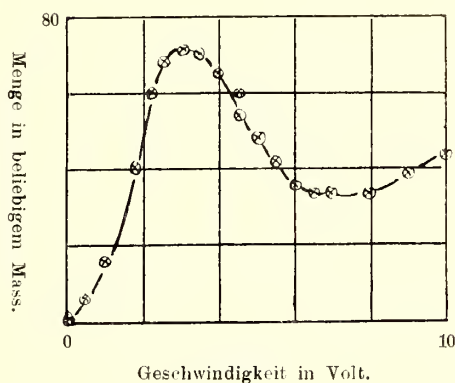


Fig. IX.

Methan. Druck 0,002 mm Hg.

steigender Strahlengeschwindigkeit durch die richtende Wirkung des zwischen  $U$  und  $E$  eingeschalteten beschleunigenden elektrischen Feldes mehrere Strahlen durch die Blendenöffnung zum Auffangkäfig gelenkt werden. Bei der Geschwindigkeit 3 Volt erreicht die Kurve ein Maximum, fällt dann ab bis 7 Volt Geschwindigkeit, wovon sie dann allmählich in dem untersuchten Geschwindigkeitsintervall — bis 20 Volt — kontinuierlich ansteigt.

Das Sinken der Kurve nach dem Maximum bedeutet das Einsetzen der selektiven Absorption. Das selektive Absorptionsgebiet erstreckt sich dann von dem Maximum zu den grösseren Geschwindigkeiten.

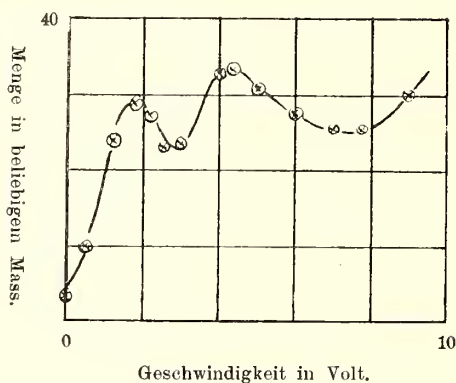


Fig. X.

Propylen. Druck 0.0058 mm Hg.

Die Geschwindigkeit, bei welcher die selektive Absorption einsetzt, kann nicht mit grösserer Genauigkeit aus den Kurven ermittelt werden, da sowohl Volta-Kontaktpotentialdifferenzen wie die Anfangsgeschwindigkeiten der von der Platte  $U$  kommenden Elektronen sowie deren Geschwindigkeitsverteilung die Lage des Maximums beeinflussen<sup>1</sup>. Man kann jedoch mit Sicherheit annehmen, dass die wahre

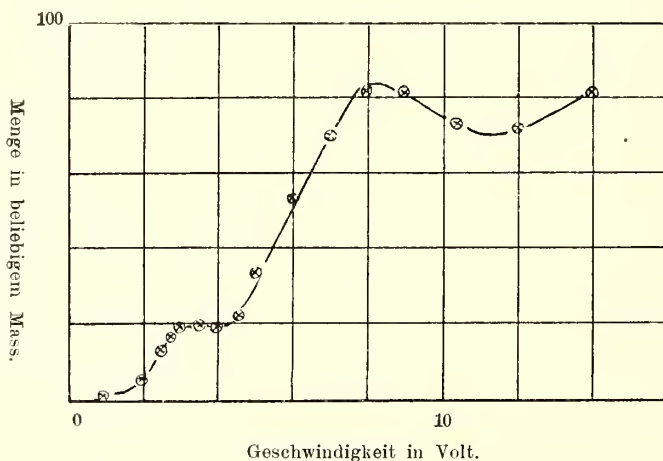


Fig. XI.

Kohlensäure. Druck  $> 0.0089$  mm Hg.

<sup>1</sup> Wird die Lage des Maximums aus verschiedenen beobachteten Kurven ermittelt, so weichen die dabei erhaltenen Zahlenwerte höchstens um 1 Volt von einander ab. Sind verschiedene Maximumwerte beobachtet, so wird im im Folgenden immer mit dem Mittelwert dieser Maximumwerte gerechnet.

Geschwindigkeit, bei welcher die selektive Absorption einsetzt, nicht viel von der dem Maximum entsprechenden Geschwindigkeit abweicht. Die Abweichung wird im allgemeinen höchstens etwas mehr als ein Volt sein.

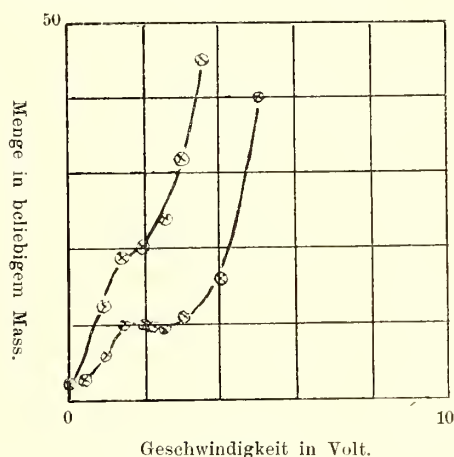


Fig. XII.

Kohlenoxyd. Druck  $> 0.0069$  (obere Kurve)  
 $> 0.0107$  (untere „ „)

Ein sehr interessantes Verhalten ist aus der in Propylen beobachteten Kurve (Fig. X.) zu ersehen. Hier setzt eine selektive Absorption bei zwei verschiedenen Geschwindigkeiten von 2 bzw. 4 Volt ein. Ein ähnliches Verhalten, jedoch viel weniger ausgeprägt, zeigten alle untersuchten Gase — Methan ausgenommen —

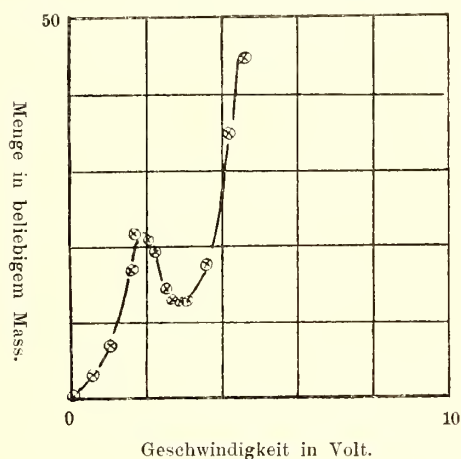


Fig. XIII.

Stickstoffoxydul. Druck 0.0102 mm Hg.

deren Moleküle aus verschiedenen Atomgattungen aufgebaut waren. Dies ist nicht in den hier mitgeteilten Figuren XIII und XII für Stickstoffoxydul und Kohlenoxyd zu ersehen, weil die den grösseren Geschwindigkeiten entsprechenden Elektrometer-



ausschläge in Vergleich mit den in den Figuren eingetragenen sehr gross waren. In Kohlensäure (siehe Fig. XI) kommt dies jedoch deutlich zum Vorschein.

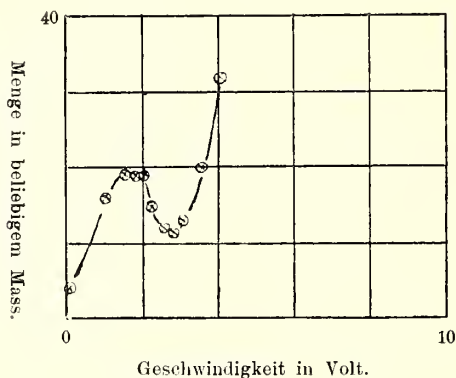


Fig. XIV.

Stickstoff. Druck 0.0101 mm Hg.

#### a. - Das Wesen der selektiven Absorption.

Aus dem vorhandenen Beobachtungsmaterial lassen sich jetzt folgende relative Geschwindigkeiten für das Eintreten der selektiven Absorption ermitteln. Wir rechnen dabei mit dem Maximumwert der Kurven. Die wahre Geschwindigkeit liegt wegen der Anfangsgeschwindigkeit der Strahlen etwas rechts von diesem Maximumwert. Wir erhalten dann folgende Übersicht, worin zum Vergleich auch die bekannten Trägerbildungsspannungen und die kleinsten beobachteten oder berechneten Geschwindigkeitsverluste eingetragen sind.

TABELLE XIII.

	Geschwindigkeit, bei welcher die selektive Absorption einsetzt			Trägerbildungs- spannung	Geschwindig- keitsverlust
Wasserstoff .....	—	—	—	11 (11,5)	4
Sauerstoff .....	—	—	7	9 (9,5)	8,3
Stickstoff .....	1,7	—	—	11,8 (7,5) <sup>1</sup>	7,1
Stickstoffoxydul .....	2	—	8	—	8
Kohlenoxyd .....	1,7	—	7	14,5	—
Kohlensäure .....	3	—	7,5	12,5	6,4
Propylen .....	2	4	—	—	3,4
Methan .....	—	3,7	—	13,5	4
Luft .....	—	—	8	9,5	—

<sup>1</sup> Die in Klammern befindlichen Zahlen stammen von den Herren Franck und Hertz. (Vergleiche S. 24).

Das Einsetzen der selektiven Absorption bei der Geschwindigkeit rund 8 Volt in allen sauerstoffhaltigen Verbindungen macht es sehr wahrscheinlich, dass die selektive Absorption bei dieser Geschwindigkeit durch das Vorhandensein der Sauerstoffatome verursacht ist. Es war dann wichtig nachzuprüfen, ob möglicherweise Luft als Verunreinigung die Resultate in irgend welcher Weise gefälscht hätte. Zu diesem Zweck wurde zuerst das Verhalten des Stickstoffs in Bezug auf seine selek-

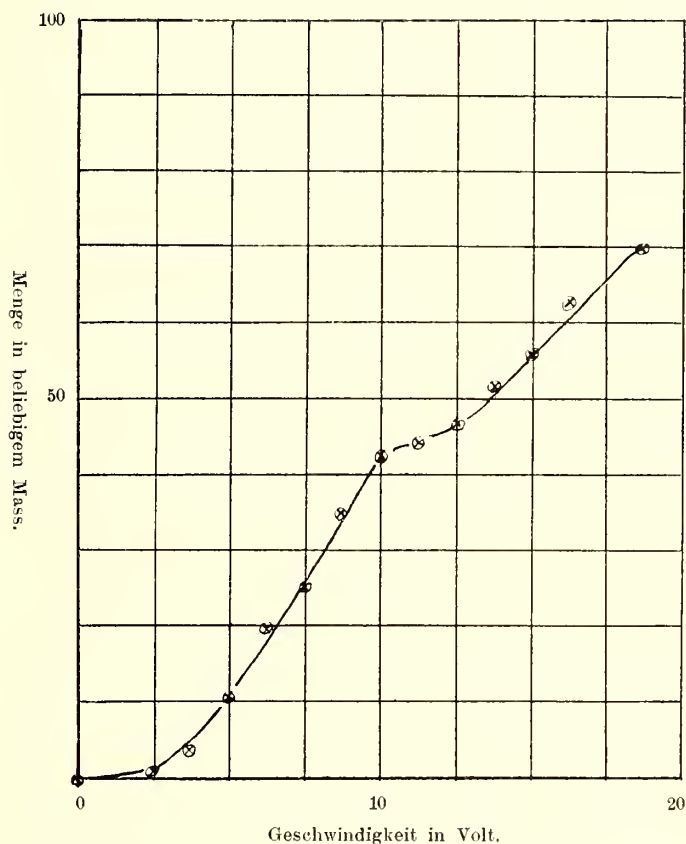


Fig. XV.

Luft. Druck  $> 0.0085$  mm Hg.

tive Absorption zwischen 0 und 20 Volt Geschwindigkeit untersucht. Es ist nicht gelungen eine selektive Absorption in diesem Gase nachzuweisen für Strahlen zwischen 5 und 20 Volt Geschwindigkeit, während dagegen bei geringerer Geschwindigkeit eine selektive Absorption gut nachweisbar war (Fig. XIV). Ich habe dann Absorptionskurven für Luft — wo der Sauerstoff als Verunreinigung des Stickstoffs betrachtet werden kann — aufgenommen und gefunden (siehe Fig. XV), dass die selektive Absorption in Luft bei der Geschwindigkeit 8 Volt einsetzt. Diese Absorption ist nach dem Obigen durch den Sauerstoff verursacht. Die Deutlichkeit aber, mit welcher die selektive Absorption in der Kurve zu sehen ist, war geringer

als in den anderen untersuchten Fällen. Es wird dann klar, dass die in den untersuchten Gasen bei rund 8 Volt einsetzende selektive Absorption nicht durch möglicherweise beigemischte Luft verursacht sein kann. Und im allgemeinen folgt, dass geringe Mengen von Verunreinigungen die Resultate nicht beeinflussen.

In Analogie mit dem Obigen sind die in der zweiten Kolumne eingetragenen Werte der Wasserstoffabsorption zuzuschreiben. Es scheint jedoch beim ersten Anblick widersprechend, dass eine selektive Absorption in reinem Wasserstoff bei 4 Volt nicht beobachtet wurde (Fig. XVII). Man sieht jedoch aus der Kurve, dass sie von 6 Volt ab schneller ansteigt als bei den geringeren Geschwindigkeiten. Die

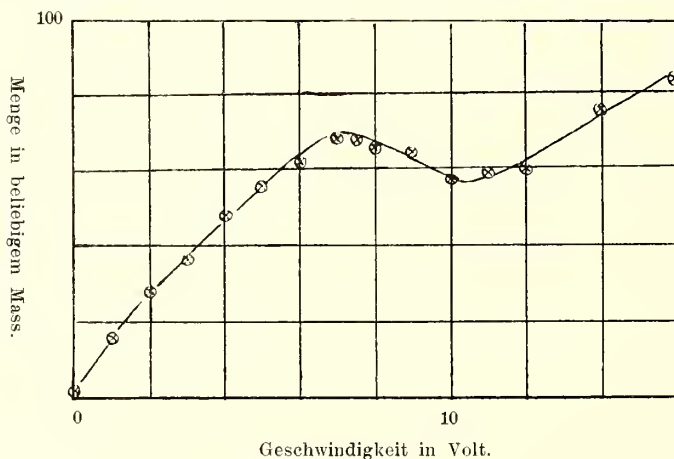


Fig. XVI.

Sauerstoff. Druck  $> 0.0103$  mm Hg.

Strahlen dieser Geschwindigkeiten werden darum kräftiger absorbiert als Strahlen von Geschwindigkeiten oberhalb 6 Volt. Dies steht in Übereinstimmung mit der bekannten Tatsache, dass von 4 Volt ab ungefähr die Absorption in Wasserstoff sehr schnell abnimmt<sup>1</sup>. Die selektive Absorption könnte dann von der abnehmenden Absorbierbarkeit der Strahlen höherer Geschwindigkeit als 4 Volt überkompensiert werden, wodurch der Nachweis der selektiven Absorption in Wasserstoff nach der gebrauchten Methode erschwert wird.

In Analogie mit Obigem und wie aus der ersten Kolumne der Tabelle XIII hervorgeht, sollten die selektive Kohlenstoffabsorption und Stickstoffabsorption alle beide bei rund 2 Volt einsetzen.

Sehr bemerkenswert ist die Tatsache, dass die selektive Kohlenstoffabsorption in Methan (Fig. IX) nicht nachgewiesen werden konnte. Dies steht vollkommen in Übereinstimmung mit der stereochemischen Formel des Methanmoleküls<sup>2</sup>. In Methan sitzen die Wasserstoffatome an den Ecken eines Tetraeders, in dessen Mitte sich das Kohlenatom befindet. Dieses wird dann von den Wasserstoffatomen vollkom-

<sup>1</sup> Siehe die von Robinson mitgeteilten Kurven, Ann. d. Phys. B. 31. S. 813. 1910.

<sup>2</sup> J. PERRIN, Die Atome S. 32.

men gedeckt und kan nicht von den Strahlen getroffen werden, da diese langsamen Strahlen die Moleküle nicht durchqueren können.

Auffällig ist auch das Auftreten der selektiven Kohlenabsorption in Kohlensäure bei rund 3 Volt. Dies deutet einen Einfluss der chemischen Bindung auf die Geschwindigkeit an, bei welcher die selektive Absorption einsetzt. Da jedoch, wie erwähnt, die Genauigkeit der Geschwindigkeitsmessung nicht gross ist, dürfte

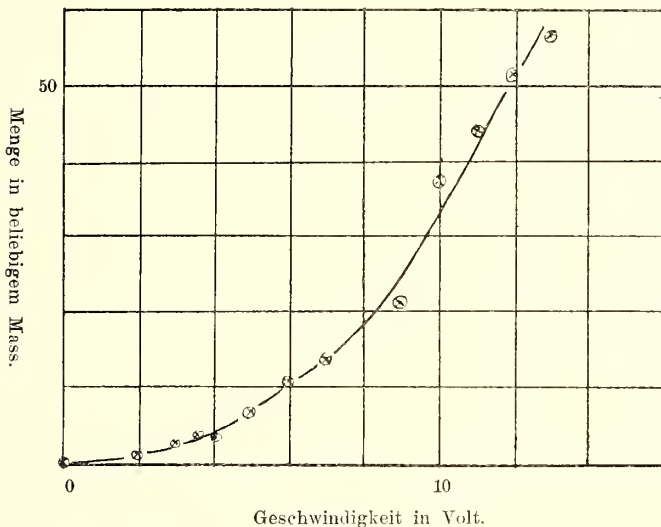


Fig. XVII.

Wasserstoff. Druck  $> 0.005$  mm Hg.

der Einfluss der chemischen Bindung auf die Grenzgeschwindigkeit, bei welcher die Absorption einsetzt, aus dem vorhandenen Beobachtungsmaterial nicht entschieden werden können.

Als sicher festgestellt dürfte jedoch angesehen werden können, dass die Atome einer Verbindung bei der Absorption der langsamsten Kathodenstrahlen eine viel grössere Rolle spielen als bisher angenommen war.

#### b. Selektive Absorption und Trägerbildungsspannung.

Werden die Geschwindigkeitswerte, wo die selektive Absorption einsetzt, mit den bekannten Trägerbildungsspannungen der betreffenden Gase verglichen, so sieht man sofort aus der Tabelle XIII, dass im allgemeinen die selektive Absorption weit unterhalb der Trägerbildungsspannung einsetzt. Weiter ist es nicht gelungen, in einigen untersuchten Fällen das Einsetzen einer selektiven Absorption bei der Trägerbildungsspannung nachzuweisen (Wasserstoff, Stickstoff, Methan), obwohl zu diesem Zweck wiederholte Versuche angestellt worden sind.



Man ist dann berechtigt zu schliessen, dass Elektronen, die sich mit Geschwindigkeiten wenig Oberhalb der Trägerbildungsspannung bewegen, sich im allgemeinen nicht anders den Molekülen gegenüber verhalten als Strahlen, deren Geschwindigkeit noch nicht die Trägerbildungsspannung erreicht hat. Nur diejenigen Strahlen, welche Sekundärstrahlen erregen, müssen sich besonders verhalten, und die Menge dieser Strahlen ist in der Nähe der Trägerbildungsspannung nicht gross, denn der sekundärstrahlende Querschnitt eines Moleküls steigt vom Werte 0 bei der Trägerbildungsspannung *allmählich* bis zu einem Maximum, das erst bei ungefähr 150 Volt Geschwindigkeit erreicht wird<sup>1</sup>. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kathodenstrahl bei der Trägerbildungsspannung einen Sekundärstrahl erregt ist also nur ganz gering<sup>2</sup>.

### c. Selektive Absorption und Geschwindigkeitsverlust.

Das Einsetzen der selektiven Absorption in Sauerstoff, Kohlensäure, Methan, Propylen bei Geschwindigkeiten, die jedenfalls sehr nahe dem in diesen Gasen gefundenen kleinsten Geschwindigkeitsverlust liegen, macht es wahrscheinlich, dass der selektive Absorption dadurch zustande kommt, dass die Geschwindigkeitsverluste bei dieser Geschwindigkeit eintreten.

Wir nehmen vorläufig dies Resultat als richtig an und prüfen, ob die vorhandenen Abweichungen zu erklären sind. Wir finden zuerst, wie aus den nach der Gegenspannungsmethode aufgenommenen Kurven zu ersehen ist<sup>3</sup>, keine kleinen Geschwindigkeitsverluste entsprechend der bei rund 2 Volt auftretenden selektiven Absorption. Dies ist verständlich, denn das Beobachten *eines kleinen* Geschwindigkeitsverlustes nach der Gegenspannungsmethode wird sehr schwer, da die Unsicherheit der Messung am Ende der Kurve gross wird. Eine kleine Stufenlänge schmilzt nämlich mit dem steil abfallenden Teil der Kurve zusammen.

Wir haben weiter im ersten Teil gefunden, dass die Wahrscheinlichkeit eines bestimmten Geschwindigkeitsverlusts bei steigender Geschwindigkeit des einfallenden Strahlenbündels abnimmt. Die nach der Gegenspannungsmethode untersuchten Geschwindigkeiten sind gross im Vergleich mit kleinen Geschwindigkeitsverlusten von 2 Volt. Es könnte demnach sein, dass die Wahrscheinlichkeit dieser kleinen Geschwindigkeitsverluste bei den untersuchten Geschwindigkeiten schon sehr klein ist, wodurch sie in den nach der Gegenspannungsmethode aufgenommenen Kurven überhaupt nicht zum Vorschein kommen können.

Man findet noch Analogien zwischen der Deutlichkeit, mit welcher die selektive Absorption in den Absorptionskurven zu sehen ist, und den Höhen der Stufen. In Fällen, wo diese sehr ausgeprägt sind, z. B. Sauerstoff, Kohlensäure, Propylen, tritt auch das Maximum, wo die selektive Absorption einsetzt, sehr deutlich hervor.

<sup>1</sup> FRANZ MAYER, Ann. d. Phys. B. 45. S. 27. 1914.

<sup>2</sup> FRANCK und HERTZ, Ber. d. d. phys. G. B. 16. S. 458. 1914.

<sup>3</sup> Siehe die Kurven im ersten Teil.

In Kohlenoxyd, wo eine Stufe von der Länge 7 Volt nicht beobachtet wurde, war die bei 7 Volt einsetzende selektive Absorption auch sehr undeutlich aus der Absorptionskurve zu ersehen.

Besonders im Stickstoff, wo das Eintreten der selektiven Absorption bei 2 Volt Strahlengeschwindigkeit anfängt, schien es mir wichtig nach der Gegenspannungsmethode nachzuprüfen, ob denn wirklich kleine Geschwindigkeitsverluste von rund 2 Volt vorkommen könnten<sup>1</sup>. Der Nachweis so kleiner Geschwindigkeitsverluste ist experimentell sehr schwer — wie oben bemerkt — jedoch kann aus Beobachtungen, die ich über 8-, 15-, 30- und 40-Volt Strahlen besonders zu diesem Zweck vorgenommen habe, mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass Geschwindigkeitsverluste von dem Betrage zwischen 2 und 3 Volt vorkommen können.

Da es weiter nicht gelungen ist, eine selektive Absorption in Stickstoff bei rund 7 Volt zu finden, scheint es nicht unwahrscheinlich, dass der in der Tabelle VI enthaltene Geschwindigkeitsverlust ein Multipel eines Geschwindigkeitsverlustes zwischen 2 und 3 Volt sein könnte.

Wir haben also gefunden, dass in einigen Fällen die Geschwindigkeiten, bei welchen die selektive Absorption einsetzt, mit den beobachteten Geschwindigkeitsverlusten gut übereinstimmen, und dass die Fälle, wo die Übereinstimmung weniger gut war, sich durch experimentelle Schwierigkeiten leicht erklären lassen, und glauben uns dann berechtigt zu schliessen, dass die selektive Absorption im allgemeinen durch das Eintreffen der Geschwindigkeitsverluste bei dieser Geschwindigkeit verursacht ist.

#### d. Die physikalische Bedeutung der Vergrösserung des absorbierenden Querschnitts.

Das aus den Figuren IX—XVII erhaltene Resultat, dass die langsamen Kathodenstrahlen mehr durchdringungsfähig als etwas schnellere Strahlen sind, scheint beim ersten Anblick recht merkwürdig. Wir werden darum die physikalische Bedeutung dieses Resultats näher erörtern und werden finden, dass es in Übereinstimmung mit schon bekannten Tatsachen über das Verhalten langsam bewegter Elektronen den Molekülen gegenüber steht. Die Herren Franck und Hertz haben experimentell nachgewiesen, dass langsam bewegte Elektronen an einzelnen Molekülen reflektiert werden können<sup>2</sup>. Wir nehmen also an, es finde bei kleinen Geschwindigkeiten Elektronenreflexion statt, und zwar eine echte d. h. nach den Gesetzen des Stosses vollkommen elastischer Kugeln. Diejenigen von der Platte

<sup>1</sup> In Stickstoff hat man immer grosse Wanderungsgeschwindigkeiten für die negativen Elektrizitätsträger gefunden, woraus man den Schluss gezogen hat, dass diese Träger freie Elektronen sind, welche dann an den Stickstoffmolekülen *ohne Geschwindigkeitsverlust* reflektiert werden. Vergleiche P. LENARD, Ann. d. Phys. B. 40. S. 405. 1913.

<sup>2</sup> Ber. d. d. phys. G. B. 15. S. 380. 1013.

$U$  (siehe Fig. I) kommenden Elektronen, die die peripheren Teile des zu dem einfallenden Strahlenbündel senkrechten Molekülquerschnitts treffen, werden dann mit nur ganz geringer Richtungsablenkung reflektiert. Diese Strahlen laufen dann weiter und können von dem Käfig aufgefangen werden. Diejenigen Strahlen aber, welche die zentralen Teile des Molekülquerschnitts treffen, unterliegen der Reflexion mit grossen Ablenkungen und können darum nicht oder wenigstens nur ausnahmsweise zum Käfig gelangen. Hört jetzt die echte Reflexion auf, wenn die Geschwindigkeit des einfallenden Bündels den Betrag erreicht hat, wo die Strahlen grosse Energiemengen an das Molekül abzugeben anfangen, so ist jedenfalls für diese Strahlen ein anderes Reflexionsgesetz zu erwarten. Wahrscheinlich werden sie nach den grossen Energieverlusten nach allen Richtungen des Raumes hin zerstreut, d. h. dass die Richtung des Strahles nach dem Energieverlust von der Richtung des einfallenden Strahles vollkommen unabhängig ist. Von der von der peripheren Molekülfläche in der ursprünglichen Strahlenrichtung reflektierten Menge kann nach dem Eintreten der Geschwindigkeitsverluste auf dieser Fläche nur ein *Bruchteil* in der Richtung des einfallenden Bündels verlaufen. Andererseits könnten jetzt auch von anderen Teilen des Molekülquerschnitts Strahlen in der Richtung des einfallenden Strahlenbündels reflektiert werden, und man könnte erwarten, dass diese Menge die Verminderung der von den peripheren Teilen reflektierten Menge kompensierte. Dies ist aber nicht möglich, denn das Molekül selbst hält die von den zentralen Teilen des Querschnitts reflektierten Strahlen vom Käfig fern. Sie werden dann entweder von dem Moleküle absorbiert, wodurch das Molekül zu einem negativen Elektrizitätsträger umgewandelt wird, oder zurückgestrahlt.

Wir finden also, dass die Annahme, dass eine Zerstreung bei einer bestimmten Geschwindigkeit eintreten kann, vollkommen genügt um zu erklären, warum die in der ursprünglichen Richtung laufende Strahlenmenge mit dem Auftreten von Strahlen dieser Geschwindigkeit abnimmt. Die Ursache der Zerstreung sollten die bei dieser Geschwindigkeit eintretenden grossen Energieabgaben an das Molekül sein.

Die Beobachtungen über die selektive Absorption lassen sich nicht vereinbaren mit der Annahme, dass die selektive Absorption darin besteht, dass das Elektron von dem Moleküle festgehalten wird. Wir haben nämlich nach der Gegenspannungsmethode gefunden, dass der Strahl mit verringerter Geschwindigkeit nach der Energieabgabe weiter läuft, da nach unserer Auffassung die selektive Absorption durch das Auftreten der Geschwindigkeitsverluste bedingt ist. Es scheint uns dann auch nicht zweckmässig den Vorgang des Energieaustausches als einen unelastischen Stoss zu bezeichnen, da dieser Name den Tatsachen keine Rechnung trägt. Viel richtiger dürfte es sein diesen Vorgang eine selektive Absorption zu heissen.

Nach unserer Auffassung, dass die Flächenelemente eines Moleküls Strahlen von kleineren Geschwindigkeiten in einer gegebenen Richtung reflektieren, ist es leicht einzusehen, warum die in dem ersten Teil dieser Untersuchung nach der Gegenspannungsmethode beobachteten Geschwindigkeitsverluste in den Absorptionskurven nicht zum Vorschein kommen.

Ist nämlich einmal bei einer kleinen Geschwindigkeit eine vollkommene Zerstreuung eingetreten durch das Auftreten kleiner Geschwindigkeitsverluste, so bleibt offenbar diese Zerstreuung bestehen, wenn auch grössere Geschwindigkeitsverluste auf demselben Flächenelement allmählich auftreten.

Man sieht auch leicht ein, dass die zusammengestzten Moleküle in Bezug auf die Reflexion der Strahlen die Eigenschaften ihrer Komponenten anzeigen müssen. Die Strahlen werden nämlich von den das Molekül bildenden Atomen reflektiert, und es wird verständlich, dass die Reflexion für die verschiedenen Atome bei verschiedenen Geschwindigkeiten aufhören kann. Die sehr langsamen Kathodenstrahlen scheinen demnach ein geeignetes Mittel zur Erforschung der Molekularstruktur zu sein.

---



## DRITTER TEIL.

### Das Kathodenstrahlenvakuumrohr aus Metall.

Bei Versuchen über langsame Kathodenstrahlen, wo die elektrische Ladung, die die Strahlen mitführen, elektrometrisch gemessen wird, kann öfter ein störender Faktor die Messungen sehr erschweren. Die Störungen kommen dadurch zu Stande, dass Teile des Versuchsrohrs — Glas — elektrisch geladen werden. Die Ladungen induzieren auf die Zuleitungen zum Elektrometer, besonders wenn diese innerhalb des Versuchsrohres verlaufen. Es ist nämlich dann nicht immer möglich, diese Leit-

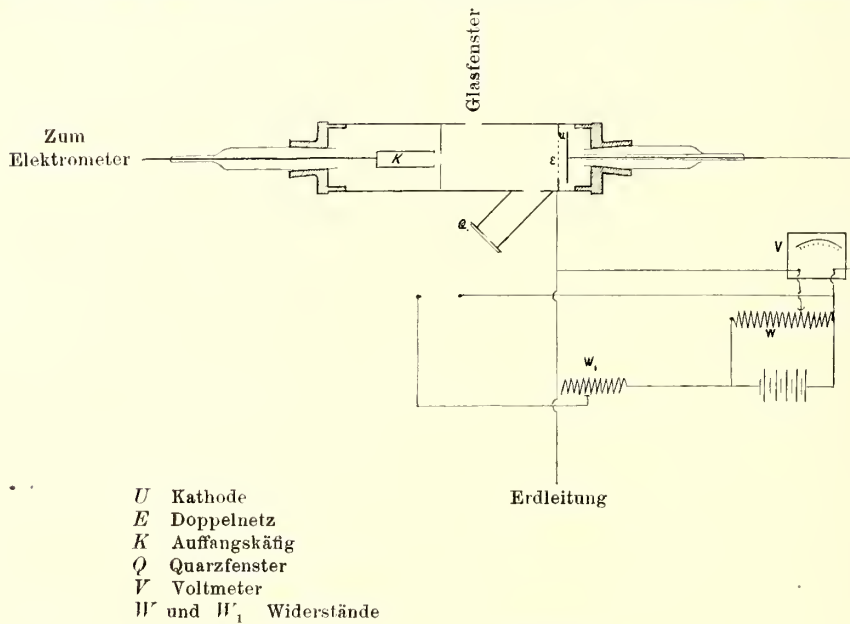


Fig. XVIII.

ungen durch mit der Erde verbundene Metallhüllen vollkommen elektrostatisch zu schützen. Wenn dann die Erdleitung des Elektrometers unterbrochen wird, verursachen die elektrischen Ladungen einen recht beträchtlichen Elektrometergang, und es wird nötig, längere Zeit abzuwarten, bis die Störung verschwunden ist.

Die Ladungen im Glase entstehen sehr leicht bei Arbeiten mit einer Molekularpumpe, da die Erschütterungen eine Reibung zwischen dem Glase und den Unter-

langen des Versuchsrohrs verursachen. Wegen dieser Erschütterungen muss man auch die im Glasrohr eingebauten Metallteile sehr gut befestigen, damit Verschiebungen vermieden werden. Wegen der Zerbrechlichkeit des Glases müssen jedoch alle Spannungen zwischen Glas und Metall sorgfältig vermieden werden, was nicht immer leicht zu erreichen ist.

Alle diese Schwierigkeiten sind bei der Verwendung eines Vakuumrohrs aus Metall nicht mehr vorhanden. Die Figur XVIII zeigt in schematischer Darstellung ein Metallrohr, das für das Studium der langsamen Strahlen sehr zweckmässig ist. Das Metallrohr ist ein gewöhnliches Messingsrohr — Durchmesser 4 cm., Wandstärke 0,5 mm. — in dessen Ende grosse Messingschliffe hineinpasse, durch deren Mitte die elektrischen Zuleitungen mit Hülfe von kleinen Glasschliffen hindurch-

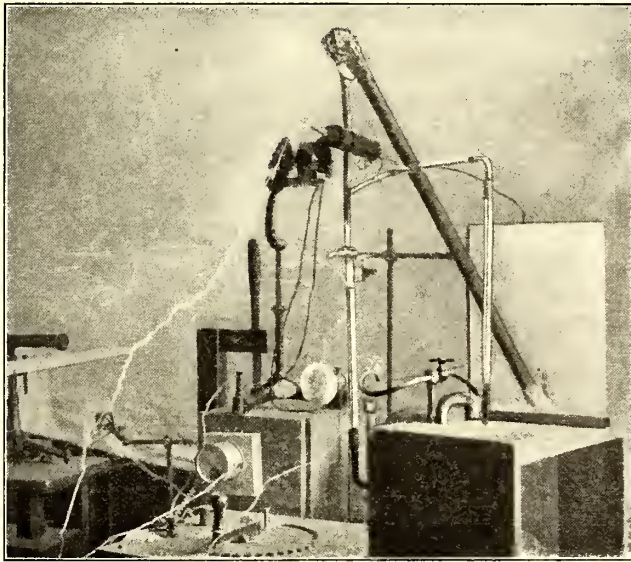


Fig. XIX.

geführt werden. Seitlich sind das Quarzfenster *Q* zum Einlassen des ultravioletten Lichtes und noch ein fenster aus Glas zum Durchschauen angebracht. Die Figur XIX zeigt das Metallrohr an eine Gaede-Quecksilberpumpe angeschlossen.

Wurde dies Metallrohr evakuiert, so weit es mit der Gaede-Pumpe möglich war, so hielt sich das dabei erhaltene Vakuum längere Zeit vollkommen konstant, was durch Kathodenstrahlenabsorptionsmessungen sehr leicht und scharf kontrolliert werden konnte.

Das Rohr ist auch leicht zu handhaben, da Stösse überhaupt nicht das Rohr beschädigen, wie es leicht mit einem Glasrohr geschehen kann. Eine Erwärmung des Rohres, die für verschiedene Zwecke nützlich ist, kann auch ohne weiteres vorgenommen werden. Man kann auch sehr leicht Schliffe an beliebigen Stellen des Rohres anbringen oder unbrauchbare Schliffe entfernen. Die Schliffe werden mit Zinn angelötet.

Als ein grosser Vorteil dieses Rohres muss auch angesehen werden, dass die Fläche, die mit dem Vakuum in Berührung kommt, bedeutend kleiner wird, als es möglich ist, wenn Glasrohre benutzt werden. Im letzteren Falle müssen nämlich die Metallteile in dem Glasrohre eingebaut werden, wobei eine grosse Fläche mit dem Vakuum in Berührung kommt. Diese grosse Fläche kann dann grössere Dampfmengen, besonders Wasserdampf, absorbieren.

Ich habe mit diesem Rohr eine Reihe Messungen über die selektive Absorption vorgenommen. Da ich jedoch bei diesen Versuchen mit einer rotierenden Quecksilberpumpe ohne Kühlung arbeiten musste, kann es nicht als vollkommen sicher betrachtet werden, dass das erhaltene Vakuum von Spuren von Wasserdampf vollkommen befreit war<sup>1</sup>. Ich werde darum diese Messungen erst, nachdem ich sie unter vollkommen reinen Bedingungen durchgeführt habe, zur Veröffentlichung bringen.

Ein bemerkenswertes Resultat, dass ich mit diesem Rohre erzielt habe, betrifft die Menge der seitlich abgelenkten Elektronen. Ich habe hinter der vor dem Käfig befindlichen Blende einen berussten Messingring (Durchmesser 2 cm, Länge 0,5 cm) so angebracht, dass das durch die Blendenöffnung kommende Strahlenbündel durch den Mittelpunkt des Ringes ging<sup>2</sup>. Der Ring war mit dem Elektrometer verbunden, (Fig. XIX). Die zum Ringe gelangende Strahlenmenge wurde als Funktion der zwischen  $U$  und  $E$  eingeschalteten Spannung gemessen. Diese Funktion zeigte genau *dieselben Einzelheiten in Bezug auf die selektive Absorption wie die direkten Strahlen*. Ich habe die Absicht, dieser Sache eine künftige Untersuchung zu widmen, wobei gleichzeitig die Menge der direkten und der abgelenkten Strahlen gemessen werden soll. In dieser Weise wird es nämlich möglich, Aufschlüsse zu bekommen über die Reflexionsfähigkeit der verschiedenen Moleküle in Bezug auf die langsamen Kathodenstrahlen.

---

<sup>1</sup> Ich habe mit dem frisch zusammengesetzten Rohr — also wenn Wasserdampf noch im Rohr vorhanden war — Messungen vorgenommen, die mit grosser Deutlichkeit eine kräftige selektive Absorption unterhalb 4 Volt anzeigten (Wasserstoff) und das Einsetzen einer starken selektiven Absorption bei 8 Volt (Sauerstoff). Nach ein paar Tagen, als das Rohr durch Phosphorpentoxyd getrocknet war, zeigte die erhaltene Kurve keine Andeutung einer selektiven Absorption. Es ist demnach sehr wahrscheinlich, dass die beobachtete selektive Absorption den Komponenten des Wasserstoffmoleküles zuzuschreiben ist.

<sup>2</sup> Der Käfig war bei diesen Versuchen zurückgeschoben.

## Zusammenfassung.

1. Die von Lenard zuerst benutzte Gegenspannungsmethode ist weiter ausgebildet worden, so dass die Energieverteilung eines Kathodenstrahlenbündels mit grosser Genauigkeit nach dieser Methode untersucht werden kann.

2. Nach der Gegenspannungsmethode sind die Geschwindigkeitsverluste, denen die langsamen Kathodenstrahlen beim Zusammentreffen mit *einzelnen Molekülen* unterliegen, für eine Reihe von Gasen gemessen.

3. Diese Geschwindigkeitsverluste lassen sich als Multiplen eines kleinsten für jede Molekül-gattung charakteristischen Geschwindigkeitsverlusts darstellen.

4. Dieser kleinste Geschwindigkeitsverlust hat im allgemeinen einen Wert, der bedeutend niedriger ist als die den betreffenden Molekülen zugehörige Trägerbildungsspannung.

5. Der Betrag eines bestimmten Geschwindigkeitsverlusts in Volt gemessen ist unabhängig von der Strahlengeschwindigkeit.

6. Die Wahrscheinlichkeit eines Geschwindigkeitsverlusts nimmt mit wachsender Geschwindigkeit ab — jedenfalls von einer bestimmten Geschwindigkeit an.

7. Die Wahrscheinlichkeit eines Geschwindigkeitsverlusts ist von der Natur des getroffenen Moleküls abhängig.

8. Bei der Geschwindigkeit, wo die Geschwindigkeitsverluste einsetzen, unterliegen die sogenannten absorbierenden Querschnitte der Moleküle einer Vergrösserung.

9. Die physikalische Bedeutung der Vergrösserung des absorbierenden Querschnittes besteht darin, dass die sehr langsamen Strahlen von den peripheren Teilen des Moleküls ohne grössere Richtungslenkung reflektiert werden, während die Strahlen, welche auf derselben Fläche dem Geschwindigkeitsverluste unterliegen, nach allen Richtungen hin zertreut werden.

10. Die selektive Absorption ist aller Wahrscheinlichkeit nach eine atomistische Eigenschaft.

11. Bei Untersuchungen über langsame Kathodenstrahlen ist es zweckmässig, Vakuumrohre aus Metall zu verwenden, da dadurch sowohl elektrostatische Störungen wie reine experimentelle Schwierigkeiten, die immer beim Arbeiten mit Glasrohren auftreten, leicht vermieden werden.

---



Die dieser Arbeit zu Grunde liegenden Beobachtungen sind hauptsächlich in dem physikalischen Institut zu Heidelberg ausgeführt worden. Die Bearbeitung des Versuchsmaterials ist im hiesigen physikalischen Institut unternommen, wo auch das Vakuumrohr aus Metall gebaut wurde und die mit diesem Rohr gemachten Messungen vorgenommen sind.

Es ist mir hier eine angenehme Pflicht, meinem Lehrer, Herrn Geheimrat P. LENARD, Heidelberg, meinen Dank auszusprechen, weil er mich zur Untersuchung der Geschwindigkeitsverluste der Kathodenstrahlen angeregt hat, und für die freundliche Förderung, die er der Untersuchung bis zu meiner ersten Veröffentlichung über diese Frage<sup>1</sup> angedeihen liess. Ich danke ihm ferner dafür, dass er mir später, wo ich als einziger Assistent bei ihm tätig war, noch Gelegenheit verschaffte zur Fortsetzung der Arbeit, und für die Bereitwilligkeit, womit er mir die Mittel des Instituts zur Verfügung stellte.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit auch meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor J. R. RYDBERG, der mich zuerst für das Studium der Physik interessiert hat, für wertvolle Ratschläge und freundliches Entgegenkommen während meiner ganzen Studienzeit meinen wärmsten Dank sagen.

Meinem Lehrer und Freund, Herrn Privatdozent M. SIEGBAHN, danke ich für das rege Interesse, das er meiner Arbeit stets entgegengebracht hat.

---

<sup>1</sup> N. ÅKESSON, Sitzungsber. der Heidelberger Akademie d. Wissenschaften Abt A. Abh. 21 1914.



# UNTERSUCHUNGEN ÜBER SEPTIERTE THYLLEN

NEBST ANDEREN BEITRÄGEN ZU EINER  
MONOGRAPHIE DER THYLLENFRAGE

VON

OTTO GERTZ

---

MIT 8 TEXTFIGUREN

---

LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

Der K. Physiographischen Gesellschaft am 17. Mai 1916 vorgelegt.

LUND 1916  
HÅKAN OHLSSONS BUCHDRUCKEREI

Bekanntlich ist bei den Holzparenchym- und Markstrahlzellen vieler Pflanzen die Fähigkeit vorhanden, lokal in Form von sogenannten Thyllen zu hypertrophieren, wenn sie trachealen Elementen (Gefässen oder Tracheiden) anliegen. Diese Gebilde — auch Füllzellen (UNGER, DE BARY), *cellules intravasculaires* (TRÉCUL, GRIS) genannt — kommen durch lokalisiertes Flächenwachstum zu stande und zwar in der Weise, dass sich die Tüpfelschliesshaut oder im allgemeinen zirkumskripte Membranstücke in der Grenze zwischen den fraglichen Parenchymzellen und den trachealen Elementen in das Lumen der letzteren einstülpen und so grössere oder kleinere Aussackungen treiben.

Obgleich das Studium der Thyllen auf die Begründer der Pflanzenanatomie, MALPIGHI und LEEUWENHOEK, zurückgeht, ist die auf diese Gebilde sich beziehende Litteratur nicht besonders umfassend. Unsere jetzigen Kenntnisse von den Thyllen gründen sich in wesentlichen Punkten auf die klassische Arbeit von HERMINE REICHENBACH<sup>1</sup> (1845), die die Entwicklungsgeschichte derselben näher untersuchte

---

<sup>1</sup> Noch vor zehn Jahren scheint es in der wissenschaftlichen Welt gänzlich unbekannt gewesen zu sein, welcher Forschernamen unter dem Pseudonym EIN UNGENANTER in der Botanischen Zeitung 1845 steckte. In einer im Jahre 1905 veröffentlichten, biographischen Notiz teilte WIESNER mit, dieser anonyme Autor sei HERMINE VON REICHENBACH, als heiratet HERMINE SCHUH (1819—1902). In der betreffenden Notiz erwähnt WIESNER ferner, dass sie eine Nichte des berühmten Pflanzensystematikers LUDWIG REICHENBACH und Tochter des Naturforschers und Industriellen Freiherrn KARL VON REICHENBACH sei. In ihren jüngeren Jahren beschäftigte sie sich eingehend mit botanischer, insbesondere pflanzenanatomischer Forschung und veröffentlichte 1845 unter dem Namen »Ein Ungenanter« ihre Untersuchungen über die Thyllen, wonach im folgenden Jahre, ebenfalls in der Botanischen Zeitung (1846), eine weitere Arbeit über die Milchsaffgefässe erschien, die ebenso wie die vorige heute noch von Bedeutung ist. Diese zwei pflanzenanatomischen Arbeiten entstanden während ihres Aufenthalts bei Johanneum zu Graz, unter dem Einfluss von UNGER, welcher damals in Graz als Professor wirkte.

In einer beinahe gleichzeitig mit der obigen Notiz WIESNER's erschienenen Arbeit: »Forstbotanische Untersogelser« (1906) führt ferner PETERSEN eine von DE BARY seiner Zeit gelieferte Angabe an, nach welcher der vielgenannte Ungenannte, der Verfasser der anonymen Abhandlung über Thyllen in Botanischer Zeitung 1845, eine Nichte LUDWIG REICHENBACH's sei, was, wie PETERSEN fortsetzt, »seine Wahrscheinlichkeit haben kann, wenn man in Betracht nimmt, dass es äusserst selten war, eine anonyme Abhandlung in der Botanischen Zeitung zu finden, und weiterhin, dass es zu dieser Zeit beinahe ungeheuer war, eine Dame trete als wissenschaftlicher botanischer



und diesen Gebilden den Namen Thyllen gab, den sie heute noch tragen<sup>1</sup>, weiterhin auf die Forschungen von BOEHM, UNGER, REESS und MOLISCH<sup>2</sup>. Seit der letzt-erwähnten, im Jahre 1888 erschienenen Arbeit, die eine monographische Behandlung der Thyllenfrage darstellt, ist ferner eine Anzahl von Untersuchungen veröffentlicht worden, die in speziellen Punkten betreffs der Verbreitung der Thyllen, ihrer Entwicklungsgeschichte, Struktur und Funktion unsere Kenntnisse vervollständigt haben.

Dessen ungeachtet sind noch wichtige Fragen offen, die sich auf die Thyllen beziehen. Dieses gilt nicht nur hinsichtlich ihrer Aetiologie und Funktion, wo die Angaben nicht selten einander geradezu widersprechen, sondern auch betreffs ihrer Anatomie, wo die Untersuchungen gewisser Punkte noch nicht zutreffend sind. Um hier solch einen Punkt zu erörtern, ist es beinahe ein Dogma gewesen, dass sich die Thyllen nicht durch Bildung von Zellwänden von den Mutterzellen als individuelle Zellen abgliedern. Diese Auffassung wurde schon von REICHENBACH ausge-

---

Verfasser auf; und dass sie aus diesem Grunde es zwar angemessen finden könnte, »ungenannt« zu sein.» (I, 116, Anmerk. 1).

Es sei in diesem Zusammenhang hinzugefügt, dass sich in der AGARDH'schen Bibliothek des hiesigen botanischen Instituts ein in Prachtband gebundenes Separatexemplar der fraglichen Thyllenabhandlung REICHENBACH's findet, an welchem mit eigenhändiger Dedikation steht: »Zu freundlicher Erinnerung an Hermine Reichenbach«.

Die hier oben mitgeteilten bibliographischen Notizen würden ganz überflüssig sein, wenn man noch eine in der früheren Litteratur vorkommende, aber der Vergessenheit anheimgefallene Angabe in Gedächtnis hätte. In den 60-iger Jahren hat man nämlich in der Tat gekannt, wer »Ein Ungenannter« war. Die Abhandlung BOEHM's über Thyllen vom Jahre 1867 gibt hierüber folgenden Aufschluss (I, 853): »Der ungenannte (Frl. Hermine v. Reichenbach)«.

In der im Jahre 1909 erschienenen vierten Ausgabe seiner Physiologischen Pflanzenanatomie hat HABERLANDT — offenbar den Auseinandersetzungen WIESNER's zufolge — den Verfasseramen REICHENBACH anstatt des in früheren Ausgaben benutzten »Ein Ungenannter« beim Zitieren angeführt (II, 299, 358).

<sup>1</sup> In demselben Jahre, als REICHENBACH ihre Abhandlung über Thyllen veröffentlichte, sprach MOHL in seinen Vermischten Schriften (I, 144, Anmerk. 1) einen ähnlichen Gedanken betreffs des Entstehens blasenförmiger, in den Gefäßen gewisser Palmen, z. B. bei *Corypha cerifera*, auftretender Zellen aus. Er nimmt nämlich an, dass dieselben durch Wucherung der dem Gefäße benachbarten Zellen entstehen, die durch einen Tüpfel in das Gefäß hineinwachsen. Es ist auch von Interesse, dass schon SCHLEIDEN in seinem berühmten Werk: »Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik« (1842) eine ähnliche Auffassung vertritt. Dieser Forscher bespricht einige in den Hohlräumen der Gefäße vorkommenden Zellen, welche, wie schon lange Zeit vorher bekannt, in den Tüpfelkanälen von *Quercus* und *Ulmus*, daneben, nach den Beobachtungen SCHLEIDEN's, oft besonders in den Schraubengefäßen alter Stengel von *Scitamineae*, z. B. von *Canna* und *Hedychium*, auftreten. Es entstehen diese Zellen, wie SCHLEIDEN hervorhebt, nicht eigentlich in der »Gefäßzelle« selbst, sondern in einer angrenzenden Zelle, von welcher sich ein Teil der Wandung blasenförmig ausdehnt und sich zwischen den Schraubenwindungen in die »Gefäßzelle« hineindrängt. (SCHLEIDEN, I, 238, 239).

<sup>2</sup> Ich verzichte, eine eingehende Darstellung betreffs der historischen Entwicklung der Thyllenfrage hier zu geben, weil schon andere Autoren eine solche geliefert haben. Die ältere, die Untersuchungen von MALPIGHI, LEEUWENHOEK, SPRENGEL, KIESER und MIRBEL umfassende Litteratur ist von MEYEN (I, 209; II, 254), REICHENBACH, BOEHM (I, 852) und REESS zusammengestellt, und was den jetzigen Stand dieser Frage anbetrifft, finden sich besonders bei MOLISCH und KÜSTER (II, IV) eingehende Zusammenstellungen von der hierhergehörigen Litteratur.

sprochen, und in den letzteren Jahren hat vor allem KÜSTER<sup>1</sup> ein besonderes Gewicht auf die Eigenschaft der Thyllen, einzellig zu bleiben, gelegt. »Zu den wichtigsten Merkmalen der Thyllen gehört ihre Einzelligkeit; trotz des Umfanges, den Thyllenzellen oft erreichen, bleiben Teilungen in fast allen Fällen aus.« (KÜSTER, II, 102).<sup>2</sup> KÜSTER rechnet die Thyllen infolgedessen den sogenannten Hypertrophien zu, unter welchen er abnormale Wachstumserscheinungen versteht, die bei Ausschluss von Zellteilungen zur Bildung abnorm grosser Zellen führen. Er trennt die Thyllen ausdrücklich von den Hyperplasien oder den abnormalen Gewegebildungen, die durch Zellteilung zu stande kommen.

In der Regel stellen freilich die Thyllen sackförmige Ausstülpungen der Holzparenchym- oder Markstrahlzellen dar, die sich nicht durch Teilung als selbständige Zellen individualisieren. In mehreren Lehr- und Handbüchern, wie auch in einzelnen Abhandlungen auch älterer Autoren kommen indessen vereinzelte Angaben vor, dass sich die Thyllen normal durch eine Wand von der Mutterzelle abgliedern, so dass die Ausstülpung zu einer Zelle wird. In der Pflanzenanatomic von DE BARY lesen wir z. B. (I, 177), dass die Füllzellen (die Thyllen) schliesslich an ihrer Eintrittsstelle in die Trachee eine Scheidewand absetzen, die dieselben als besondere Zellen von dem übrigen Raume der diese erzeugenden Mutterzellen abgrenzt. Dieselbe Angabe kommt übrigens auch bei TSCHIRCH (II, 337) vor. Wie aus den im folgenden gelieferten Auseinandersetzungen hervorgeht, ist dies als gemeingültiger Satz nicht zutreffend, erstens weil die Septierung der Thyllen nur ein verhältnismässig seltener Ausnahmefall ist, und zweitens weil die Zellwand, wenn diese auftritt, nicht am dünneren Isthmus entsteht, wo die thyloide Ausstülpung inseriert ist, sondern stets nach der Spitze der Thyllenblase zu, öfters weit oberhalb der Insertionsstelle derselben an der Gefässwand.

Um diese Erscheinung, die Septierung der Thyllen, in ihrer geschichtlichen Entwicklung näher zu verfolgen, seien folgende Angaben aus der älteren Litteratur hier angeführt. Die erste ist wohl diejenige, die bei SCHLEIDEN vorkommt. Dieser Verfasser machte bei *Canna* und *Hedychium* die Wahrnehmung,

<sup>1</sup> Die nachstehenden, von mir gemachten Untersuchungen waren schon im Sommer 1915 zu Ende geführt, und die vorliegende Abhandlung lag druckfertig vor, da im Januar 1916 die zweite und betreffs der Thyllenfrage völlig umgearbeitete Auflage von KÜSTER's Pathologische Pflanzenanatomie erschien. Ich habe deshalb nur sehr wenig diese berücksichtigen können, und die im folgenden angeführten Zitate, sowie die Litteraturangaben beziehen sich, wenn nicht irgend welche andere Hinweisung vorkommt, auf die erste Auflage der betreffenden Arbeit. Es sei übrigens hier erwähnt, dass ich im Januarheft 1916 der hiesigen botanischen Zeitschrift: »Botaniska Notiser« (GERTZ, V, 43) eine vorläufige Mitteilung über meine Thyllenuntersuchungen veröffentlicht habe. Diese Mitteilung bezieht sich auf einen in dem Botanischen Verein zu Lund am 1. December 1915 von mir gehaltenen Vortrag über dieses Thema.

<sup>2</sup> In der zweiten Auflage der fraglichen Arbeit hat KÜSTER — in Anbetracht der in den letzten Jahren vermehrten Ausnahmen von dieser Regel — seine Auffassung hinsichtlich des oben angeführten Punktes einigermaßen geändert. An der entsprechenden Stelle heisst es hier (IV, 81): »Auch dann, wenn die Thyllen zu einer Grösse heranwachsen, welche die der thyllienliefernden Parenchymzellen um das Mehrfache übertrifft, bleiben die Thyllen im allgemeinen einzellig. Eine prinzipielle Bedeutung hat gleichwohl die Einzelligkeit für die Thyllen nicht.«

dass einzelne, an die Gefässe angrenzende Zellen sich in diese blasig ausdehnen. »In dieser Blase, die sich abschmüht (?), entstehen dann neue Zellen.« (SCHLEIDEN, I, 239). Das von SCHLEIDEN hier benutzte Fragezeichen deutet jedoch darauf hin, dass die obige Angabe nicht ganz sicher ist.

Bestimmter — aber von anderem Gesichtspunkte aus ebenfalls unsicher — sind die Angaben, die von TRÉCUL herrühren. Nach den in der betreffenden Arbeit mitgeteilten Abbildungen ist Querteilung der Thyllen von TRÉCUL bei *Tecoma radicans* beobachtet, welche Pflanze an der Figur dieses Verhalten besonders deutlich zeigt (Pl. 13, Fig. 16), wie auch bei *Maclura aurantiaca*, wo jedoch die Abbildung undeutlicher ist (Pl. 14, Fig. 17; Pl. 15, Fig. 19).

Inwiefern TRÉCUL in der Tat *Tecoma radicans* gemeint hat, scheint inzwischen zweifelhaft zu sein. In der Erklärung der Abbildung 16 auf Tafel 13 (I, 293) erwähnt nämlich TRÉCUL nicht diese Pflanze, obgleich ihr Name an der Tafel angegeben ist, sondern *Maclura*, deren Gefässe angeblich mit Thyllengewebe [tissu utriculaire] ausgefüllt waren. Es heisst in dieser Beschreibung weiter: »elles [les cellules] . . . puis se partagent en deux cellules (fig. 16, n''), qui continuent de s'accroître et qui se divisent à leur tour . . .»

Die Angabe TRÉCUL's betrifft septierter Thyllen bei *Tecoma radicans* erfordert demnach durchaus Nachprüfung, und es ist vielleicht aus diesem Grunde, dass KÜSTER diese Pflanze überhaupt nicht in seinem Verzeichnis der thyllenführenden Pflanzen erwähnt.

VON PRAËL und WILHELM, die nachher die Thyllen bei *Maclura aurantiaca* untersucht haben, liegen betreffs der angeblichen Septierung derselben keine weiteren Angaben vor. (PRAËL, I, 54; WIESNER, I, 904).

Über eine andere Pflanze, *Ampelopsis quinquefolia*, teilt GRIS (I, 38) folgende Beobachtung mit: »J'ai remarqué dans le *Cissus* [*Ampelopsis quinquefolia*] que les cellules intravasculaires pouvaient se multiplier par division. Ce fait avait été nié par l'auteur anonyme allemand, mais M. Trécul l'a constaté avant moi dans une autre plante, la *Maclura aurantiaca*. Ces mêmes cellules sont munies d'un nucléus.»

Auch REESS (I, 6) scheint Teilung von Thyllen beobachtet zu haben. Er behauptet sogar, dass sich im allgemeinen die Thylle schliesslich durch eine Querwand von der Mutterzelle abgrenzt, aber er führt keine speziellen Fälle an, in denen diese Erscheinung von ihm beobachtet worden ist. Eine bei REESS gelieferte Abbildung über ein thyllenführendes Gefäss bei *Vitis* (Taf. I, Fig. 5 a) scheint zwar bei oberflächlicher Betrachtung eine derartige Thyllenseptierung zu zeigen, aber die Sache verhält sich hier nicht in dieser Weise, wie auch aus der Figurenerklärung hervorgeht, sondern es liegt in der Tat eine junge Thyllenblase oberhalb einer ausgewachsenen Thylle. Eine Abgliederung der Thylle durch eine Querwand ist demgemäss in diesem Falle nicht eingetreten.

Besonders bemerkenswert ist aber ein diesbezüglicher, von STOLL beschriebener Fall. Bei *Passiflora quadrangularis* beobachtete dieser Forscher in Kallusbildungen in der Nähe von Wundflächen Thyllen, die sich wiederholt teilten und an der



Kallusbildung teilnahmen. Er beschreibt das Verhalten dieser Thyllen in folgender Weise (I, 765): »Aus dem die Gefässe umgebenden, nicht verholzten Holzparenchym sackt sich die Membran durch die Tüpfel in die Gefässhöhle aus, um diese durch fortgesetzte Theilung auszufüllen.«

Ein anderer, an diesen gewissermassen erinnernder Fall wird von demselben Autor erwähnt (I, 790). Bei *Tradescantia* machte er nämlich die Beobachtung, dass Zellen bei der Kallusbildung oberhalb der Schnittfläche auswachsen<sup>1</sup> und dabei sich oft verzweigen. Nach STOLL sollen diese Gebilde mit den Thyllen trachealer Elemente analog sein.

Bei *Cucurbita* hat ferner TAMBA beobachtet, dass sich die thylloiden Ausstülpungen in den Gefässen der Stengel nicht selten von der Mutterzelle durch eine Querwand abgrenzen<sup>2</sup>.

Im Jahre 1888 unterwarf MOLISCH, wie schon oben erwähnt, die ganze Thyllenfrage einer Revision und richtete dabei seine Aufmerksamkeit speziell auf die Frage, inwiefern sich die Thyllen durch Bildung einer Zellwand als individuelle Zellen abgliedern. Die Untersuchungen MOLISCH's hatten den Erfolg, dass es unter 104 von MOLISCH selbst oder von älteren Autoren geprüften Pflanzenarten, bei denen Thyllenburg vorkommt, nur bei zweien gelang, eine unzweifelhafte, aber bloss in Ausnahmefällen eintretende Abgliederung der Thyllen durch Wandbildung nachzuweisen, nämlich bei *Robinia Pseudacacia* und *Cuspidaria pterocarpa* (MOLISCH, II, 272). Bei der letzterwähnten, der Familie *Bignoniaceae* angehörigen Pflanze konnte MOLISCH in einem Falle sogar eine wiederholte Teilung beobachten, indem sich zwei Zellen durch Querwände von der ursprünglichen Thyllenblase abtrennten (Taf. I, Fig. 7).

MOLISCH teilt auch mit, dass er die von DE BARY, REESS, TRÉCUL und GRIS gemachten Beobachtungen betreffs Abgliederung von Thyllen durch Wandbildung einer erneuerten Untersuchung unterworfen hat, ohne dabei diese bestätigen zu können, und er scheint aus diesen Gründen die Richtigkeit der betreffenden Angaben überhaupt zu bezweifeln (II, 271). Dieselbe Auffassung vertritt KÜSTER noch im Jahre 1903 (II, 102): »Die Angaben von DE BARY, REESS, TRÉCUL, GRIS u. A., welche Abtrennungen der Thyllen von der Mutterzelle beobachtet zu haben glaubten, hat MOLISCH widerlegt.«

Die oben zitierten Angaben über Abgliederung von Thyllen sind doch keineswegs ohne weiteres zurückzuweisen. Liegt doch schon im Jahre 1889 eine neue, für Abgliederung der Thyllen sprechende Beobachtung von CONWENTZ vor, und aus

<sup>1</sup> Andere derartigen Fälle, in denen Thyllen aus angeschnittenen Gefässen heransprossen und ausserhalb dieser ihr Wachstum weiter fortsetzen, so dass die Wundfläche davon bedeckt wird, sind von CRÜGER (I, 371) und nachher von KÜSTER (II, 163) und SIMON (I, 375) erwähnt.

<sup>2</sup> [Betreffs dieser schon von KIESER (1815) als thyllenführend angegebenen Pflanze ist jüngst (1916) von KÜSTER (IV, 80) die oben erwähnte Angabe TAMBA's hinsichtlich der Neigung der Thyllen, sich unter gewissen Umständen durch Teilung abzugliedern, bestätigt worden. KÜSTER fand daneben, dass bei *Cucurbita* die Thyllen im allgemeinen früh ihr Wachstum einstellen, dickwandig werden und ungeteilt bleiben; wachsen sie aber stark heran, so bleiben sie dünnwandig und teilen sich mehrfach. — Zusatz während der Drucklegung.]



der letzteren Zeit sind ferner besonders die Arbeiten von WINKLER (1906), von ALTEN, DÖRRIS, SIMON und KRIEG (sämtliche aus den Jahren 1908—1910) zu erwähnen, in welchen bei einer verhältnismässig grossen Anzahl von Pflanzen die fragliche Abgliederung von Thyllen unzweifelhaft festgestellt worden ist.

CONWENTZ beschreibt eine ursprünglich von LUERSEN auf *Cyathea insignis* gemachte Beobachtung, nach welcher die Schliesshaut der Tüpfel an der einer Parenchymzelle und einer Treppentracheide gemeinsamen Wand in die Tracheide hineinwächst. »Diese Thyllen trennen sich zuweilen durch eine Wand ab und zeigen eine netzartige Tüpfelung.« (CONWENTZ, I, [36]). Dieser von CONWENTZ beschriebene Fall ist auch andererseits von Interesse, weil hier zum ersten Mal der Nachweis geliefert wurde, dass auch bei den Gefässkryptogamen Thyllen auftreten können<sup>1</sup>.

Ein ganz bedeutendes Interesse bietet vom anatomischen Gesichtspunkte aus ein diesbezüglicher Fall dar, den WINKLER bei einer javanischen, der Familie *Convolvulaceae* angehörigen Liane, *Jacquemontia violacea*, beschrieben hat. Hier treten, wie WINKLER nachweisen konnte, beinahe regelmässig Teilungen in den Thyllen auf, welche zur Bildung mehrzelliger, so zu sagen haarähnlicher Thyllen führen. Bei einer und derselben Thylle konnte WINKLER in einem Falle sogar 10 Zellen nachweisen. Es waren gewöhnlich nur Querteilungen vorhanden, aber in einer Thylle wurde doch das Verhalten beobachtet, dass sich eine Zellwand bildete, die parallel mit der Längsrichtung der Thylle orientiert war. Bei *Jacquemontia violacea* liegt ein besonderer Typus, der der Haarthylle, vor (I, 20; Fig. 4).

Mehrere Beobachtungen betreffs septierter Thyllen finden sich bei VON ALTEN in seinen Untersuchungen über die Wurzeln tropischer Pflanzen. Thyllen treten hier besonders reichlich auf, und Bildung von Querwänden wurde von diesem Forscher in den Wurzelthyllen folgender Pflanzen gefunden: *Carica Papaya*, *Artocarpus Blumei*, *Ficus lepicarpa*, *Quercus induta*, *Quercus pseudomoluccana* und *Manihot Glaziovii*. Besonders bei der letzteren Pflanzenart war diese Querteilung der Thyllen ein sogar regelmässig auftretendes Verhalten. Die Thyllen teilen sich im allgemeinen senkrecht zur Gefässwand, aber in einigen Fällen lag die Wandung in

<sup>1</sup> Schon im Jahre 1888 hatte jedoch WILLIAMSON bei fossilen Gefässkryptogamen (bei *Rachiopteris*, *Lyginodendron* und gewissen anderen Farnen der Karbonzeit) zelluläre Ausfüllungen der trachealen Elemente nachgewiesen, die offenbar thyllenartiger Natur sind. Aus der letzteren Zeit stammen einige unzweifelhaften, auf thylloide, bei rezenten Formen vorkommende Gebilde sich beziehenden Angaben her, welche von BOODLE, JOHNSON und MC NICOL geliefert worden sind. Der Thyllenbildung bei fossilen Farnen, insbesondere bei *Rachiopteris corrugata*, hat ferner WEISS eine erneuerte Untersuchung gewidmet. [Nach KÜSTER (IV, 81) besteht das schon von RUSSOW (1872) näher untersuchte sog. Lückenparenchym, das bei vielen Farnen die ältesten trachealen Elemente füllt, aus Thyllen. — Zusatz während der Drucklegung.]

Eine verhältnismässig seltene Erscheinung stellt die Thyllenbildung bei den Gymnospermen dar. Bei rezenten Formen treten Thyllen im allgemeinen nicht auf — sie sind jedoch in den Tracheiden der Koniferen als ein seltener Ausnahmefall von RAATZ (1892) und später von CHRYSLER und GERRY angetroffen, und die Thyllen können daselbst sogar mehrzellig auftreten —, aber im Wurzelholz der Bernsteinbäume, *Pityoxylon succiniferum* (GOEPP.) KRAUS, die hinsichtlich ihrer anatomischen Bau unserer *Picea* nahe stehen, wurden Thyllen schon von CONWENTZ (I, [35]) beobachtet, der die fraglichen Gebilde in den Tracheiden rezenter Koniferen umsonst suchte.

schräger Richtung, so dass sich die Thyllen in zwei, meistens ungleichen Teilen abtrennten. (I, 83; II, 3, 14, 5, Fig. 3; Taf. I, Fig. 4). — Nach DETZNER (I, 44) ist ferner das Auftreten von Scheidewänden in den Thyllen, die in Wurzeln von *Quercus macrocarpa* zahlreich vorkommen, keine Seltenheit.

Im Anschluss hieran seien die Angaben von DÖRRIES erwähnt. Dieser Forscher untersuchte den anatomischen Bau tropischer Lianenstengel und konnte dabei zwei- oder mehrzellige Thyllen in überaus vielen Fällen nachweisen. Thyllen dieser Art kommen nach DÖRRIES bei folgenden Pflanzenarten vor: *Abuta rufescens*, vielen nicht näher bestimmten *Bignoniaceae* (zwei- oder mehrzellige Thyllen; bei einer Art treten sklerotische, zweizellige Thyllen auf, indem die Gefässe vor den Bastkeilen sklerenchymatisch verdickte Thyllen führen), *Arrabidaea sp.*, *Anemopaegma sp.* (zwei- oder mehrzellige Thyllen) und *Phryganocydia sp.* (wurstförmige Thyllen<sup>1</sup> mit Scheidewänden; Thyllen dieser abweichenden Form fand DÖRRIES, ausser bei der erwähnten *Phryganocydia*, auch bei *Anemopaegma sp.* und *Abuta rufescens*). (DÖRRIES, I, 13, 36 ff.; Fig. 3, 11, 15—17).

Die Untersuchungen SIMON'S beziehen sich auf Kallusbildungen abgeschnittener Zweige von zwei *Populus*-Arten, *Populus nigra* und *P. canadensis*. Die in kurzer Zeit nach dem Abschneiden der Zweige auftretenden Thyllen wachsen hier in die Gefässe hinein, und schon nach wenigen Tagen sind in diesen Gebilden Teilungen wahrzunehmen, wodurch sich die Thylle in eine blasenartige obere und in eine schmalere, stielähnliche untere Zelle abgliedert. Öfters ist die obere oder — nach wiederholter Teilung, was dann und wann stattfindet, — die zwei oberen Zellen blasig aufgetrieben und unterscheiden sich dadurch deutlich von den übrigen Zellen derselben Thyllenreihe, deren Grösse mit derjenigen gewöhnlicher Kalluszellen übereinstimmt. (SIMON, I, 375).

Schliesslich sei hier auch ein von KRIEG beschriebener Fall angeführt. KRIEG untersuchte die histologischen Veränderungen bei Kallus- und Wundholzbildung geringelter Zweige und machte dabei betreffs *Vitis vinifera* die Beobachtung, dass an der Ringelstelle eine Unmenge mehrzellige Thyllen in den Gefässen auftreten, die, wie KRIEG fortsetzt, teilweise schwach verholzt, zum Teil auch schwach verkorkt sind. (KRIEG, I, 13; Taf. XXII, Fig. 2).

Es lag demnach eine grosse Anzahl näher untersuchter Fälle vor, welche entschieden gegen die Auffassung KÜSTER'S, die Thyllen treten nur als Hypertrophien auf, sprachen, als ich in vorigem Jahre eine von mir schon früher gemachte Beobachtung eingehender Untersuchung unterzog. Bei den anatomischen Untersuchungen über Wurzeln, die ich bereits vor Jahren angestellt hatte, beobachtete ich einige weitere Fälle von Thyllenseptierung, die mir für die Wissenschaft un-

<sup>1</sup> Nach DETZNER (I, 29, 43) kommt diese Thyllenform mit wurstförmigem Umriss auch den Wurzelthyllen verschiedener *Quercus*-Arten, sowie denen von *Ostrya virginiana* zu. VON ALTEN (II, 7) beobachtete langgezogene Thyllen in den Wurzeln von *Quercus induta* (Taf. I, Fig. 5).

bekannt zu sein schienen und die überdies in mehreren Hinsichten ein beträchtliches Interesse darboten. Die betreffenden Gebilde treten in dekapitierten Luftwurzeln, ebenso wie in Stengelgliedern folgender allgemein gezüchteter Araceen auf: *Monstera deliciosa*, *Scindapsus pinnatifidus*, *Pothos ventricosus*, *Pothos celatocaulis* und *Philodendron ovalifolium*.

Unter den Monokotylen weisen hauptsächlich die *Araceae* und die Familien der Reihe *Scitamineae* eine besondere Neigung zur Thyllenbildung auf. Es sind demgemäss, von der Familie *Araceae* abgesehen, die Familien *Musaceae*, *Cannaceae*, *Zingiberaceae* und *Marantaceae*, welche durch diese Fähigkeit gewissermassen gekennzeichnet sind. In seiner Übersicht über thyllenführende Pflanzen führt MOLISCH folgende hergehörigen Pflanzen an (II, 279): *Canna indica*, *Hedychium Garderianum*, *Heliconia*, *Maranta setosa*, *Musa Cavendishii*, *M. Ensete*, *M. paradisiaca*<sup>1</sup>, *Philodendron pertusum* und *Strelitzia Reginae*. Unter den übrigen Monokotylen sind zwar einzelne thyllenführende Pflanzen bekannt, wie *Corypha cerifera* und *Latania bourbonica*, wo Thyllen bei der ersteren schon von MOHL (I, 144), bei der anderen von MOLISCH beobachtet worden sind, sowie *Arundo Donax*, bei welcher, infolge einer bereits von KIESER (1815) gelieferten Angabe, Gebilde dieser Art auftreten<sup>2</sup>. Wenn wir von diesen drei Angaben abschen, die sich allem Anschein nach nur auf Ausnahmefälle beziehen, sind die oben erwähnten Pflanzenarten als die thyllensbildenden Monokotylen überhaupt zu bezeichnen. Besonders *Musa* und *Canna* stellen nach MOLISCH in ihren Schrauben- und Ringgefässen ein vorzügliches Material dar, um die Thyllenbildung näher zu erforschen.

Was *Monstera deliciosa* (= *Philodendron pertusum* hort.) anlangt, so ist auch diese Pflanze wiederholentlich Material für Untersuchungen über Thyllen gewesen. Sie ist in dieser Hinsicht schon von HABERLANDT eingehend studiert worden, der in abgeschnittenen Blattstielen Thyllen beobachtete (I, 72) und in seiner Physiologischen Pflanzenanatomie die betreffenden Gebilde gut abbildete (II, Fig. 132), ferner von MOLISCH (II, 274), der verletzte Wurzeln thyllenführend fand, und von STRASBURGER, der — wie aus dem unten angeführten hervorgeht — in Luftwurzeln dieser Pflanze, wie auch einiger *Philodendron*-Arten, nach Dekapitieren deutliche und gut entwickelte Thyllen antraf.

Beim Studium der zusammenfassenden, in der Thyllenslitteratur angeführten Arbeiten war ich, wie schon oben erwähnt, zu der Auffassung gekommen, dass bei *Monstera*, *Scindapsus*, *Pothos* und *Philodendron* einige der Wissenschaft nicht vorher bekannte Fälle des septierten Thyllentypus vorliegen. Diese Vermutung war jedoch, was *Monstera* betrifft, falsch. Als ich, wegen einer anderen Untersuchung, die grosse Arbeit STRASBURGER'S: »die Leitungsbahnen« durchblätterte, fand ich

<sup>1</sup> In seinen »Botanischen Wandtafeln« bildet KNY (Taf. LV, p. 243) ein mit Thyllen erfülltes Tüpfelgefäss einer ausgewachsenen Adventivwurzel von *Musa sapientum* ab.

<sup>2</sup> Die von KIESER abgebildeten Thyllen beziehen sich nur auf *Cucurbita*-Stengel (»Spiralgefässe, deren Höhlung mit porösen Blasen ausgefüllt ist« [I, 255]), ferner auf *Quercus Robur* und *Laurus Sassafras* (Taf. IV, Fig. 36, 41; Taf. VI, Fig. 64).



nämlich da eine in aller Kürze gehaltene Notiz, nach welcher schon dieser Autor in verletzten Luftwurzeln von *Monstera deliciosa* Thyllen beobachtet hatte, die sich, wie er bemerkt, manchmal von der Mutterzelle durch eine Zellwand abgetrennt hatten (III, 411)<sup>1</sup>.

Meine Untersuchungen erweitern inzwischen in mancher Beziehung die Ergebnisse STRASBURGER's und ich lasse daher eine Mitteilung über dieselben hier folgen. Jede von den oben erwähnten Araceen wird demgemäss in bezug auf ihre Thyllenburgung näher beschrieben, und anschliessend werden im übrigen einige Verhältnisse erörtert, die mit diesen Untersuchungen in Zusammenhang stehen.

### *Monstera deliciosa* LIEBM.

Diese allgemein gezüchtete, aus den mexikanischen Kordillieren stammende Kletterpflanze — in der Hortikultur bekanntlich auch *Philodendron pertusum* genannt — besitzt ein dimorphes Wurzelsystem. Die Wurzeln sind nämlich teils seilenförmige, positiv geotropische Luftwurzeln, die, wenn sie den Boden erreichen, in diesem Seitenwurzeln entwickeln und dann als Nährwurzeln wirksam sind, teils kurze und schmale, transversalgeotropische Haftwurzeln, die den hinaufwachsenden Stengel an Baumstämme, Mauern, Felsen u. s. w. befestigen. (LIERAU, I, 105; SCHIMPER, I, 288; II, 55). Der Stengel stellt ein kräftiges, dorsiventrales Sympodium dar, das im Laufe der Entwicklung von unten abstirbt, in seiner Spitze aber fortwährend zuwächst.

Hinsichtlich des anatomischen Baues der Nährwurzeln und der verschiedenen Struktur derselben vor und nach ihrem Kontakt mit dem Boden, weise ich auf die Angaben SCHIMPER's (I, 288) und STRASBURGER's hin, sowie, was überhaupt die Anatomie der Wurzeln bei *Monstera* betrifft, ferner auf die Untersuchungen von VAN TIEGHEM, LIERAU (I, 19 ff.) und REINHARDT (I, 346).

Bei meinen Untersuchungen benutzte ich hauptsächlich die kräftigen Luftwurzeln, die unter Umständen Thyllen überaus reichlich erzeugen. Aber auch andere Teile dieser Pflanze, wie die Stengelglieder und Blattstiele, die auch mit Leichtigkeit Gebilde dieser Art entwickeln, kamen, wenn auch nur in einzelnen Fällen, zur Untersuchung. Das geeignetste Untersuchungsmaterial bieten zweifellos die Luftwurzeln dar. Es bilden sich die Thyllen hier besonders reichlich, wenn an centimeterdicken Wurzeln die Spitze entfernt wird. Die anatomischen Veränderungen, die dieser

<sup>1</sup> Ich habe die Arbeit STRASBURGER's, rücksichtlich ihrer Beziehung zur Thyllenfrage, nur in einer ebenfalls wenig berücksichtigten Untersuchung WIELER's (I, 516, 518) zitiert gefunden. [In der letzten Auflage der Pathologischen Pflanzenanatomie (1916) tut auch KÜSTER von der betreffenden Arbeit STRASBURGER's Erwähnung.]

Dass die Untersuchungen STRASBURGER's so gut wie völlig in der Thyllennliteratur unbeachtet geblieben sind, darf wohl grossenteils der wenig übersichtlichen Aufstellung dieser Arbeit zugeschrieben werden. Trotzdem, dass sie beinahe 1,000 Seiten enthält, fehlt hier ein übersichtliches Register, was das Nachsuchen spezieller Angaben und Beobachtungen in derselben besonders mühsam macht.



Verletzung zufolge entstehen, untersuchte ich in Details näher an einer dekapitierten Wurzel, die noch nicht in Kontakt mit dem Substrat getreten war. Sie können kurz in folgender Weise charakterisiert werden. Die Gefässe waren in ihrer Entwicklung zurückgeblieben und führten als Inhalt Schleim<sup>1</sup>. In den Geweben, die sich überhaupt gerbstoffreich erwiesen<sup>2</sup>, traten reichlich Oxalatkrystalle auf (in Form von Raphiden oder von kleinen, anscheinend kubischen Einzelkrystallen), dagegen fehlte so gut wie völlig Stärke, die sonst in beträchtlicher Menge in den Luftwurzeln vorhanden ist. Daneben waren die Gefässe ganz oder zum Teil mit Thyllen erfüllt, die bald dünnwandig, strukturlos und wasserhell waren, bald aber verdickte Wände besaßen und dann im allgemeinen den Bau ihrer resp. Mutterzellen, d. h. der das Gefäss umgebenden Parenchymzellen, darboten. In diesem Falle hatten die Thyllen so zu sagen den Charakter der Mutterzellen ererbt, weil eine nachweisbare äussere Ursache dieser ihrer Ausbildung nicht vorhanden war. Das Thyllengewebe war dann mehr oder minder verholzt und die Zellen desselben ein wenig sklerotisiert.

An dem untersuchten Individuum war der Stengel in seinem basalen Teil abgestorben und hatte sich von dem Substrat losgemacht. Bei anatomischer Untersuchung dieses Stengelglieds ergaben sich Bilder, die eine auffallende Ähnlichkeit mit denen dekapitierter Wurzeln zeigten. Die Stärke war in sämtlichen Geweben im Verschwinden und die Gefässe führten als Inhalt Schleim; daneben war die Krystallbildung im Vermehren und das Gewebe im grossen und ganzen gerbstoffreich. In den Gefässen wurden Thyllen in erheblicher Menge gefunden, die im allgemeinen dünne, strukturlose und unverdickte Zellwände besaßen.

### **Scindapsus pinnatifidus** SCHOTT.

Von dieser, mit *Monstera* in morphologischer und physiologischer Beziehung übereinstimmenden Pflanze wurden, ebenso wie von der vorigen, sowohl Wurzeln als Stengelglieder untersucht. Die anatomischen Verhältnisse lagen auch im grossen und ganzen in derselben Weise. In dekapitierten Wurzeln waren die Gefässe fast ganz und gar mit Thyllen erfüllt, und in verletzten, basalen Stengelgliedern zeigten die Gefässe teils reichlichen Schleiminhalt, teils beginnende Thyllenbildung. Sämtliche Gewebe führten massenhaft Gerbstoff. In dem oben sich anschliessenden Stengelglied war die Thyllenbildung ausgeblieben, und Schleim wurde hier nur in geringer Menge gefunden.

### **Pothos ventricosus** HOFFMGG.

Bekanntlich wächst der Stengel dieser Pflanze in seiner Spitze weiter fort, während der ältere Teil desselben von unten abstirbt. Dasselbe Verhalten beobachtet

<sup>1</sup> Die reichliche Gummi- oder Schleimbildung in den Gefässen verletzter Stengel und Blattstiele von *Monstera deliciosa* (= *Philodendron pertusum*) hat schon MOLISCH (II, 293) bemerkt.

<sup>2</sup> Eine besonders auffallende Erscheinung stellt bei verletzten Wurzeln von *Monstera* die in kurzer Zeit nach der Verletzung eintretende Braun- und Schwarzfärbung dar. Diese scheint durch Oxydation des massenhaft vorkommenden Gerbstoffs, offenbar unter Mitwirkung einer Oxydase, bedingt zu sein.

man auch an älteren Individuen von *Monstera* und *Scindapsus*. Untersucht man näher den anatomischen Bau des Stengels, findet man, dass in derselben Masse, wie die Stengelglieder ausser Dienst treten oder die Wurzeln ihre Funktion einstellen, die Gefässe sich mit Thyllen erfüllen, wonach schliesslich wegen des vermehrten Gerbstoffgehalts Braunfärbung eintritt. Die Stärke, die in fungierenden Stengelgliedern massenhaft auftritt, wird aufgelöst und verschwindet<sup>1</sup>. Was die Wurzeln dieser Pflanze betrifft, liegt in diesen dasselbe Verhalten wie im Stengel vor. So lange die Wurzeln in Funktion stehen, finden sich in den Geweben derselben erhebliche Mengen von Stärke vor, aber wenn sie ausser Tätigkeit gesetzt werden, z. B. beim Dekapitieren der Spitze, verlieren sie allmählich ihren Stärkegehalt und die für die betreffenden Wurzeln eigentümliche Chlorophyllfarbe, werden in den Gefässen mit Thyllen gefüllt und färben sich ins Braune um.

Luftwurzeln von dieser Pflanze, die, ohne lädiert zu werden, dessen ungeachtet nicht in Dienst treten können, verholzen kräftig im Zentralzylinder und werden in den Gefässen hie und da mit Thyllen gefüllt. Das Auftreten von Thyllen scheint demgemäss eine charakteristische Erscheinung der Gefässe der Wurzeln zu sein, die sich geltend macht, wenn die Wurzeln nicht in der Lage sind, als wasseraufnehmende und wasserleitende Elemente zu dienen.

Eine andere Art derselben Gattung, *Pothos celatocaulis* N. E. Br., die auch zur Untersuchung kam, stimmt in den meisten Hinsichten mit *Pothos ventricosus* überein. Dekapitierte Luft- und Nährwurzeln zeigten in der Nähe der Schnittfläche die Gefässe fast ganz von Thyllen verstopft. Die Thyllenwand war im allgemeinen dünn und ohne Tüpfel.

### **Philodendron ovalifolium** Hort.

Was die unter diesem Namen in Hort. Bot. Lund. gezüchtete, ebenfalls kletternde Aracee betrifft, so stimmt auch diese Pflanze in anatomischer und morphologischer Beziehung mit den vorigen nahe überein. Wie ich im folgenden näher beschreiben werde, bieten die hier vorkommenden Thyllen ein beträchtliches Interesse dar, weil sie sowohl in den Luftwurzeln, als auch in den Stengelgliedern, welche schon makroskopisch einen rötlichen Anhauch besitzen, sehr oft Anthocyan als Inhalt führen und dadurch besonders scharf hervortreten.

<sup>1</sup> In anderer Weise liegt die Sache hinsichtlich der Blattnarben am Stengel. Hier tritt zwar eine grosse Menge von Oxalatkrystallen (gewöhnlich in Form von Drusen) auf, aber die Stärke verschwindet nicht, sondern kommt massenhaft als grosse, zusammengesetzte, am meisten oligarche Körner vor. Daneben finden sich in älteren Blattnarben von *Pothos ventricosus* Kieselkörper, sowie gelbliche, gerbstoffartige Körper vor. Die letzteren, welche namentlich in der Nähe der Gefässbündel auftreten, haben in lädierten Zellen ein schaumiges Aussehen. Gerbstoffkörper dieser Art habe ich ferner an Blattnarben, sowie überhaupt an vernarbten Wunden des Stengels, von *Monstera deliciosa* beobachtet. Wie bei *Pothos* sind sie normalweise homogen und glänzend, aber nehmen durch Zusatz einer Säure, z. B. Salzsäure, ein schaumiges und diffuses Aussehen an und werden dann aufgelöst. Siehe bezüglich Inhaltskörper dieser Art GERTZ (I, p. XLV; 76, Anmerk. 1; III, 428).

Es geht aus dem obigen hervor, dass die Bildung von Thyllen in Wurzeln und Stengelgliedern der angeführten Araceen eine häufig eintretende Erscheinung ist, welche mit Leichtigkeit dadurch ausgelöst wird, dass die betreffenden Teile in der einen oder anderen Weise ausser Funktion gesetzt werden. Weil die untersuchten Arten, was den Bau und die Entwicklungsgeschichte der Thyllen anbetrifft, in den meisten Hinsichten mit einander genau übereinstimmen, bezieht sich die folgende, allgemeine Beschreibung, wenn nicht irgend eine andere Hinweisung vorkommt, auf die Thyllen sämtlicher dieser Arten.

Die Thyllen treten überaus schnell nach der Verletzung auf. Bringt man der Wurzel eine Querswunde bei, so erfüllen sich schon nach einigen Tagen die grossen Gefässe dicht mit Thyllen, die zu einer bedeutenden Grösse heranwachsen<sup>1</sup>. Im Anfang ihrer Bildung stellen sie kleine, rundliche Aussackungen der getüpfelten Gefässe dar, welche dadurch zu stande kommen, dass die Tüpfelschliesshaut der dem Gefäss und der benachbarten Parenchymzelle gemeinsamen Wandung in jene auswächst. Sie sind stets nur durch einen schmalen Isthmus<sup>2</sup> mit der fraglichen Parenchymzelle verbunden. Anfänglich von kugelförmiger Gestalt, nehmen die Thyllen nachträglich, in dem Masse wie sie sich vergrössern, eine längliche, öfters an die einer Birne erinnernde Form und erfüllen schliesslich das Gefässlumen.

Die Grösse ist namentlich bei jungen Thyllen sehr verschieden. So trifft man in demselben Gefäss oft Blasen beträchtlicher Dimensionen, die mit sehr winzigen Gebilden dieser Art abwechseln.

Was die Orientierung der Thyllen betrifft, stehen sie fast ausnahmslos senkrecht zur Längsachse des Gefässes.

Die Thyllenwand ist wenigstens im Anfang ganz zart und strukturlos, und auch in älteren Thyllen, besonders bei *Monstera deliciosa*, fand ich die Wand nur sehr wenig verdickt und anscheinend tüpfelfrei. Es kommt doch auch bei dieser Pflanze vor, dass die Thyllenwände schön netzförmig verdickt oder mit einfachen Tüpfeln versehen sind. Bei *Pothos ventricosus* ist aber die Entwicklung der Wand in der letzterwähnten Weise keine Seltenheit. Hier treten, ausser strukturlosen, wasserhellen Wänden, verschiedenartig skulptierte Wände auf. So können rundliche, an einfache Tüpfel erinnernde Verdünnungen<sup>3</sup> vorkommen, und in manchen

<sup>1</sup> Wie früh sich die Thyllen hier überhaupt entwickeln, habe ich nicht näher untersucht. Nach einer Angabe WIELER's (1893) fanden sich in den Gefässen des jüngsten Jahresringes bei *Robinia Pseudacacia* die ersten Thyllen schon eine halbe Stunde nach dem Abschneiden des Zweiges vor (I, 594).

<sup>2</sup> Ausnahmsweise kommt es vor, dass sich Thyllen auch aus Schraubengefässen entwickeln. In diesen Fällen besitzt die Thyllenblase nicht eine schmale Insertion, sondern sie sitzt mit breiter Basis an der Gefässwand. Thyllen dieser Art hat HABERLANDT in den Blattstielen von *Monstera deliciosa* näher beschrieben (I, 72; Taf. II, Fig. 1—3).

<sup>3</sup> Dass in den Thyllenmembranen Tüpfel auftreten können, scheinen zuerst KIESER und dann REICHENBACH und REESS beobachtet zu haben. JÖNSSON hat eigentümliche, an die Tüpfel der Siebröhren erinnernde Tüpfelfelder beschrieben, die er in den Thyllen bei *Cytisus Laburnum* und *Robinia Pseudacacia* (II, 513) gefunden hatte. Bemerkenswert ist ferner die Beobachtung STRAS-



Fällen sind die fraglichen Wandfelder besonders weit, von unregelmässiger Form und durch verdickte Leisten von einander abgegrenzt, so dass die Wandung netzfaserig erscheint. In den Fällen, wo sich die Wand in der einen oder anderen Weise differenziert hat, gibt sie im allgemeinen Reaktion auf Verholzung mit Phloroglucin-Salzsäure.



Fig. 1.

Fig. 1. Querschnitte durch thyllenführende Gefässe aus den Luftwurzeln von *Pothos ventricosus* (a–e, h, i, l) und *Monstera deliciosa* (f, g, k).

Die Thyllen in b, c, d und g zum Teil durch Scheidewände septiert. — c: abnormal septierte, aus drei Zellen bestehende Thylle; die apikale Zelle führt zwei Zellkerne. — Die Thyllenzellenwände im allgemeinen dünn und zart. In b und k netzfaserige, in h und i grosstüpfelige, verdickte Thyllen. — h: Gefässquerschnitt mit dimorph entwickelten (einer dünnwandigen und einer grosstüpfelig verdickten), einander berührenden Thyllen. — d: die abgegliederte Thyllenzelle mit scharf hervortretendem Cytoplasmanetz. — f: dünnwandige Thylle mit spindelförmigem Zellkern und Cytoplasmafäden; die letzteren führen Mikrosomen und Leukoplasten. — k: netzfaserige Thyllenblase mit der holzparenchymatischen Mutterzelle. — l: pseudoparenchymatische Ausfüllung eines Gefässes durch polyedrisch zugeplattete, zum Teil grosstüpfelige Thyllen. — m: traubig zusammengesetzte Stärkekörner aus der Luftwurzel von *Pothos ventricosus*.

Vergrösserung 260 : 1; in k 300 : 1, in m 335 : 1.

BURGER'S (IV, 510), dass in einzelnen Fällen Plasmodesmen die Thyllen mit einander verbinden. Betreffs dieser muss man annehmen, dass sie nachträglich die Zellwände durchdrungen haben und dass sie von einer Thyllenblase in eine andere hineingewachsen sind, als diese beim Auswachsen einander berührt und wegen gegenseitigen Drucks sich abgeplattet haben.



Bemerkenswert ist, dass sowohl die grosstüpfeligen, wie auch die netzfaserig verdickten, tracheidalen Thyllen gewöhnlich nicht in Mehrzahl oder zu grösseren Komplexen vereinigt in ein und demselben Gefäss auftreten, sondern ganz vereinzelt zwischen den dünnwandigen, wasserhellen Thyllen des gewöhnlichen Typus vorkommen<sup>1</sup>.

Bei anderen mit den erwähnten Araceen verwandten, thyllenführenden Monokotylen scheinen in dieser Weise verdickte Thyllenwände nicht bekannt zu sein. Bei *Musa*, *Canna* und *Maranta* hat angeblich MOLISCH (II, 273) solche vermisst. VON ALTEN erwähnt Thyllen mit netzig verdickter Membran für *Cyathea insignis* und *Ficus lepicarpa*, sowie Thyllen mit grosstüpfeliger Wand für *Manihot Glaziovii* (II, 4).

Dies was die Thyllenwand betrifft. Der Inhalt besteht in jüngeren Thyllen stets aus Zellkern, Cytoplasma und Zellsaft. Der Zellkern ist im allgemeinen rundlich oder ellipsoidisch und enthält ein gut abgegrenztes Kernkörperchen. In einigen Fällen — besonders bei *Monstera deliciosa*, die am eingehendsten untersucht wurde, — habe ich daneben sowohl länglich spindelförmige als unregelmässig gestaltete Zellkerne gefunden. Die letzteren, die in älteren Thyllen auftreten, waren oft tuberkuliert und zeigten Andeutungen zur Fragmentation, in welchem Falle mehrere Kernkörperchen im Zellkern vorhanden waren.

Der Zellkern zeigt eine wechselnde Lage. In einigen Thyllen wurde dieser wandständig gefunden, in anderen dagegen trat er im Netz cytoplasmatischer Fäden zentral aufgehängt oder schwebend auf.

Das in den Thyllen vorkommende Cytoplasma ist nur in ganz jungen Thyllen gleichmässig verteilt. Am häufigsten treten diffuse Bänder oder scharf markierte Fäden auf, die vom Kern als Zentrum gegen den dünnen, innerhalb der Wandung sich vorfindenden Primordialschlauch herausstrahlen. In diesen Fäden kommen Mikrosomen und Leukoplasten vor, und eine deutliche Bewegung habe ich mehrmals in denselben beobachtet. Die Bewegung, Zirkulation, ist meistens ganz langsam.

Eine ähnliche Beobachtung, Strömung des cytoplasmatischen Inhalts, hat schon REICHENBACH an den Thyllen bei *Canna indica* und *Cucurbita Pepo* gemacht (I, 228; Taf. II, Fig. 6, 7). REICHENBACH sah einen deutlichen Primordialschlauch bei *Robinia*, *Cucurbita* und *Vitis*. Nach ALTEN (I, 89) findet sich stets in den Thyllen

<sup>1</sup> Einen mit dem obigen übereinstimmenden Fall beschreibt WEISS (I, 84; Fig. 12, 13) bei einem fossilen Farn, *Rachiopteris corrugata*. In demselben Tracheidenquerschnitt treten hier sowohl dünnwandige als netzfaserige, tracheidale Thyllen auf. Nach VON ALTEN (II, Taf. I, Fig. 2) finden sich in den Wurzeln von *Manihot Glaziovii* Thyllen mit zusammengesetzter Membran zwischen dünnwandigen vor.

[Bei *Cucurbita Pepo* liegt ferner nach KÜSTER (IV, 80) dasselbe Verhalten vor. »Sehr schön sieht man bei alten Stengelstücken von *Cucurbita Pepo*, dass in den Gefässen des nämlichen Bündels die Thyllen zu ganz ungleichartigen Gebilden sich entwickeln, seltener sogar die auf gleicher Höhe in demselben Gefäss bei einander liegenden Thyllen in Grösse und Membranausbildung ganz verschieden ausfallen können: auf einem Querschnittsbilde sieht man Gefässe mit grossen dünnwandigen Thyllen, solche mit dickwandigen, schwach getüpfelten, Gefässe mit tracheal entwickelten Thyllen und vollständig thyllenfreie neben einander.« — Zusatz während des Druckes.]

Cytoplasma. Bei *Quercus induta* ist nach diesem Forscher an den Wurzelthyllen deutlich zu sehen, dass die ganze Membran im innern mit einem kontinuierlichen cytoplasmatischen Wandbeleg ausgekleidet ist.

Das Cytoplasma der Thyllen lässt sich bei *Monstera*, *Scindapsus*, *Pothos* und *Philodendron* sehr gut studieren, wenn junge Thyllenblasen mit 10 %iger Kalisalpeterlösung oder Glycerin plasmolysiert werden. Dann sieht man den Primordialschlauch sich von der Wand ablösen und blasenförmig im Zentrum der Thylle sich zusammenziehen.

Die Leukoplasten, welche als rundliche, farblose Körperchen im Cytoplasma auftreten, entbehren fast durchgehend Stärke. Nur in seltenen Fällen kommt solcher Inhalt vor und zwar in Form einfacher oder traubenförmig zusammengesetzter Körner<sup>1</sup>. Die Thyllen können demnach hier nicht die Funktion besitzen, die man diesen Gebilden hat zuschreiben wollen, die nämlich, als Stärkespeicher zu dienen.

Leukoplasten als Inhaltskörper der Thyllen bespricht SIMON (I, 376 für Kallusbildungen bei *Populus*, wo solche in reichlicher Anzahl vorhanden sind.

Der Zellsaft besteht aus Wasser, das in beträchtlicher Menge vorkommt. Das die Gefässe verstopfende Thyllengewebe ist sogar als ein inneres, sekundär entstandenes Wassergewebe zu bezeichnen. Eine grosse Seltenheit stellt das Vorkommen von Oxalatkrystallen dar. Ich habe einen derartigen Inhalt nur in einigen Fällen bei *Monstera deliciosa* gefunden und zwar in Form kleiner, prismatischer Solitärkrystalle. Ältere Thyllen führen dann und wann, was ebenfalls bei *Monstera* beobachtet wurde, winzige Tröpfchen gerbstoffartiger Natur, die dann meistens in grosser Anzahl vorkommen.

Es sei noch hinzugefügt, dass die in der Nähe der Wundfläche auftretenden Thyllen mit der Zeit ihren Zellsaft verlieren und sich mit Luft erfüllen, wodurch diese Blasen zu unregelmässig gestalteten Residuen zusammentrocknen.

Bei *Philodendron ovalifolium* kommt ein betreffs der Qualität des Zellsaftes der Thyllen fast einzeln dastehendes Verhalten vor. Diese Pflanze führt nämlich sowohl in abgeschnittenen Stengelgliedern, als öfters auch in dekapitierten Luftwurzeln an manchen Orten Thyllen, die sich durch ihren Inhalt von Anthocyan auszeichnen. Denselben Inhalt führen die Holzparenchymzellen, sowie auch gewisse, im ganzen Grundparenchym zerstreut auftretende Idioblasten. Durch den von Anthocyan gefärbten Zellsaft treten diese Thyllen an Quer- und Längsschnitten durch Stengel oder Wurzeln besonders deutlich hervor.

Der einzige mir bekannte, hieran erinnernde Fall, der bisher in der Litteratur beschrieben worden ist, bezieht sich auf *Perilla nankinensis*, wo MOLISCH anthocyan-

<sup>1</sup> Diese Stärkekörner stimmen mit den in intakten Wurzeln, Stengeln und Blättern vorkommenden überein. Bei *Scindapsus* scheinen sie im allgemeinen einfach zu sein, bei *Pothos* und *Monstera* dagegen treten traubenförmig zusammengesetzte Stärkekörner auf. Wie DALITZSCH (I, 283) näher untersucht hat, finden sich in den Schwammparenchymzellen des Blatts bei *Monstera* polyarche (traubig zusammengesetzte) Stärkekörner, in den Zellen des Blattstiels dagegen oligarche (2–4-fach zusammengesetzte) vor.

führende Thyllen nachgewiesen hat. Seine Beschreibung dieses Verhaltens lautet in folgender Weise (II, 268, Anmerk. 2): »Als ein sehr empfehlenswerthes Object für das Studium der Entwicklung von Thyllen in Schraubengefässen lernte ich . . . Blattstiele von *Perilla nankinensis* kennen. Hier führen die Holzparenchymzellen reichlich Anthokyan, und es ist daher begreiflich, dass in Folge dieses Umstandes die Thyllenentwicklung besonders klar beobachtet werden kann».

Der Regel nach stellen die Thyllen bei *Monstera*, *Scindapsus*, *Pothos* und *Philodendron* nur Aussackungen der die Gefässe umgebenden Parenchymzellen dar. Sie gehören demnach den von WINKLER unterschiedenen, sogenannten Ausstülpungsthyllen zu und sind nach KÜSTER als Zellenhypertrophien zu bezeichnen. Besonders bemerkenswert ist doch, wie schon oben erwähnt wurde, das häufige Auftreten von Querwänden. Die Thyllenblase teilt sich und das äussere Stück derselben individualisiert sich zu einer selbständigen, von der Mutterzelle durch Zellwand abgetrennten Zelle. Die Thyllen gehören in diesem Falle dem von WINKLER als Zellen-thyllen bezeichneten Typus zu und stellen nach KÜSTER durch Hyperplasie entstandene Gebilde dar. Bei dieser Individualisierung der Thyllen zu Zellen ist die Zellwand im allgemeinen quer auf die Längsrichtung der Thyllenblase gestellt. Es kommt doch auch vor, dass die Querwand in schräger Richtung orientiert ist. Ausnahmsweise tritt in ein und derselben Thylle wiederholte Zellenteilung ein. Die Zellwände verlaufen dann parallel, in derselben Weise wie z. B. in den von MOLISCH bei *Cuspidaria pterocarpa* (Taf. I, 7) und von WINKLER bei *Jacquemontia violacea* (Fig. 4) beobachteten Fällen. Einmal habe ich bei *Pothos* eine Längsteilung eintreten sehen, wodurch auch in diesem Punkte eine interessante Übereinstimmung mit den Befunden WINKLER's besteht, der bei den Haar-thyllen von *Jacquemontia* eine partielle Längsteilung einer Zelle nachweisen konnte (Fig. 4 d).

Ein besonderes Interesse bieten die septierten Thyllen der untersuchten Araceen hinsichtlich des Verhaltens der Zellteilung zur Kernteilung dar. Deutliche Bilder von den Kernteilungsphasen habe ich zwar in keiner Thylle beobachten können. Weil jedoch in sämtlichen Fällen, wo Quer- oder Längsteilung einer Thylle eingetreten war, stets in den beiden von einander abgegliederten Zellen ein Zellkern vorhanden war, deutet dies darauf hin, dass in der Mutterzelle eine Teilung des Zellkerns der Wandbildung vorausgegangen sein muss. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang folgender, hier an der Figur 1 c abgebildeter Fall. Die apikale Zelle der dreizelligen Thylle zeigt zwei Zellkerne, was zweifellos darauf hinweist, dass eine Kernteilung als Einleitung der Teilung der betreffenden Zelle eingetreten ist, dass aber die danach folgende Phase dieses Prozesses, die Wandbildung, aus irgend einem Grunde ausgeblieben ist<sup>1</sup>.

Es sei schliesslich auch erwähnt, dass bei reichlicher Entwicklung die Thyllen auf einander stossen und infolge gegenseitigen Drucks und Abplattung mit den

<sup>1</sup> Zweikernige Zellen habe ich ferner in der Rinde der Wurzeln, z. B. von *Scindapsus pinatifidus*, an manchen Orten beobachtet. Über mehrkernige Zellen liegen aus der jüngsten Zeit Untersuchungen bei BEER und ARBER, sowie bei PRANKERD vor.



Wänden zusammenwachsen, so dass die Gefässe von einem parenchymatischen Gewebe erfüllt erscheinen. Dieses Pseudoparenchym besteht aus polyedrischen Thyllen. Besonders in alten, dekapitierten Wurzeln sind die Gefässe gewöhnlich auf weiten Strecken durch in dieser Weise veränderte Thyllen verstopft. In dünnen Gefässen kommt doch auch das Verhalten vor, dass die Verstopfung durch eine einzige, mächtig entwickelte Thylle geschieht. Diesen Fall habe ich z. B. bei *Monstera* wahrgenommen, wo eine grosstüpfelige Thylle das ganze Gefässlumen verstopft hatte.

Nach den Untersuchungen von HABERLANDT und MOLISCH kommt es in vielen Fällen z. B. bei *Musa* und *Monstera* vor, dass sich mehrere Thyllen aus ein und derselben Parenchymzelle entwickeln. Dies tritt nicht selten ein, wenn die betreffende Thyllenmutterzelle an ein Schraubengefäss angrenzt. Irgend einen Fall, in welchem dieses Verhalten mit Sicherheit in den Wurzeln der angeführten Araceen eingetreten ist, habe ich nicht wahrgenommen. Doch habe ich nicht speziell auf diesen Punkt geachtet, und anderseits sind in den Wurzeln dieser Pflanzen die Thyllen, insofern ich es überhaupt habe finden können, stets an grosse Tüpfelgefässe gebunden<sup>1</sup>.

Mit den bei den untersuchten Araceen ergebnen neuen Fällen der mehrzelligen Thyllenform hat sich ein noch grösseres Material angehäuft, das gegen die KÜSTER'sche Auffassung von den Thyllen als Hypertrophien spricht. Wenn wir mit WINKLER zweierlei Thyllenformen unterscheiden, Ausstülpungsthyllen (Hypertrophien) und Zellenthyllen (Hyperplasien), sind wir infolgedessen, was die betreffenden Araceen anlangt, in diesem Falle genötigt, die beiden Thyllenformen ein und derselben Pflanze und sogar ein und demselben Gefäss zuzuschreiben. Es scheint mir aus diesen Gründen geeigneter, die WINKLER'sche Trennung wieder aufzugeben und überhaupt die Einzelligkeit der Thyllen nicht so stark zu betonen, wie es MOLISCH und besonders KÜSTER getan haben.

Von dem häufigen Vorkommen der Querwände abgesehen, das die Thyllen der untersuchten Araceen kennzeichnet, bieten diese Gebilde auch in der Hinsicht ein beträchtliches Interesse dar, dass in denselben Zellkerne auftreten. Diese kommen hier sogar, insofern ich habe finden können, konstant als Inhalt vor und zwar sowohl in den Thyllen des gewöhnlichen, unseptierten Typus, als auch in den septierten Thyllen. Die Untersuchungen älterer Autoren haben ergeben, dass die Thyllen in manchen Fällen einen Zellkern führen, dass aber auch solche Fälle zum Vorschein kommen, in denen dieser Körper ganz und gar fehlt. Die Frage nach dem Vorkommen von Zellkernen in thyllenartigen Gebilden drängt indessen zu einer näheren Prüfung, weil in den monographischen Untersuchungen über Thyllen (MOLISCH und KÜSTER) nur eine oberflächliche Behandlung derselben zu Teil geworden ist. Im Anschluss an meinen obigen Bericht lasse ich daher die

---

<sup>1</sup> Schon REESS teilt einige Abbildungen mit, wo mehrere Thyllen von ein und derselben Parenchymzelle aussprossen (Fig. 3, 6 [*Vitis*]; 4, 7 [*Cucurbita*] und 9 [*Platanus acerifolia*]).



nachstehenden Angaben folgen, die sich auf solche in der Litteratur beschriebene Fälle beziehen, in denen Zellkerne in den Thyllengebilden nachgewiesen worden sind.

Schon REICHENBACH nahm bei *Cucurbita Pepo*, *Strelitzia reginae*, *Juglans regia* und *Musa paradisiaca* wahr, dass die in diesen Pflanzen auftretenden Thyllen Zellkerne führen (I, 242). In ihrer Arbeit teilt REICHENBACH ferner vorzügliche Abbildungen von den betreffenden Zellkernen bei *Robinia pseudacacia* (Fig. 1, 2), *Cucurbita Pepo* (Fig. 4, 6, 7, 22) und *Strelitzia reginae* (Fig. 5) mit. UNGER führt in seiner Untersuchung über die Thyllen, »die Füllzellen der Gefässe«, die Beobachtung an, dass in vielen dieser Zellen blasenförmige Körper vorhanden sind (I, 755), die, wie er vermutet, wahrscheinlich die Kerne derselben darstellen; er spricht aber dies nicht mit voller Sicherheit aus. An den Figuren 6 (Taf. I) und 13 (Taf. II) hat UNGER in der Tat eine zellkernführende Thylle von *Canna indica* abgebildet.

Gleichfalls REESS beobachtete Zellkerne in Thyllen (I, 6) und er bildete an den Figuren 4 und 7 (Taf. I) seiner Arbeit Thyllen von *Cucurbita sp.* mit Zellkern und Protoplasma ab. Dasselbe Objekt, *Cucurbita*, unterzog ZIMMERMANN später, im Jahre 1887, einer näheren Untersuchung und machte dabei die Beobachtung, dass in den Thyllen stets ein Zellkern vorhanden war, welcher sich ohne Schwierigkeit durch Färbung mit Hämatoxylin nachweisen liess (I, 515). Nach JORDAN (1903) treten auch bei *Cucumis sativus* manchmal Zellkerne in den Thyllen auf und zwar nicht nur in den gewöhnlichen zartwandigen, sondern auch in den netzfascrig verdickten, an Speichertracheiden erinnernden Gebilden dieser Art (I, 209; Pl. X, Fig. 1, 2).

Die Angabe GRIS', dass bei der Bildung von Thyllen bei *Ampelopsis quinquefolia* diese einen Zellkern führen, habe ich schon im vorigen besprochen.

HABERLANDT erwähnt Zellkerne — ausser bei *Cucurbita* — auch für die Thyllen, die bei *Monstera deliciosa* entstehen, wenn abgeschnittene, junge Blattstiele einige Tage lang in Wasser stehen. Der Nachweis dieser Kerne, von denen HABERLANDT vorzügliche Abbildungen liefert, erfolgte durch Tinktion mit Pikrokarmín oder Boraxkarmín (I, 72, 73; Taf. II, Fig. 1—3).

Als empfehlenswerte Untersuchungsobjekte, wo Zellkerne in den Thyllen häufig auftreten, nennt MOLISCH 1888 folgende Pflanzenarten (II, 274): *Ampelopsis hederaea*, *Philodendron pertusum* (verletzte Wurzeln), *Dahlia variabilis* (verletzte Sprosse), *Sparmannia africana*, *Boehmeria polystachia* und *Vitis vinifera* (verletzte Sprosse). Nach einer schon im Jahre 1886 von FISCHER (I, p. ci) gelieferten Angabe ist überdies *Bryonia* zu erwähnen, wo nämlich ein schön ausgebildeter und deutlich hervortretender Zellkern in den Thyllen vorhanden ist.

Es sei aus der letzteren Zeit die Beobachtung GRAVIS' angeführt, infolge welcher die bei *Tradescantia virginica* auftretenden Thyllen einen an Protoplasmafäden im Zentrum der Thyllenblase aufgehängten Zellkern enthalten (I, 100).

Das Auftreten von Zellkernen in den Thyllen hat ferner VON ALTEN einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Unter den in bezug hierauf geprüften Pflanzen wurden Zellkerne in den Wurzelthyllen von *Manihot Glaziovii* (Fig. 12),

*M. carthaginensis*, *Carica Papaya* und *Quercus induta* gefunden. Besonders gut zeigte die letztgenannte dieses Verhalten. Bei *Manihot* war der Thyllenkern zentral gelagert, bei *Quercus induta* dagegen erfährt derselbe durch das wandständige Plasma eine diesem Verhalten entsprechende Lagerung. Bei *Quercus induta* liegt der Zellkern stets in der Nähe des Tüpfels und zeichnet sich besonders durch seine Grösse aus (I, 84; Taf. II, Fig. 14; II, 13).

GERRY schliesslich beschreibt (I, 446; Pl. LII, Fig. 3) zellkernführende Thyllen im Stammholz von *Quercus lobata*.

Diese aus der vorliegenden Litteratur genommenen Angaben betreffs zellkernführender Thyllen können, wie meine Untersuchungen ergeben haben, mit den oben beschriebenen Fällen vervollständigt werden, in denen Zellkerne sogar als fast konstant vorhandene Inhaltskörper der Thyllengebilde auftreten, nämlich *Monstera deliciosa* — bei welcher jedoch schon HABERLANDT, MOLISCH und STRASBURGER Zellkerne in den Thyllen verschiedener Teile beobachtet hatten —, *Scindapsus pinnatifidus*, *Pothos ventricosus* und *celatocaulis*, sowie *Philodendron ovalifolium*. Diese Pflanzenarten können als in dieser Hinsicht empfehlenswerte Objekte bezeichnet werden, die, wenn die Untersuchung sich auf das Vorkommen von Zellkernen in Thyllen richtet, beinahe den von MOLISCH empfohlenen vorzuziehen sind.

Die Fähigkeit, sich zu teilen, die ich im vorhergehenden betreffs der Thyllen gewisser Pflanzen eingehend erörtert habe, setzt selbstverständlich das Vorhandensein von Zellkernen voraus. Wie schon oben erwähnt wurde, muss man bei allen septierten Thyllen unbedingt eine Teilung des in der Mutterzelle vorkommenden Zellkerns als der Teilung der Thyllenblase vorangehend annehmen. Wenn wir von einigen, im folgenden ausführlich erwähnten Angaben von HABERLANDT und TAMBA absehen, ist die Entwicklungsgeschichte der Thyllen, insbesondere die Entstehung des in denselben auftretenden Zellkerns, in Details nicht näher verfolgt worden. Diese Frage, die Herkunft des Zellkerns in den Thyllenzellen, haben zwar schon ältere Autoren berücksichtigt und in verschiedener Weise beantwortet. REICHENBACH stellte sich z. B. die Aufgabe zu untersuchen, inwiefern der Entstehung der Thyllen der Bildung eines Zellkernes vorangeht oder nicht. Ihre diesbezüglichen Untersuchungen ergaben, dass es ihr in keinem Falle gelang, weder in der vollendeten, äusseren Zelle, noch in der in Entstehung begriffenen Thylle einen Zellkern wahrzunehmen. REICHENBACH hat, wie sie angibt, sich davon überzeugt, dass die Thyllenbildung ohne Einwirkung eines vorhergehenden Zellkerns vor sich geht. Wenn z. B. bei *Cucurbita* fast in jeder Thylle sich ein Zellkern vorfindet, kann dieser nach REICHENBACH nur frei entstanden sein. Die Verfasserin formuliert in der betreffenden Abhandlung ihre Auffassung in folgender Weise (I, 250): »Man findet, dass diese Zelle [die Thylle] ohne vorangehenden Zellkern entsteht, sie bringt auch keine neuen Zellen aus sich selbst hervor, weder durch Theilung in sich, noch in irgend einer anderen Weise; sondern sie nimmt an Grösse zu, so lange der Raum der Gefässhöhle es gestattet, und man findet gar nicht selten

auf Querschnitten das ganze Lumen des Gefässes von einer einzigen übergrossen Zelle eingenommen. Obgleich sie also nie zur Mutterzelle wird, bildet sie nichts destoweniger im Verlaufe ihres Lebensprocesses einen Zellkern, welcher die ihm zukommende Function der Saftströmung übernimmt und in der vollständig ausgebildeten Thylle stufenweise wieder verschwindet.»

Die Auffassung REICHENBACH's ist betreffs des freien Ursprungs des Thyllenkerns offenbar aus der damals (1845), wenn auch nicht allgemein gehuldigten, so doch noch nicht endgültig aufgegebenen Zellenbildungstheorie von SCHLEIDEN hervorgegangen, welche bekanntlich darauf ausläuft, dass kleine, individualisierte Körner sich spontan im Protoplasma ausdifferenzieren und durch successive Verdichtung von neuerzeugter Substanz zu Zellkernen übergehen.

Dieselbe Ansicht, dass der Zellkern sekundär nach dem Auswachsen der Thyllenblase in dieser gewissermassen durch eine freie Kernbildung entsteht, sprach REESS (I, 6) aus. Die hervorwachsende Thylle erzeugt nach REESS — wenigstens in gewissen Fällen — sekundäre Zellkerne. Auch STRASBURGER huldigte in seinen früheren Arbeiten [namentlich in der ersten und zweiten Auflage seines Werkes über »Zellbildung und Zelltheilung«] einer ähnlichen Ansicht. Er glaubte nämlich (I, 121) annehmen zu können, dass bei der Thyllenbildung eine besondere Art von Regeneration vorliegt, bei welcher die neue Zelle einen frei hervorgebrachten Zellkern enthält und ihr Protoplasma sich in noch unbekannter Weise von der Schwester-, bezw. Mutterzelle abgrenzt. In einer späteren Auflage der betreffenden Arbeit (der dritten) (II, 170) hat STRASBURGER jedoch diese Ansicht wenig begründet gefunden und seine Auffassung in bezug auf die Entstehung der Thyllen geändert. Er glaubt dann nicht mehr, dass die Zellkerne der Thyllen einen freien Ursprung haben, sondern nimmt vielmehr an, dass dieselben aus ihrer ausserhalb des Gefässes gelegenen Mutterzelle stammen.

Eine nähere Begründung erhielt diese Frage erst durch HABERLANDT, welcher im Jahre 1887 durch sorgfältige anatomische Beobachtungen den Beweis lieferte, dass der Zellkern der Thylle stets aus der Mutterzelle derselben herrührt. Seine Untersuchungen, die sich speziell auf den Zusammenhang zwischen der Lage des Zellkerns und der Bildung der Thyllen beziehen, stellte HABERLANDT an jungen Blattstielen von *Monstera deliciosa* an. Wenn diese einige Tage lang in Wasser gestanden hatten, bildeten zahlreiche, an die grossen Spiralgefässe grenzende Holzparenchymzellen je eine blasenförmige Thylle mit verhältnismässig breiter Basis. Das Verhalten des Zellkerns beschreibt HABERLANDT in folgender Weise (I, 72): »Der Zellkern der betreffenden Parenchymzelle liegt zu Beginn der Thyllenbildung der an das Gefäss grenzenden Längswand an. Dort nun, wo der Kern liegt, stülpt sich die Membran aus und bildet die Thyllenanlage, welche während ihrer jüngsten Stadien von dem sofort in sie einrückenden Kerne fast vollständig ausgefüllt wird. Gleichzeitig wandert auch Plasma in die Ausstülpung ein, in welcher bei weiterem Wachstum der Thylle einige grössere Vacuolen auftreten. Der Kern behält eine Zeit



lang seine centrale Lage bei, wird aber später, nach Ausbildung eines Zellsaftraumes wandständig.» (Taf. II, Fig. 1—3).

Bei der Thyllenbildung im Blattstiel von *Cucurbita maxima* spielt sich nach HABERLANDT im grossen und ganzen derselbe Verlauf ab. Dagegen gestalten sich diese Verhältnisse bei *Robinia pseudacacia* wesentlich anders. Eine bestimmte Beziehung zwischen der Lage des Kerns und der Thyllenbildung ist hier nicht vorhanden (I, 73). Bei *Robinia* bleibt nämlich der Zellkern gewöhnlich in der Holzparenchymzelle, was HABERLANDT so erklärt, dass der Zellkern dadurch die Anregung zur Bildung der anderen Thyllen gibt, die sich bei *Robinia* von ein und derselben Parenchymzelle entwickeln.

Der Auffassung HABERLANDT's schliesst sich MOLISCH in wesentlichen Punkten an und seit ihm sämtliche Forscher, die bei ihren Untersuchungen diese Frage berührt haben. Nach MOLISCH ist doch die von HABERLANDT angenommene Beziehung zwischen Kernlage und Thyllenanlage bei der Thyllenbildung bei *Monstera deliciosa* nicht zutreffend. MOLISCH hebt vor allem hervor (II, 275), dass der Kern der Parenchymzellen, auch dann wenn keine Neigung zur Thyllenbildung vorhanden ist, bei *Monstera* und einigen anderen Monokotylen für gewöhnlich der Gefässseite anliegt, und ferner dass auch hier bei *Monstera* mehrthyllige Parenchymzellen vorkommen, die 2, ja mitunter 3 Thyllen bilden, von denen zumeist eine einen Kern enthält. *Monstera* macht demnach keine Stütze für die Ansicht HABERLANDT's aus. Was aber die Herkunft des Thyllenkerns betrifft, stimmt MOLISCH in diesem Punkte der Meinung HABERLANDT's zu.

VON ALTEN (I, 84) konnte die Angaben von HABERLANDT und MOLISCH bestätigen. Junge, noch wenig ausgewachsene Thyllen enthalten besonders bei den Dikotylen in der Regel keinen Kern; dieser wandelt erst später aus der Mutterzelle in die Thylle ein.

Es sei indessen hier auch eine Angabe von TAMBA erwähnt, nach welcher die Entstehung des Zellkerns der Thyllen, wenigstens in einzelnen Fällen, in anderer Weise vor sich geht. TAMBA untersuchte die Entwicklungsgeschichte der Thyllen in abgeschnittenen Stengeln von *Cucurbita* und gelangte dabei zu folgendem Ergebnis. In jungen Tüpfelgefässen, wo sich die Zellwand in den ersten Phasen sekundärer Verdickung befindet, sieht man bei der Thyllenbildung, wie sich der Zellkern der Thyllennutterzelle in die Länge streckt und in den Tüpfelkanal einwandert. In diesem Falle ist demnach anzunehmen, dass der ganze Zellkern — in Übereinstimmung mit den Befunden HABERLANDT's — zu der in Entstehung begriffenen Thylle übergeht. TAMBA beobachtete daneben auch Fälle, wo sich die Mutterzelle durch eine Wand von der Thylle abgliederte und kernfrei blieb. In noch anderen Fällen dagegen trat in gewöhnlicher Weise Kernteilung in der Mutterzelle ein und die eine Hälfte des ursprünglichen Kerns (ein Tochterkern) wanderte in die Thylle ein. TAMBA nahm ferner wahr, dass der Zellkern der Thylle in einzelnen Fällen zu einer mehr bedeutenden Grösse auswuchs als der der Mutterzelle, welcher verhältnismässig klein blieb.



TAMBA teilt zwei Abbildungen mit, die sich auf diese Thyllen in den getüpfelten Gefässen bei *Cucurbita* beziehen und die oben angeführten Beobachtungen anschaulich zum Vorschein bringen. Die erste zeigt an einem Querschnitt (Seite 4) drei Thyllen mit Inhalt von Protoplasma und Zellkern; eine von den betreffenden Thyllenblasen führt daneben einen zweiten, im Mutterzellteil der Thylle sich befindenden Zellkern. Die zweite von TAMBA gelieferte Abbildung (Seite 5) stellt einen Längsschnitt dar und gibt zwei ebenfalls Protoplasma und Zellkern führende Thyllen wieder; der Zellkern der unteren Thylle befindet sich in dem schmalen Isthmus, womit die thylloide Ausstülpung in Zusammenhang mit der Mutterzelle steht. Es liegt hier offenbar der Fall vor, wo der Zellkern im Einrücken in die Thyllenblase einbezogen ist<sup>1</sup>.

Die Angabe TAMBA's betreffs der Teilung des Kerns in der Thyllennutterzelle vor der Einwanderung desselben in die Thylle ist noch nicht durch neuere Untersuchungen bestätigt worden. Man hat auch, wie z. B. KÜSTER, die Richtigkeit dieser Beobachtung TAMBA's bezweifeln wollen, und eine Nachprüfung von diesem Objekt würde demnach von grossem Wert sein. Was aber die Beobachtung TAMBA's [und HABERLANDT's] bezüglich der Zusammendrückung und der Wanderung des Zellkerns durch die Tüpfelverbindung zwischen der parenchymatischen Mutterzelle der Thylle und dem ausgestülpten Blasenteil derselben betrifft, so hat diese durch eine Untersuchung von MIEHE gewissermassen Bestätigung gefunden. MIEHE untersuchte die Regenerationserscheinungen an verletzten Zellenkomplexen, z. B. an abgezogenen Epidermisstücken von *Allium nutans* (I, 116 ff.), und konnte dabei beobachten, dass die Zellkerne partiell durch Membranenporen (die Plasmodesmen) dringen und sogar aus einer Zelle in eine angrenzende wandern können (Taf. XI, Fig. 1—4). Daneben beobachtete MIEHE (I, 136 ff.) bei Regeneration von Epidermis bei *Tradescantia virginica*, dass der Zellkern in die thylloiden Ausstülpungen hinauswandert, welche die an tote Zellen grenzenden Epidermiszellen hier treiben (Taf. XI, Fig. 9, 10), Ausstülpungen, die von anatomischem und morphologischem Gesichtspunkte aus mit den Thyllen trachealer Elemente analog sind. MIEHE weist in diesem Zusammenhang (I, 138) auch auf die Ähnlichkeit hin, die zwischen den Bildern, die diese Regeneration der Epidermis darbietet, und denjenigen, die bei der Thyllenburg hervor- gehen, vorhanden ist. Besonders auffallend findet MIEHE diese Ähnlichkeit mit dem Verhalten bei der Thyllenburg bei *Monstera deliciosa*, wo der Zellkern nach HABERLANDT seine Lage genau an der Stelle hat, wo die Anlage der Thylle entsteht, und späterhin in die Thyllenblase einwandert.

Bei meinen eigenen Thyllenuntersuchungen habe ich wiederholt meine Aufmerksamkeit auf diesen Punkt, die Einwanderung des Thyllenkerns, gerichtet, und ich kann betreffs desselben hinzufügen, dass die Thyllenburg in den Luftwurzeln von *Monstera deliciosa* genau in derselben Weise vor sich geht, wie nach HABERLANDT

<sup>1</sup> Eine ähnliche Beobachtung teilt HABERLANDT (I, 73) betreffs *Robinia pseudacacia* mit. »In der That habe ich hin und wieder im . . . Tüpfelkanal der Gefässwand einen Kern stecken gesehen, welcher vermutlich auf der Wanderung in die Thylle begriffen war (Taf. II, Fig. 39).«

beim Entstehen dieser Gebilde in den Blattstielen. Die Einwanderung des Thyllenkerns erfolgt allem Anschein nach sehr frühzeitig nach der Entstehung der Thyllenanlage und, soviel ich es habe finden können, stets ohne vorangehende Teilung desselben. Zu demselben Erfolg führten meine Untersuchungen über die Wurzelthyllen der anderen Araceen, der *Scindapsus*-, *Pothos*- und *Philodendron*-Arten.

Eine interessante Parallele zu der jetzt besprochenen Septierung der Thyllen durch Querwände bei *Monstera* und den anderen untersuchten Araceen stellt ein anderes, bereits von MOLISCH (II, 293) bei *Monstera* beobachtetes eigenartiges Verhalten dar. Die betreffende Erscheinung, die bei verletzten und in Heilung begriffenen Luftwurzeln hervortritt und die in physiologischer Beziehung mit den thyllenartigen Ausfüllungen der Gefässe equivalent ist, besteht darin, dass die Gefässe eingedrückt werden, infolgedessen, dass die an das Gefäss angrenzenden Parenchymzellen sich quer strecken und derart auf die Gefässe drücken, dass dieselben kollabieren und zum Verschluss gebracht werden. Häufig teilen sich diese Zellen und bilden in dieser Weise ein grosszelliges, dünnwandiges Wundparenchym, welches das Lumen der Gefässe eindrückt. An den zwei Bildern (Taf. II, Fig. 10, 11), die MOLISCH von diesem, wie es scheint, sogar alleindastehenden Verhalten mitgeteilt hat, führen die betreffenden Hyperplasien gut entwickelte Zellkerne. Es liegt offenbar in diesem Falle ganz dieselbe Teilungsneigung bei den die Gefässe umgebenden Parenchymzellen vor, wie bei der Bildung von septierten Thyllen in den Gefässen. Der Unterschied ist nur, dass sich die Teilung geltend macht ohne — wie bei der Thyllenburgung der Fall ist — Ausstülpung in das Lumen der Gefässe. Bloss das lokale Flächenwachstum der Tüpfelschliesshaut bleibt bei der hier in Rede stehenden Eindrückung der Gefässe aus.

Das beschriebene Verhalten scheint nicht besonders häufig zu sein. Ich habe jedoch in einzelnen Fällen und zwar sowohl bei *Monstera*, als auch bei *Scindapsus* und *Pothos* derartige, teilweise oder vollkommene Verschluss beobachtet. Dieselbe Erscheinung wurde ferner von mir in dekapitierten Luftwurzeln von *Phoenix paludosa* gefunden. Diese Wurzeln, deren eigenartige Verzweigung ich früher an anderer Stelle besprochen habe (GERTZ, II, 20), stellen frühzeitig alles Wachstum ein, und die die Gefässe umgebenden Parenchymzellen wachsen dann palissadenförmig in der Querrichtung aus und teilen sich öfters durch Scheidewände, wodurch die Lumina der Gefässe verengt und schliesslich zum Verschwinden eingedrückt werden. In anderen Fällen erfolgt bei dieser Pflanze der Verschluss der trachealen Elemente, wie meine Untersuchungen ebenfalls ergeben haben, durch gewöhnliche Thyllenburgung, sowie durch Sekretion einer gelbgefärbten, gummiähnlichen Substanz.

Verhältnismässig selten trifft man bei den Luftwurzeln von *Monstera* Thyllen in den Interzellularen. Diese Art von Thyllenburgung, die schon MOLISCH (II, 293) an den Wurzeln von *Musa Ensete* und Zweigstümpfen verschiedener *Selaginella*-Arten, sowie an den Blattstielen von *Anthurium* beobachtet hat, zeichnet sich

dadurch aus, dass die die Luftgänge begrenzenden Parenchymzellen wie Thyllen blasenartig in den Luftraum hineinwachsen, häufig sich wiederholt teilen und in dieser Weise die Interzellularen zum Verschwinden bringen.

Dieses Verhalten, das ich, wie erwähnt, in den Luftwurzeln von *Monstera* angetroffen habe, kommt auch bei anderen Pflanzen vor. In der Litteratur liegen schon einzelne Angaben vor, die derartige Fälle vermelden. Nach den Untersuchungen MELLINK's (1886), von welchem die erste diesbezügliche Angabe herzurühren scheint, führt Verwundung der Blattstiele von *Nymphaea alba* zum Verschluss der hier vorkommenden, grossen Luftkanäle, indem die umgebenden, dünnwandigen Parenchymzellen haarähnliche, thyllenartige Fortsätze treiben, die sich nachher in einander zusammenflechten und ein kleinzelliges, die Lakune zuheilendes Pseudoparenchym erzeugen (I, Fig. 3). MELLINK hebt ferner hervor (I, 746 ff.), dass diese proliferierenden Zellen protoplasmareich sind, einen Zellkern enthalten und sich in der Masse, wie sie heranwachsen, durch Scheidewände kammern, so dass Zellreihen entstehen. Das Verhalten tritt sehr gut auf den Abbildungen MELLINK's hervor (Taf. VI, Fig. 2—4). Diese von MELLINK beschriebenen, in den Interzellularen von *Nymphaea* wuchernden, haarähnlichen Thyllen gehörendem nach dem septierten Thyllentypus an, und WINKLER hat die von ihm entdeckten, mehrzelligen Thyllen, »die Haarthyllen«, bei *Jacquemontia violacea* mit denselben ganz zutreffend parallelisiert.

Analoge Veränderungen treten unter denselben Bedingungen bei *Nuphar luteum* auf, wie neulich von ALTEN (III, 89) nachgewiesen hat, sowie auch bei einer dritten Nymphaeacee, *Brasenia peltata*, wo SCHRENK (I, 29) schon im Jahre 1888 solche Gebilde beschrieben hat. Betreffs des bei *Nuphar luteum* beschriebenen Falles, der von Verletzung des Blattstiels durch *Chironomus*-Larven herrührt, stellte sich bei der anatomischen Untersuchung von ALTEN's heraus, dass — genau wie bei *Nymphaea alba* — der ganze freie Teil der Wandung der die Luftkanäle umgebenden Zellen sich zu einem haarartigen Gebilde vorstülpt, wobei nicht selten auch Scheidewände in der Ausstülpung, aber immer erst wenn diese eine beträchtliche Grösse erreicht hat, auftreten, so dass geteilte und ungeteilte Blasen vorhanden sind<sup>1</sup>.

Es liegen noch andere, in der Litteratur bemerkte Fälle vor, bei denen die Interzellularen durch thyllenartig auswachsende Zellen zum Verschwinden gebracht werden. Nach MOLISCH (II, 293) stellt *Selaginella* in dieser Beziehung ein ausgezeichnetes Objekt dar, wo an der Stelle der durch Verletzung entstandenen Interzellularen in der Nähe der Gefässbündelscheide ein dichtes, chlorophyllführendes Parenchym auftritt, ebenso wie *Anthurium*, wo die die Schleimgänge umgrenzenden

<sup>1</sup> Gegen MELLINK, der die haarartigen Wucherungen bei *Nymphaea* als eine besondere Form des Kallusgewebes zu den traumatischen Thyllen rechnet, hebt von ALTEN hervor, dass hier die ganze freie Membran sich ausstülpt, während bei den Thyllen doch nur die Tüpfelschliesshäute in die Gefässe wachsen, und er vereinigt wegen dieses Umstands die betreffenden Wucherungen bei *Nymphaea* und *Nuphar* nicht direkt mit den Thyllen, sondern fasst dieselben allein als eine Art Kallusgewebe auf, eine Ansicht, der auch KÜSTER (IV, 72) in bezug auf diese Fälle zustimmt.



Parenchymzellen nach eingetretener Verletzung nach Art der Thyllen auswachsen und den Gang wenigstens zum Teil verschliessen.

In Kürze ist ferner eine diesbezügliche Angabe hervorzuheben, die sich auf eine in der Thyllennliteratur sogar vollständig übersehene Beobachtung STRASBURGER's bezieht<sup>1</sup>. Dieser Forscher beschreibt nämlich in seiner hier schon mehrmals erwähnten Arbeit: »die Leitungsbahnen der Pflanzen« thylloide, in den Interzellularen bei *Equisetum Telmateja* auftretende Ausstülpungen. Die betreffende Beschreibung lautet in folgender Weise (III, 437): »In Wasser aufgestellte, geköpfte, vor Verdunstung geschützte Sprosse . . . . Nach Ablauf von zwölf Stunden hatten die umgebenden Vasalparenchymzellen kugelige Ausstülpungen in die Carinalhöhlen getrieben, und war somit, in diese hinein, hier ganz ähnliche Thyllenbildung, wie sonst in ein Gefässlumen, erfolgt. Ungeachtet die an die Carinalhöhle grenzenden Vasalparenchymzellen sich frei an ihrer ganzen Fläche hätten hervorwölben können, trieben sie doch meist nur lokal beschränkte, blasenförmige Ausstülpungen, oft eine ganze Anzahl derselben über einander, in diese Höhle hinein.»

In den Gefässbündeln des Rhizoms von *Acorus Calamus* füllen sich die die ältesten Gefässe begleitenden Interzellularräume mit pseudoparenchymatischem, thyllenartig auswachsendem Gewebe (KÜSTER, IV, 85). Infolge einer kurzen Mitteilung HOLDEN's (I, 369, Anmerk.) scheint ferner in den Blättern von *Cycas revoluta* ein ähnliches Verhalten wie in dem von STRASBURGER bei *Equisetum* beschriebenen Falle vorzuliegen.

Zu den thylloiden, in den Interzellularen wuchernden Gebilden sind gewissermassen auch die als Markflecke bezeichneten, pathologischen Bildungen im sekundären Holz zu rechnen. Nach KIENITZ stellen diese, wenigstens bei den Laubbäumen, durch neuerzeugte Zellen ausgefüllte Gänge einer Insektenlarve (einer Diptere) dar, welche bei der Jahresringbildung die Elemente des Kambiums und des jugendlichen Holzes verzehrt (I, 24). Die den Wundrand auskleidenden Zellen wachsen dann thyllenartig aus und teilen sich wiederholt durch dünne Querwände. An den Orten nun, wo dicht am Wundrand sich ein neugebildetes Gefäss befindet, dringen die in dieser Weise wuchernden Füllzellen in dasselbe ein und pressen dabei die Residuen der zerstörten Holzzellen sowie der Gefässwand vor sich (I, 59; Taf. II, Fig. 8). Die Mutterzellen des Füllgewebes befinden sich gewöhnlich in den Markstrahlen. [Siehe diesbezüglich ferner die Untersuchungen von WILHELM (WIESNER, I, 29)].

Anschliessend hieran möchte ich noch einen Fall von bemerkenswerter, thyllolider Verstopfung der Interzellularen erwähnen, den ich in den Inflorescensträgern von *Cyperus Papyrus* beobachtet habe. An Querschnitten durch geköpfte Stengel trat eine eigenartige, pseudoparenchymatische Ausfüllung der grossen Luftkanäle durch filzfähnliches Gewebe hervor. Die weiteren Untersuchungen, die ich diesem

<sup>1</sup> [In der zweiten Auflage seiner Pathologischen Pflanzenanatomie macht indessen auch KÜSTER (IV, 85) auf die betreffende Untersuchung STRASBURGER's aufmerksam. — Zusatz während des Druckes.]



Objekt widmete, ergaben, dass sich auch in intakten Stengeln Gebilde dieser Art vorfanden und dass infolgedessen die Erscheinung nicht durch das Köpfen schlecht-hin hervorgegangen war, sondern sogar ganz normal im Stengel dieser Pflanze auftritt. Die betreffenden Gewebebildungen sind öfters von tracheidalen, in der Quer-richtung des Stengels angeordneten Elementen durchzogen, die mit den Gefäss-bündeln desselben anastomosieren.

Was die Entwicklung dieses Filzgewebes anbetrifft, geht dasselbe durch Auswachsen dünner und zarter, fadenförmiger Äste der die Luftkanäle begrenzenden Grundparenchymzellen hervor. Öfters scheint diese Sprossung der betreffenden Zellen von der Nähe der Gefässbündel auszugehen. Die Zellfäden, die eine gewisse Ähnlichkeit mit Pilzhypen darbieten, verzweigen sich korallenförmig in allen

Richtungen hin, flechten sich mit einander unregelmässig zusammen und erzeugen in dieser Weise einen dichten, filzartigen Verschluss der Interzellularen. Sie stellen gewissermassen lokale, lockere Aussteifungseinrichtungen dar und sind als partielle Querdiaaphragmen des Grundparenchyms aufzufassen.

Die betreffenden Proliferationen enthalten Chlorophyll. Der Inhalt derselben besteht, von dem in reichlicher Menge vorkommenden Zellsaft abgesehen, nur aus einem dünnen Primordialschlauch. Zellkerne habe ich in denselben nicht beobachtet.

Inwiefern Zellteilungen in den beschriebenen, faden- oder haarähnlichen Zellenfortsätzen stattfinden, habe ich wegen des verwickelten Baues des betreffenden Filzgewebes nicht feststellen können, und es war mir auch aus diesem Grunde unmöglich, eine voll-

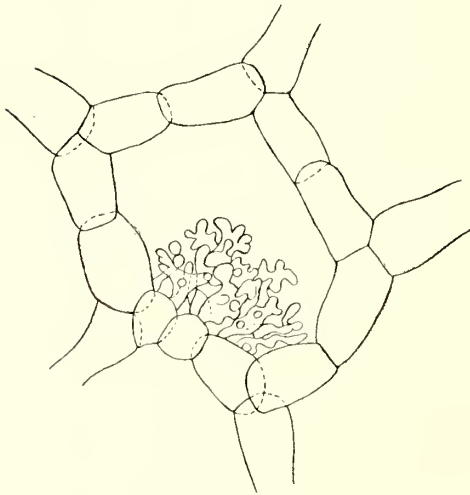


Fig. 2.

Luftkammer im Stengel von *Cyperus Papyrus*, zum Teil durch thyllenartig sprossende Fortsätze der den Kammer begrenzenden Grundgewebezellen verstopft. Querschnitt.

Vergr. 320:1.

ständige Zelle dieser Art zu isolieren und dadurch ein erschöpfendes Bild derselben zu erhalten. Die beigegeführten Abbildungen (Fig. 3 A—C) zeigen einige von den ersten Anfängen dieser lokalen, hyphenartigen Sprossungen aus den grundparenchymatischen Mutterzellen. Im entwickelten Zustand sind die Zellenäste, wie erwähnt, in sehr komplizierter Weise und in allen Ebenen durch einander umschlungen. Aus den Figuren, die den Bau einiger Spitzen derselben veranschaulichen, geht hervor, dass sie eine auffallende Übereinstimmung mit den Erineum-Haaren vieler Pflanzen, sowie auch mit pathologisch deformierten Haarbildungen, z. B. mit Wurzelhaaren, darbieten, die sich in giftigen oder ungeeigneten Lösungen entwickeln (KÜSTER, I, 180; IV, 243). Die Filzfäden crinnern auch auffällig an die fadenförmigen Kallusproliferationen, die VÖCHTING (I, 90; Taf. V, Fig. 12, 13) bei *Brassica oleracea* (Kohlrabi) näher

untersucht hat (KÜSTER, IV, 72). Vielleicht kann man dieselben auch mit den fadenförmigen, wolligen Wucherungen vergleichen, die bei der sogenannten Wollstreifigkeit an der Innenwand der Kernhauskammern von *Pyrus Malus* auswachsen (SORAUER; KÜSTER, IV, 64).

Inwiefern die beschriebenen Gebilde bei *Cyperus Papyrus* den interzellularen Thyllen sensu strictiori anzureihen sind, sei dahingestellt. Jedenfalls liegt hier ein bemerkenswerter Fall von Zellensprossung vor. Man könnte denselben als eine Bildung von inneren Erineum-Haaren bezeichnen, die ganz normal, ohne zoo- oder mycetogene Einflüsse, zu stande kommt.

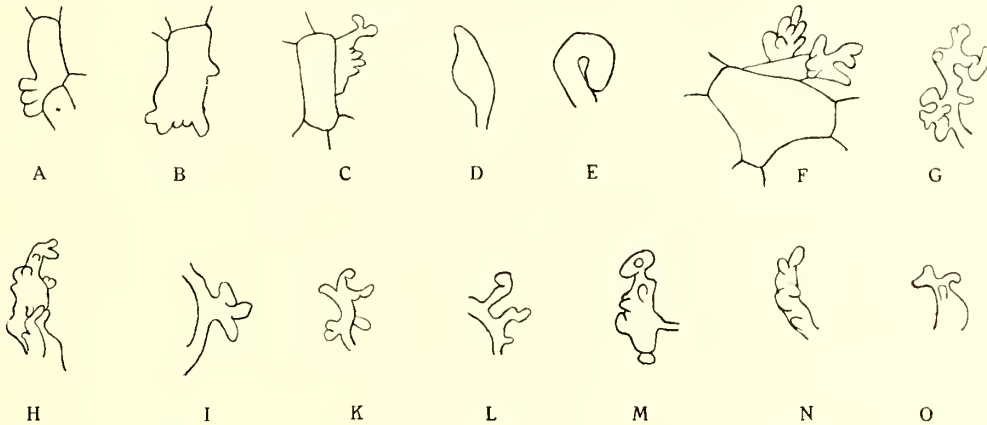


Fig. 3.

A—C Grundgewebezellen aus dem Stengel von *Cyperus Papyrus* mit Anfängen zur thylloiden Sprossung. D—O Beispiele der verschiedenartigen Ausbildung der proliferierenden Filzgewebezellen. D, E einfache, schlauchförmige Typen. F—O korallenförmig verzweigte Zellenäste.

Vergr. 320 : 1.

Es sind in der Litteratur schon wiederholentlich thyllenartige Gebilde beschrieben worden, die in sekretführenden Interzellularräumen, in Öl-, Schleim-, Gummi- und Harzgängen vorkommen. Die sezernierenden, die Lumina der betreffenden Behälter auskleidenden Epithelzellen stülpen sich in diese blasenförmig ein und füllen die Hohlräume mehr oder minder vollkommen. Nähere Aufschlüsse betreffs dieser offenbar den Thyllen zuzurechnenden Gebilde finden sich bei TRÉCUL, VAN TIEGHEM<sup>1</sup>, CONWENTZ (I, 38), KÜSTER (II, 105; IV, 83), LEBLOIS, MASSART<sup>2</sup> und PITARD, welche Forscher daneben auch die einschlägigen Litteraturangaben zusammengestellt haben. Um nur einige diesbezügliche Fälle aus dieser Litteratur herauszugreifen, seien hier als Beispiele die Beobachtungen TSCHIRCH's

<sup>1</sup> VAN TIEGHEM (II, 186) fand dieselben in den Sekretionskanälen bei *Mammea americana* und bei *Dipterocarpus*. LEBLOIS erwähnt solche ferner für *Brucea* und *Ailanthus* (II, 54). Bei *Brucea ferruginea* waren die betreffenden Gebilde indes schon im Jahre 1862 von TRÉCUL (II, III) wahrgenommen worden.

<sup>2</sup> Von thylloider Natur oder wenigstens den Thyllen nahestehend sind mehrere Fälle von Wundheilung, die MASSART ausführlich bespricht.

an den schizogenen Ölbehältern in der Rinde von *Balsamea Myrrha* erwähnt, wo die Sezernierungszellen alter Sekreträume sich thyllenartig in den Interzellularkanal vorwölben und oft den ganzen Kanal verschliessen und ausfüllen (II, 481, 483), so-

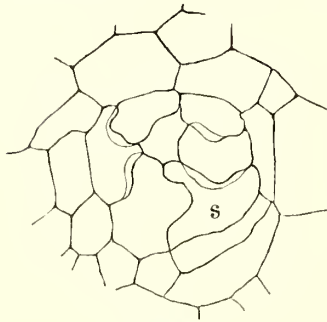
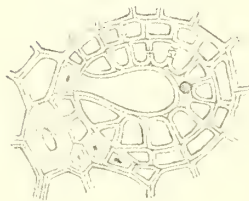


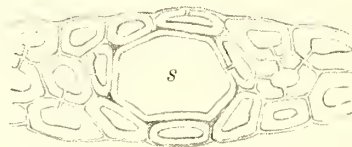
Fig. 4.

Schizogener Ölbehälter aus der Rinde von *Balsamea Myrrha*. Das Sezernierungsepithel *s* thyllenartig vorgestülpt. — Nach TSCHIRCH (II, 481).

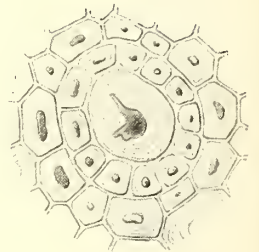
wie an den Harzgängen bei *Shorea stenoptera*, bei welcher Pflanze TSCHIRCH dieselbe Erscheinung nachwies (III, 193). Ferner sind hier die Untersuchungen von MAYR (I, 223; II, 279) anzuführen, nach denen thylloider Verschluss der Harzgänge stellenweise im Holz und in den Blättern von *Picea excelsa* und *Larix europaea* vorkommt. Die von MAYR mitgeteilten Abbildungen, von welchen ich hier zwecks Erläuterung drei reproduziert habe, zeigen in vorzüglicher Weise diesen Verschluss durch lokal wuchernde Thyllenfortsätze. Sehr bemerkenswert ist das Vorkommen von sklerotisch verdickten Gebilden dieser Art (Steinthyllen). [Siehe auch die diesbezüglichen Untersuchungen von GERRY (I, 458, 468)].



a



b



c

Fig. 5.

a Nebenharzgang im Nadelkissen der Fichte (*Picea excelsa*). Teilweiser Verschluss des Harzganges durch thyllenartiges Auswachsen einer Epithelzelle. Im verengten Interzellularraum ein Harztropfen. Vergr. 200:1.

b Verschluss eines horizontalen Ganges im Holze der Lärche (*Larix europaea*) durch Epithelzelle *s*. Vergr. 350:1.

c Verschluss des Harzganges in der sklerosierten Nadelbasis von *Picea excelsa* infolge des Auswachsens einer, höher oder tiefer als der abgebildete Querschnitt liegenden, dickwandigen Epithelzelle (Steinthylle). Vergr. 300:1.

Sämtliche Abbildungen nach MAYR (II, 310; Taf. II, III).

Von den letzterwähnten, in den Interzellularen sich verbreitenden Aussackungen ist der Schritt nicht weit zu den sogenannten stomatären Thyllen. Schon im Jahre 1881 machte SCHWENDENER die Beobachtung, dass sich bei mehrjährigen Blättern mit zunehmendem Alter in einigen Fällen eine der Thyllenbildung ähnliche Sprossung geltend macht, indem die der Atemhöhle der Spaltöffnungen benachbarten Parenchymzellen auswachsen und dieselbe verstopfen (I, 861). Dies wurde von SCHWENDENER namentlich bei älteren Blättern von *Prunus Laurocerasus*



und *Camellia japonica* gefunden, deren Atemhöhlen vollständig von einer thyllenförmig hervorgewölbten Mesophyllzelle zum Verschwinden verstopft waren (Fig. 16 a).

Ein anderer, schon lange bekannter Fall stellt *Tradescantia viridis* dar, wo eine ähnliche Verstopfung des stomatären Apparates von HABERLANDT (I, 74, Taf. II, Fig. 4—6; II, 423) beschrieben worden ist. Bemerkenswert ist, dass bei dieser Verstopfung der Atemhöhle die Ausstülpungen nicht, wie in den von SCHWENDENER untersuchten Fällen, von dem Grundgewebe des Blatts, sondern von den Nebenzellen des Spaltöffnungsapparates ausgingen, die, einander berührend und gegenseitig sich abplattend, den Ausgang des Hinterhofes, die Opisthialöffnung, vollständig abschlossen. Bei anderen, von MOLISCH näher untersuchten *Tradescantia*-Arten (*Tr. guianensis*, *zebrina* und *pilosa*), sowie bei *Begonia gunnerifolia* erfolgt aber die Verstopfung des Atemraumes von den angrenzenden Mesophyllzellen aus. Ein oder zwei, seltener mehr Mesophyllzellen wachsen, sich thyllenartig vorwölbend, in den Atemraum hinein, teilen sich und bilden schliesslich einen die Atemhöhle vollständig ausfüllenden Gewebekomplex (MOLISCH, II, 295; Taf. II, Fig. 13, 14). Von ganz besonderem Interesse sind die bei dieser Wucherung auftretenden Querwände, welche die betreffenden stomatären Thyllen in Parallelität mit den septierten Gefäss-thyllen stellen.

Durch weitere Untersuchungen von verschiedenen Forschern ist die Anzahl derartiger Fälle von thylloidem, stomatärem Verschluss bei weitem vermehrt worden. Es liegen auf diese Erscheinung sich beziehende Beobachtungen z. B. betreffs *Ficus nereifolia* (MÖBIUS, I, 120; Taf. II, Fig. 12; KÜSTER, IV, 84), *Pilea elegans* (HABERLANDT, II, 423), *Tradescantia pulchella* (HOLDEN, I, 369) vor, sowie ausgedehntere Untersuchungen von BUKVIC an vielen, der Familie *Cactaceae* hergehörigen Pflanzen und von WARNCKE (I, 30 ff.) an Vertretern der verschiedensten Familien (*Petasites*, *Circuea*, *Lysimachia*, *Thapsia*, *Eryngium* und *Polygonatum*)<sup>1</sup>. Hierher gehören offenbar auch einige von HABERLANDT (II, 423) beschriebene, lentizellenähnliche Bildungen an den Blattstielen verschiedener Laubbäume, sowie die eigenartigen, von VOUK untersuchten Pneumathoden an dem Stamm von *Begonia vitifolia*. KÜSTER (IV, 84) macht auf die Angaben von DE BARY (I, 55, Fig. 19 C) und GÖBEL (I, 114; Taf. XXIII, Fig. 10) aufmerksam, nach denen »auch die unter den Wasserspalten liegenden Interzellularen zuweilen ganz ähnliche Ausfüllungen (*Tropaeolum Lobbianum*, *Cephalotus follicularis*) zeigen».

Während es in sämtlichen diesen Fällen — *Tradescantia viridis* ausgenommen — sich um hypertrophierende Grundgewebezellen handelt, liegt bei dem von MIEHE in den Blättern von *Tradescantia virginica* untersuchten stomatären Verschluss, ebenso wie betreffs der vorher erwähnten *Tr. viridis*, ein thylloides Auswachsen der die Schliesszellen umgebenden Epidermiszellen vor.

<sup>1</sup> [Meine Aufmerksamkeit auf die angeführten Untersuchungen WARNCKE's wurde durch die reichliche Litteraturübersicht in KÜSTER's Pathologischer Pflanzenanatomie (IV, 84) gelenkt. — Zusatz während des Druckes.]



Es sei in diesem Zusammenhang hervorgehoben, dass auch LIDFORSS sich mit Untersuchungen über stomatäre Thyllenbildung beschäftigt hat. Die betreffenden Beobachtungen LIDFORSS' beziehen sich auf die nadelförmigen Blätter einer in Gewächshäusern vielfach kultivierten Proteacee, *Hakea acicularis*, bei welcher dieser Forscher eine thylloide Verstopfung der Spaltöffnungen durch beutelförmige Ausstülpungen konstatierte. Die Untersuchungen wurden leider nicht vor dem Verschcheiden LIDFORSS' zur Veröffentlichung verfolgt. Sie wurden nur in einem Vortrag dem Botanischen Verein zu Lund am 13. April 1912 vorgelegt, wovon das Protokollbuch folgendes mitteilt: »§ 4. Prof. LIDFORSS hielt einen Vortrag über verstopfte Spaltöffnungen bei einigen Proteaceen. Prof. LIDFORSS hatte beobachtet, dass die Spaltöffnungen älterer Blätter teils durch Sekretion einer schleimartigen Substanz, teils durch beutelförmige, thyllenartige Auswüchse von den den Spaltöffnungsapparat begrenzenden Zellen verstopft wurden.»

Im vorigen Jahre nahm ich in Anschluss an meine anderen Thyllenuntersuchungen dieses Objekt zu näherer Prüfung auf. Es zeigte sich dann, dass bei *Hakea acicularis* ein komplizierter Typus vorliegt, der gewissermassen eine Kombination von der epidermalen mit der grundparenchymatischen Verschlusseinrichtung darstellt.

Betreffs des anatomischen Baues des nadelförmigen Blatts von *Hakea acicularis* weise ich auf die Untersuchungen von JÖNSSON (I, 15) hin, wo derselbe in seinen Grundzügen dargestellt ist, ferner auf die von RENNER (I, 167) vor kurzer Zeit veröffentlichten Beobachtungen, die über die bemerkenswerten, radiale Verschiebung der Gewebeelemente des Blatts verschiedener *Hakea*-Arten Aufschluss geben. Die Spaltöffnungen, die im Boden trichterförmiger, mit schmalen Porus nach aussen mündender Einsenkungen auftreten, besitzen einen aus zwei Paar kleinen Zellen bestehenden Nebenzellenapparat. An den von RENNER gelieferten Abbildungen des Spaltöffnungsapparats bei *Hakea acicularis* (Quer- und Längsschnitte) sind die beschriebenen Strukturverhältnisse in anschaulicher Weise wiedergegeben.

Die Blätter des im hiesigen botanischen Garten gezüchteten Exemplars von *Hakea acicularis* zeigen fast konstant mehr oder minder durchgeführte stomatäre Verstopfungen, die dadurch zu stande kommen, dass die den Stomazellen benachbarten Nebenzellen sich blasenförmig ausdehnen, gegen einander wachsen und in dieser Weise die Atemhöhle verengen. Die Entstehung der Blasen erfolgt durch starkes Flächenwachstum des unmittelbar an die Schliesszelle grenzenden Teiles der Innenwand der betreffenden Nebenzelle.

Es beteiligen sich indessen bei diesem Prozesse auch andere, den fraglichen Nebenzellen anliegenden Zellen, die, in derselben Weise beutelförmig auswachsend, Aussackungen treiben, die sich dicht an die andere, thylloide Ausstülpungen legen und den Verschluss noch kompakter machen. Teilung der Blasen durch Querwände erfolgt dann und wann, und, wie es scheint, liegt dann die neue Wandung in der senkrecht zur Spalte stehenden Ebene. Es kommt auch vor, dass die an die Atemhöhle grenzenden Palissadenzellen seitliche Aussackungen treiben, welche

sich seinerseits am stomatären Verschluss beteiligen. In anderen Fällen wachsen, wie es scheint, die Spitzen der Palissadenzellen den Thyllenblasen entgegen. Überdies sei hinzugefügt, dass die thylloiden Auswüchse oft als Inhalt ein gelbes, ins Braune stossendes Sekret führen.

Kompliziertere Formen von stomatärem Verschluss gehen bei *Hakea* hervor, wenn sich die Thyllen nur einseitig entwickeln oder wenn die ganze Spaltöffnung exzentrisch an die Seite der äusseren Atemhöhle gedrängt wird. Es treten dann auch solche Fälle auf, wo die wallförmigen Vorsprünge an der Ausgangsöffnung der trichterförmigen, äusseren Atemhöhle schief über einander verschoben sind. Diese Erscheinung steht offenbar in Zusammenhang mit den von RENNER nachgewiesenen radialen Verschiebungen sämtlicher Gewebeelemente des Blatts. Es ist diesem Umstand auch zuzuschreiben, dass es sich oft schwierig fällt, ganz genaue

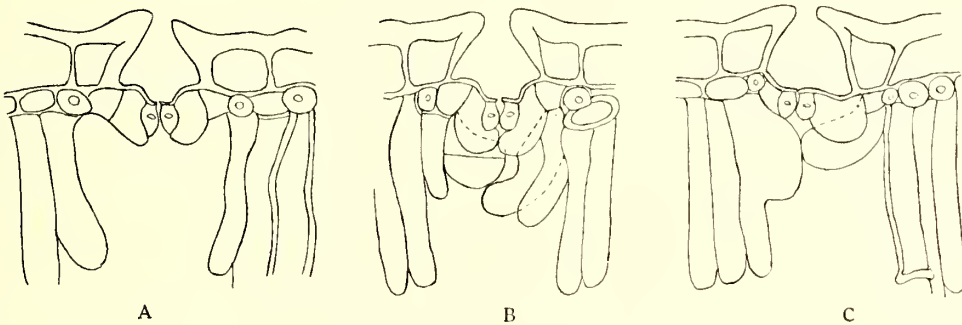


Fig. 6.

Stomatäre Thyllenbildung im Blatt von *Hakea acicularis*. A Blasenförmige Ausdehnung der Nebenzellen der Spaltöffnung. B Verschluss der Atemhöhle durch stomatäre Thyllen. Eine Thyllenblase zeigt Querteilung. C Verschluss durch Kombination von epidermaler Thyllenbildung und seitlicher Aussackung einer Palissadenzelle. Die Spaltöffnung einseitig verschoben. Vergr. 320:1.

Querschnittsbilder des anatomischen Baues der Spaltöffnungen zu bekommen, weil wegen der genannten Verschiebung der Spaltöffnungskanal und die ganze Atemhöhle eine schräge Richtung erhalten.

Aus den im vorigen mitgeteilten Tatsachen geht hervor, dass die in den Spaltöffnungen des Blatts von *Hakea* vorliegenden Thyllen entwicklungsgeschichtlich einen Kombinationstypus darstellen, indem dieselben sowohl epidermalen, als auch grundparenchymatischen Ursprungs sind.

Um jetzt noch auf die gefässfüllenden Thyllen zurückzukommen, seien im Anschluss an die oben mitgeteilten Untersuchungen über dieselben einige anomale Fälle dieses Prozesses angeführt, anderseits auch einige Beobachtungen eingehend besprochen, die mit denselben in Zusammenhang stehen und die von irgendwelchem Gesichtspunkte aus ein gewisses Interesse darbieten. Als reine Anomalien sind die Thyllen anzusehen, die HARTIG bei *Quercus* und TISON bei *Hamamelis virginiana* beschrieben haben. HARTIG erwähnt eine in Thyllenblasen eintretende

sekundäre Thyllenbildung, aber teilt betreffs der Natur dieser besonders auffallenden Erscheinung keine näheren Angaben mit. Die von HARTIG (II, 180) gelieferte Abbildung — ein Längsschnitt — bezieht sich auf die Struktur des Stammholzes einer durch *Polyporus igniarius* infizierten *Quercus Robur* und zeigt ein mit gehöften Spalttöpfeln versehenes, zum Teil mit Thyllenblasen verstopftes Gefäss. Die eine von den betreffenden Thyllen ist sklerotisch (Steinthylle<sup>1</sup>) mit der verdickten Wand von einfachen Tüpfelkanälen durchsetzt; die andere, die für die hier vorliegende Frage von Interesse ist, zeigt eine dünne, zarte Wand, die, wie HARTIG in der Figurenerklärung angibt, mit kleinen, lokalen Blasen (den sekundären Thyllen) versehen ist. Inwiefern sich diese in das Lumen der primären Thylle vorwölben oder — was wahrscheinlicher ist — nur zentrifugal auswachsende Sprossungen darstellen, geht nicht aus der betreffenden Abbildung hervor. Das im ersten Falle angenommene Verhalten ist, insofern ich habe entscheiden können, nicht in der Thyllenslitteratur beschrieben worden und kommt allem Anschein nach nicht vor. Zum besten der letzteren Erklärung spricht dagegen eine von KÜSTER (IV, 79) erwähnte Beobachtung, nach welcher bei *Cucurbita Pepo* verzweigte, einzellige Thyllen mit den Formen sprossender Zellen häufig auftreten. Die sekundären Gefässthyllen bei *Quercus* sind demnach auch mit den von mir entdeckten verzweigten, interzellularen Proliferationen bei *Cyperus Papyrus* zu vergleichen. Dass dieselben zum Teil nichts

<sup>1</sup> Auch in einem anderen Werk von HARTIG (I, 84, Fig. 48) abgebildet. Dieser, nach HARTIG im Stammholz von *Quercus* bisweilen vorkommende Thyllentypus, der der Steinthylle, wurde zuerst von MOELLER (I, 143) im Holz von *Piratinera guianensis* gefunden und dann von MOLISCH (II, 273, Taf. I, Fig. 5) bei *Mespilodaphne Sassafras* eingehend untersucht. Das unter Redaktion von WIESNER erschienene grosse Sammelwerk: »die Rohstoffe des Pflanzenreichs« teilt (I, 11, 906) eine treffende Abbildung der Steinthyllen bei *Piratinera guianensis* mit. Dessenungeachtet beschreibt noch im Jahre 1908 MARTIN-LAVIGNE (I, 285; Fig. 2, 5—7, 9) — ohne die Untersuchungen von MOELLER und MOLISCH zu erwähnen — die betreffenden Steinthyllen bei *Piratinera guianensis* als einen neuentdeckten Fall eigentümlicher Thyllenbildung.

Weitere Beobachtungen über Steinthyllen liegen bei DÖRRIES vor, der bei einigen Bignoniaceen (drei nicht näher bestimmten Arten) solche — bei einer Art sogar zweizellige — antraf, ferner bei SCHOUTE (I, 193), der stark verdickte, steinharte Thyllen bei *Oreodoxa* fand, sowie bei PORSCH (I, 389), nach welchem Forscher Steinthyllen in den Haftwurzeln von *Philodendron selloum* auftreten. Von grösstem Interesse sind die eigentümlichen Steinthyllen, die CHARLIER in den Milchsafthältern von *Palaquium sumatranum*, *javense* und *obtusifolium* beobachtet hat (I, 50; Fig. 23). Es sei in diesem Zusammenhang auch die Beobachtung TSCHIRCH's an *Xantorrhoea hastilis* (I, Taf. II, Fig. 18; HABERLANDT, II, 422) angeführt, bei welcher eine Verengung der Atemhöhle mittelst stark verdickter mechanischer Zellen, offenbar einer Art stomatärer Thyllen, vorkommt.

Bei Durchmusterung der Abbildungen, die BEYERINCK über die Anatomie der Blattgalle von *Dryophanta folii* auf *Quercus Robur* mitgeteilt hat, trifft man eine sehr auffallende Zellform (Tab. IV, Fig. 58), indem dünnwandige Elemente des sekundären Nahrungsgewebes sklerotische, anscheinend an Thyllen erinnernde, dickwandige Fortsätze getrieben haben. Es kommt aber hier in der Tat keine Thyllenbildung vor, wie aus den näheren Auseinandersetzungen, die BEYERINCK (I, 118 ff.) und später WEIDEL (I, 296) diesem Verhalten gewidmet haben, hervorgeht. Die Sache verhält sich vielmehr in anderer Weise. Es liegt nämlich hier eine partielle Umwandlung von Sklerenchymzellen im dünnwandigen Nährgewebe vor, und WEGEL vergleicht die in Rede stehende Erscheinung treffend mit den Vorgängen, die z. B. bei der Keimung der Dattel auftreten.



anderes als abnorm entwickelte Haustorien des im betreffenden Holz wuchernden Pilzes darstellen, scheint mir, in Anbetracht der sehr hervorragenden Leistungen HARTIG's auf mykologischem Gebiete, ganz ausgeschlossen zu sein. Eine Nachprüfung des Objekts ist jedenfalls durchaus erforderlich.

Eine andere Anomalie ist von TISON nachgewiesen worden. Dieser Autor fand bei *Hamamelis virginiana* in den Blattnarben nach der herbstlichen Blattfällung eine Thylle, die von einem Gefäss in ein weiteres hineingewachsen war (TISON, I, 79; Pl. III, Fig. 56). In diesem Falle scheint eine Durchwachsung von Thyllen vorzuliegen, und es ist betreffs derselben anzunehmen, dass die in letzteres Gefäss hineinwachsende Thylle die zwischen den beiden Gefässen sich befindende Tüpfelschliesshaut ausgespannt und vorgeschoben hat.

Ganz alleinstehend ist in der Litteratur ein von JANCZEWSKI eingehend beschriebener und später in Kürze von STRASBURGER (III, 249) erwähnter Fall, der sich auf Thyllenbildung in Siebröhren bezieht. Bei *Vitis vinifera* fand JANCZEWSKI als eine Anomalie, dass die den Siebröhren angrenzenden Geleitzellen — ebenso wie bei der Thyllenbildung traachealer Elemente — sich in einzelnen Fällen thyllenartig in die Siebröhren einstülpen und dieselben zum Verschluss bringen (I, 148). Dies trifft ein, wenn die Siebröhrenelemente des Stammes bei der herbstlichen Rhytidomabildung ausser Funktion versetzt werden. Dabei wird ein zylindrisches Stück — bei *Vitis* kommt bekanntlich Ringborke vor — von den peripheren Geweben des Stamms abgetrennt, in welches auch aus dem Leptom stammende Elemente eingehen. Die Siebröhren atrophieren dann im allgemeinen infolge Zerstörung durch den Druck der angrenzenden Geleitzellen. In einzelnen Fällen werden jedoch, wie JANCZEWSKI nachweisen konnte, die betreffenden Elemente nicht zerdrückt, sondern in oben angegebener Weise mit Thyllen verstopft. Diese Thyllen entstehen aus den benachbarten Geleitzellen. Ihre Membran, die eine Fortsetzung der Wandung der Mutterzelle darstellt, ist bedeutend dünner als die der übrigen leptomatischen Elemente und erweist sich auch hierdurch als ein lateraler Auswuchs der die Siebröhren umgebenden Parenchymzellen. Eine Bildung von Zellwänden, die den Inhalt der Thylle von dem der Mutterzelle abgliedern, findet hier nicht statt. Die betreffenden Thyllen fangen, wie JANCZEWSKI auch zeigte, schon sehr frühzeitig an sich zu entwickeln. Man trifft dieselben transitorisch auch in Siebröhren an, deren Kallusbelege sich in Auflösung befinden.

Diese in passivierten Siebröhren von *Vitis* auftretenden Thyllen kommen bisweilen in so grosser Menge vor, dass sie einander berühren und in den Lumina der Siebröhrenglieder ganze, pseudoparenchymatische Reihen zylindrischer Zellen bilden. In anderen Fällen treten sie dagegen weniger zahlreich auf und sind dann durch grössere oder kleinere, mit einer schleimartigen Substanz gefüllte Hohlräume

<sup>1</sup> In der Originalabhandlung JANCZEWSKI's — siehe die Litteratur —, die mir nicht zur Verfügung stand, wird das oben beschriebene Verhalten an der Seite 324 beschrieben und an Tab. XI, Fig. 9 abgebildet.



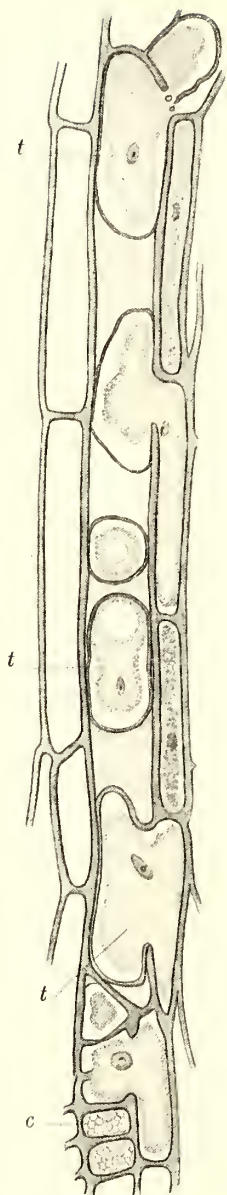


Fig. 7.

Dreijährige Siebröhre von *Vitis vinifera* mit thyllenartig ausgewachsenen Geleitzellen *t*. An dem unteren Ende der Siebröhre zwei Siebplatten *c*. Vergr. 320:1. — Nach JANCZEWSKI (I, Pl. 8, Fig. 16).

von einander getrennt. Wenn in letzterem Falle ein Transversalschnitt eine Thylle trifft, zeigt sich die Siebröhre völlig zusammengedrückt; trifft dieser aber das thyllenfreie Siebröhrenlumen in der Mitte zwischen zwei Thyllen, findet man die Siebröhre mit Schleim gefüllt und die Form derselben nur wenig verändert. (Pl. 8, Fig. 16, 17).

Was die übrigen Eigenschaften dieser Siebröhrenthyllen betrifft, ist erstens hervorzuheben, dass sie eine breitere Basis besitzen als die Gefäßthyllen im allgemeinen. Sie stimmen allerdings in dieser Hinsicht mit den von MOLISCH (II, Taf. I, Fig. 3, 4) bei *Musa* und *Canna* beschriebenen Thyllen der Spiral- und Ringgefäße überein. Deutliche Tüpfel sind bei den Siebröhrenthyllen nicht vorhanden. Der Inhalt derselben besteht aus Protoplasma und Zellkern, welcher, wie die Abbildung (Pl. 8, Fig. 16) zeigt, ohne sich zu teilen aus der Geleitzelle in die Thyllenblase einwandert.

Die Bildung dieser Siebröhrenthyllen bei *Vitis* bietet ein beträchtliches Interesse dar, weil dadurch gewissermaßen ein neuer Beweis für die morphologische Homologie der Siebröhren mit den Gefäßen geliefert wird. Die betreffenden Gebilde, die bisher bei keiner anderen Pflanze nachgewiesen worden sind, haben in auffallender Weise nicht Erwähnung in der Thyllenlitteratur gefunden. Sie sind, wie oben erwähnt, nur bei STRASBURGER in aller Kürze besprochen. Ich habe deswegen auch eine nach JANCZEWSKI (Pl. 8, Fig. 16) reproduzierte Abbildung derselben hier beigelegt.

In der Tat liegt auch ein zweiter anatomischer Equivalent zu der trachealen Thyllenbildung vor. Es können nämlich ebenfalls die Milchröhren, die, wenn dieselben gegliedert sind, ebenso wie die Gefäße und die Siebröhren Zellfusionen darstellen, thylloide Gebilde führen. Diese wurden von CHARLIER im Jahre 1905 und zwar bei einigen Sapotaceen nachgewiesen. CHARLIER traf dieselben in den Milchsaftbehältern der Wurzeln bei *Palaquium Beauvisagei* und *javense*, sowie der Stämme bei *Palaquium sumatranum* und *obtusifolium* (I, 28, 50; Fig. 23) an. Gerade beiden selben Pflanzen kommen nach CHARLIER Gefäßthyllen in den trachealen Elementen vor, wie in den Wurzeln und Stämmen bei *Palaquium sumatranum* und *obtusifolium*, was nicht ohne

Bedeutung zu sein scheint, weil auch in diesem Verhalten die Homologie der Gefäß- und Milchröhrenthyllen zum Vorschein kommt.

Die Milchsafthälter der Sapotaceen gehören zweifellos dem gegliederten Typus an. Sie sind zwar gewöhnlich individuelle Zellen, die, in Längsreihen auftretend, sich zu einem Netz verbinden, aber im übrigen nicht in näherer Beziehung zu einander treten. Der Übergang zu den gegliederten Milchröhren ergibt sich indessen daraus, dass wenigstens stellenweise in älteren Achsen diese Milchsafthälter schließlich zu einem gegliederten Milchröhrensystem verschmelzen. (CHARLIER; SOLEREDER, I, 207).

Was die in den Milchsafthältern, speziell bei *Palaquium sumatranum*, auftretenden Thyllen anbetrifft, so besitzen diese nach CHARLIER in jüngerem Zustand eine dünne, aus Zellulose bestehende Wand. In älteren Thyllen wird nicht selten jedoch diese verdickt und verholzt, und in derselben treten Tüpfel auf, die sich

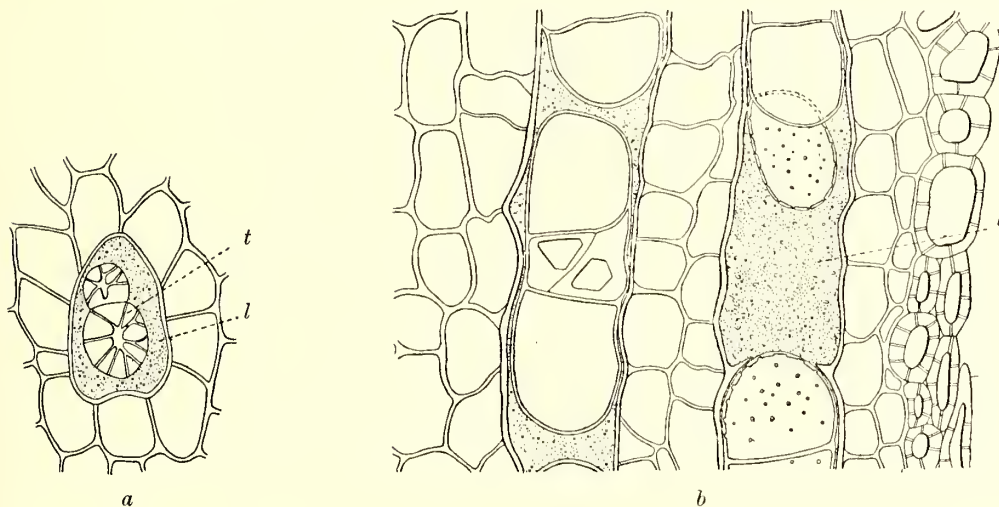


Fig. 8.

a. Querschnitt durch das Rindenparenchym des Stammes von *Palaquium sumatranum*. Der Milchsafthälter *l* enthält kräftig verdickte Steinthyllen *t*. Vergr. 240:1.

b. Längsschnitt durch das Rindenparenchym derselben Pflanze. Die Milchsafthälter *l* durch Thyllen verstopft, die zum Teil dünnwandig, septiert und krystallführend sind. Vergr. 240:1. — Nach CHARLIER (I, 50, 51; Fig. 23, 24).

sogar in den am kräftigsten verdickten Thyllen als verzweigte, an diejenigen sklerotischer Zellen erinnernde Kanäle zeigen. Die Thylle entwickelt sich zu einer Steinthylle. (CHARLIER, I, 50, 51).

Andererseits bleiben die Thyllen oft dünnwandig, teilen sich wiederholt durch Querwände und führen als Inhalt Einzelkrystalle von Kalziumoxalat. Betreffs dieser Körper ist zu erwähnen, dass dieselben durch zarte, nachher gebildete Wände von einander getrennt sind<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Diese Fächerung der Thyllen führt tatsächlich zur Bildung von Krystallkammern. Es handelt sich in diesem Falle gewissermassen um eine ganz analoge Erscheinung wie bei der von mir bei *Begonia corallina* beschriebenen Septierung krystallführender Brachysklereiden (GERTZ, IV, 154).

Die oben beschriebenen Thyllengebilde, welche, ebenso wie die im vorigen besprochenen Siebröhrenthyllen, in der Thyllenlitteratur ganz unberücksichtigt geblieben sind, habe ich wegen des überaus grossen Interesses, das dieselben darbieten, hier nach der Abhandlung CHARLIER's abgebildet und zwar sowohl in ihrer sklerotischen Ausbildung, als auch in dem dünnwandigen, septierten Zustande derselben.

Im vorhergehenden ist schon an einzelnen Stellen von der Funktion der Thyllen die Rede gewesen, und ich habe dann denselben die Bedeutung als Verschlusseinrichtungen zugeschrieben. Zweifellos dienen die betreffenden Gebilde in den meisten Fällen diesem Zweck. Eine nähere Auseinandersetzung habe ich indessen dieser Frage nicht gewidmet, und ich möchte in diesem Zusammenhang nur hinzufügen, dass die Ansicht der jetzigen Physiologen betreffs der Thyllen im allgemeinen darauf ausläuft, dass die Funktion derselben keine einheitliche ist (HABERLANDT, II, 299). In erster Linie dürften sie wohl — es wird hier hauptsächlich an die Gefässthyllen gedacht — als Verstopfungsvorrichtungen wirken (BOEHM), indem sie die betreffenden Leitungsbahnen aus dem Saftverkehr ausschliessen. Man hat dieselben aber auch als Stärkespeicher (REICHENBACH) auffassen wollen, was jedenfalls in einzelnen Fällen gleichfalls zutrifft. Wenn die Thyllen sklerotisch verdickte Wände besitzen, darf man denselben offenbar die Funktion zuschreiben, die mechanische Effektivität des Kernholzes zu erhöhen (PRAËL). HABERLANDT betont, dass »die Thyllen auf irgendeine Weise in den Prozess der Stoffleitung eingreifen, indem sie die Berührungsflächen der Parenchymzellen und der Gefässe vergrössern. So könnten sie z. B. das Zustandekommen des Blutungsdruckes in den Gefässen beschleunigen, Zucker in diese hineinpressen, oder umgekehrt gleich Haustorien, denen sie gleichen, dem Transpirationsstrom gewisse darin gelöste Stoffe entziehen« (HABERLANDT, II, 299, 300). In neuester Zeit hat VON ALTEN (II, 18) die Meinung ausgesprochen, dass die Thyllen in vielen Fällen als Klettorgane für das Wasser und als regulatorische, in die trachealen Elemente zwecks Beförderung des Transpirationsstromes eingeschossene Einrichtungen fungieren. Die Thyllen bewirken eine nicht unwesentliche Verengerung der Gefässe, was natürlich bei Pflanzen mit grossen Gefässen und starkem Wasserverbrauch als sehr zweckdienlich angesehen werden muss, da, wie VON ALTEN hervorhebt, die Kapillarität mit der Weite der Kapillaren abnimmt.

Die, wie es scheint, wohl begründeten Ansichten HABERLANDT's und VON ALTEN's sind, wenn die Frage den Gefässthyllen der hier beschriebenen, dekapierten Luftwurzeln bei *Monstera*, *Scindapsus*, *Pothos* und *Philodendron* gilt, die noch nicht in Kontakt mit dem Boden getreten sind und infolgedessen nicht als wasser-aufnehmende oder wasserleitende Organe haben dienen können, ganz aus der Rechnung zu lassen. Dass die betreffenden Thyllen als Stärkespeicher auftreten, ist ebenfalls ausgeschlossen, weil ein Inhalt dieser Art, wie oben erwähnt, nur in Ausnahmefällen und dann als einzelne, winzige Körper vorkommt. Die einzige Deutung, die hier in Anspruch genommen werden kann, ist die von BOEHM betreffs der Be-



deutung der Thyllenbildung überhaupt gegebene, nämlich dass die Thyllen wie Propfen die Leitungsbahnen mehr oder minder vollständig aus dem Saftverkehr ausschliessen. Ich habe diesen Thyllen auch, wegen des in denselben in beträchtlicher Menge vorkommenden Wassers, die Funktion, als ein inneres, sekundär entstandenes Wassergewebe zu dienen, zugeschrieben.

Auch die Aetiologie der Thyllen stellt eine Frage dar, die verschiedene Autoren in verschiedener Weise beantwortet haben. Eine nähere Auseinandersetzung der diesbezüglichen Ansichten an dieser Stelle zu geben scheint mir indessen nicht vonnöten zu sein, weil schon MOLISCH, HABERLANDT, WINKLER und VON ALTEN in erschöpfender Weise dieselben behandelt haben. Was die dekapitierten, in der Luft herunterhängenden Luftwurzeln von *Monstera*, *Scindapsus*, *Pothos* und *Philodendron* betrifft, so ist in bezug auf die in diesen Teilen eintretende Thyllenbildung in erster Linie anzunehmen, dass dieselbe durch den traumatischen Reiz ausgelöst worden ist. Es ist indessen zu bemerken, dass ein Reiz dieser Art nicht an und für sich Thyllenbildung hervorruft. Es geht nämlich aus einem von WINKLER (I, 33) angestellten, einfachen Versuch hervor, dass auch nach Verletzung die Thyllenbildung ausbleiben kann. WINKLER fand zwar, dass die langen, unverzweigten Luftwurzeln bei *Philodendron squamiferum* nach Dekapitierung schon nach 24 Stunden zahlreiche, die grossen Gefässe verstopfende Ausstülpungsthyllen bilden. Wurde indessen in einem Parallelversuch die Wurzel unter Wasser dekapitiert und unmittelbar nach der Operation mit der Schnittfläche in ein mit Wasser gefülltes Gefäss eingeführt, blieb die Thyllenbildung ganz aus; es entwickelten sich in diesem Falle Thyllen zuerst wenn die Wasserleitung durch Invasion von Bakterien in die Gefässe herabgesetzt oder zum Sistieren gebracht wurde<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Anschliessend sei hier ein Versuch erwähnt, den ich über die Wasserleitungsfähigkeit der Luftwurzeln bei *Monstera* anstellte. Der betreffende Versuch wurde in folgender Weise ausgeführt. Die Spitze einer von einem unverletztem *Monstera*-Individuum herunterhängenden Wurzel, die noch nicht den Boden erreicht hatte, wurde unter Wasser abgeschnitten und die Wurzel mit der Wundfläche in einen hohen, mit verdünnter, wässriger Eosinlösung gefüllten Glaszylinder eingeführt. Nach zwei Stunden prüfte ich an Querschnitten in verschiedener Höhe durch die Wurzel unter dem Mikroskop, wie hoch die farbige Flüssigkeit während dieser Zeit gestiegen war. Die Untersuchung ergab, dass einzelne Gefässe einen eosingefärbten, wässrigen Inhalt noch in 330 Cm Höhe, von der Schnittfläche gerechnet, führten. Ungeachtet dessen, dass man berechnete Einwurfe gegen die hier benutzte, bekanntlich von STRASBURGER empfohlene Methodik machen kann, deutet jedoch das Ergebnis des angeführten Versuchs an, mit welcher Schnelligkeit (2.7 Cm in der Minute) die Wurzeln von *Monstera* Wasser leiten, wenn dieselben in die Lage kommen, dieses aufzunehmen. Der Versuch wurde im Januar 1916 im Warmhaus des hiesigen botanischen Gartens angestellt.

Mit den Luftwurzeln einiger nicht näher bestimmten *Philodendron*-Arten führte STRASBURGER (III, 580) einen anderen Versuch aus. STRASBURGER suchte festzustellen, welche Bedeutung für den Transpirationsstrom der Wurzel der Rinde, insbesondere der Peridermhülle derselben, zukommt. Die unter Wasser abgeschnittenen Wurzeln tauchten mit dem oberen Querschnitt in Eosinwasser, wurden somit in umgekehrter Lage aufgestellt. Soweit die Rinde derselben unbeschädigt war, erfolgte der Farbstoffanstieg ausserordentlich langsam, weil die Luftwurzel augen-



Schon BOEHM sah im Beschneiden der Pflanzenteile die Ursache der in diesen eintretenden Thyllenbildung, und dieselbe Auffassung betreffs der Aetiologie der Thyllen haben später MOLISCH, MELLINK und viele andere Autoren ausgesprochen. SIMON fand, dass Thyllenbildung besonders intensiv nach vorausgegangener Verwundung eintritt. Diese Folgerung ist auch zweifellos richtig. Es ist jedoch schon von vornherein einleuchtend, dass sich im traumatischen Reiz ein ganzer Komplex elementarer Faktoren steckt, die als induzierend für die Thyllenbildung in Betracht kommen können.

Die Auffassung WINKLER's (I, 34), die sich jedoch nicht ohne weiteres auf die Bildung der traumatischen Gefäßsthyllen in den Wurzeln der besprochenen Pflanzen (*Monstera*, *Scindapsus*, *Pothos* und *Philodendron*) beziehen lässt, läuft darauf aus, dass einerseits der Wundreiz nicht an und für sich für die Thyllenbildung notwendig ist, weil diese unter Umständen auch an intaktem Material eintreten kann. Dagegen hat sich das Aufhören der Wasserleitung der Gefäße als ein sehr wichtiger, wenn auch vielleicht nicht als der hauptsächlichste Faktor bei der Thyllenbildung herausgestellt. Diese Auffassung hat zweifellos ihre Richtigkeit, wenn von wasserleitenden Wurzeln die Rede ist, aber sie kann nicht für solche Fälle in Betracht kommen, wo, wie bei den Luftwurzeln von *Monstera* und den anderen hier untersuchten Araceen, dieselben noch nicht Gelegenheit gehabt haben, als wasser-aufnehmende oder wasserleitende Elemente zu fungieren. Die endgültige Erklärung ist hier, ebenso wie hinsichtlich vieler anderer, die Thyllenfrage anscheinenden Erscheinungen noch nicht gegeben.

---

scheinlich gegen Wasserverlust durch Verdunstung vorzüglich geschützt war. Sehr rasch hingegen stieg die Farbstofflösung auf, wenn die Wurzel von ihrer Rinde bis auf den Zentralzylinder befreit war. Bei Stücken von 1 m Länge war alsdann das obere Ende schon nach 2 Stunden erreicht.

---

## Litteratur.

- VON ALTEN, H. (I) Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Wurzeln, nebst Bemerkungen über Wurzelthyllen, Heterorhizie, Lenticellen. Inaugural-Dissertation. Göttingen 1908.
- , (II) Kritische Bemerkungen und neue Ansichten über die Thyllen. (Botanische Zeitung. Siebenundsechzigster Jahrgang. Leipzig 1909. Erste Abteilung. p. 1. Tafel I.)
- , (III) Zur Thyllenfrage. Callusartige Wucherungen in verletzten Blattstielen von *Nuphar luteum* Sm. (Botanische Zeitung. Achtundsechzigster Jahrgang. Zweite Abteilung. Leipzig 1910. p. 89.)
- DE BARY, A. Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877.
- BEER, R. & ARBER, A. On the Occurrence of Binucleate and Multinucleate Cells in Growing Tissues. (Annals of Botany. Vol. XXIX. London 1915. p. 597.)
- BEYERINCK, M. W. Beobachtungen über die ersten Entwicklungsphasen einiger Cynipidengallen. (Verhandelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen. Twee en twintigste deel. Amsterdam 1883.)
- BOEHM, J. Über Function und Genesis der Zellen in den Gefässen des Holzes. (Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. LV. Band. II. Abtheilung. Wien 1867. p. 851.)
- BOODLE, E. A. Comparative Anatomy of the Hymenophyllaceae, Schizaeaceae and Gleicheniaceae. (Annals of Botany. Volume XV. London 1901. p. 359.)
- NOVAK BUKVÍČ. Die thylloiden Verstopfungen der Spaltöffnungen und ihre Beziehungen zur Korkbildung bei den Cactaceen. (Österreichische botanische Zeitschrift. LXII. Jahrgang. Wien 1912. p. 411.)
- CHARLIER, A. Contribution à l'étude anatomique des plantes à gutta-percha et d'autres Sapotacées. Thèse. Paris 1905.
- CHRYSLER, M. A. Tyloses in tracheids of Conifers. (The New Phytologist. Volume VII. Cambridge 1908. p. 198.)
- CONWENTZ, H. Ueber Thyllen und Thyllen-ähnliche Bildungen, vornehmlich im Holze der Bernsteinbäume. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band VII. Berlin 1889. p. [34].)
- CRÜGER, H. Westindische Fragmente. XII. Einiges über die Gewebsveränderungen bei der Fortpflanzung durch Stecklinge. (Bot. Zeitung. Achtzehnter Jahrgang. Leipzig 1860. p. 369.)
- DALITZSCH, M. Beiträge zur Kenntniss der Blattanatomie der Aroideen. (Botanisches Centralblatt. Siebenter Jahrgang. 1886. XXV. Band. pp. 153, 184, 217, 249, 280, 312, 343.)
- DETZNER, H. Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Amentaceen-Wurzeln mit Rücksicht auf die Systematik. Inaugural-Dissertation. Göttingen 1910.
- DÖRRIES, W. Beiträge zur speziellen Anatomie der Lianen mit besonderer Berücksichtigung der Thyllenfrage. Inaugural-Dissertation. Göttingen 1910.
- FISCHER, A. Neue Beobachtungen über Stärke in Gefässen. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band IV. Berlin 1886. p. xcvi.)

- GERRY, E. Tyloses: their occurrence and practical significance in some american woods. (Journal of agricultural research. Volume I. Washington 1914. p. 445. Pl. LII—LIX.)
- GERTZ, O. (I) Studier öfver anthocyan. [Studien über Anthocyan.] Akademisk afhandling. Lund 1906.
- , (II) Om rotkrökningars orienterande inflytande på anläggningen af sidorötter. Studier öfver morphaesthesi I. [Über den orientierenden Einfluss von Wurzelkrümmungen auf die Anlegung der Seitenwurzeln.] (Arkiv för Botanik. Band 13. N:o 12. Uppsala & Stockholm 1913.)
- , (III) Nya iakttagelser öfver anthocyankroppar. [Neue Beobachtungen über Anthocyankörper.] (Svensk Botanisk Tidskrift. Band 8. Stockholm 1914. p. 405.)
- , (IV) Ett fall af septering hos brachysklereider. Tillika några anatomiska notiser angående *Begonia corallina* Carr. [Ein Fall von Septierung bei krystallführenden Brachysklereiden.] (Botaniska Notiser. Lund 1915. p. 149.)
- , (V) Om septerade thyllbildningar. [Über septierte Thyllengebilde.] (Botaniska Notiser. Lund 1916. p. 43.)
- GOEBEL, K. Pflanzenbiologische Schilderungen. Zweiter Teil. Marburg 1891—1893.
- GRAVIS, A. Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica* L. au point de vue de l'organisation générale des monocotylées et du type commélinées en particulier. (Mémoires couronnés . . . publiés par l'Académie Royale de Belgique. Tome LVII. Bruxelles 1898—1899. 2.)
- GRIS, A. Extrait d'un mémoire sur la moelle des plantes ligneuses. (Annales des sciences naturelles. Cinquième série. Botanique. Tome XIV. Paris 1872. p. 34.)
- HABERLANDT, G. (I) Ueber die Beziehungen zwischen Function und Lage des Zellkernes. Jena 1887.
- , (II) Physiologische Pflanzenanatomie. Vierte Auflage. Leipzig 1909.
- HARTIG, R. (I) Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Forstgewächse. Berlin 1891.
- , (II) Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin 1900.
- HOLDEN, H. S. On the occlusion of the stomata in *Tradescantia pulchella*. (Annals of Botany. Volume XXVII. London 1913. p. 369.)
- JANCZEWSKI, E. DE. Etudes comparées sur les tubes cribreux. (Annales des sciences naturelles. Sixième série. Botanique. Tome XIV. Paris 1882. p. 50.) — Die Originalabhandlung, von welcher diese eine verkürzte Auflage darstellt, erschien in Mémoires de la Société des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. Tome XXIII. 1882. p. 209.
- JÖNSSON, B. (I) Bidrag till kännedomen om bladets anatomiska byggnad hos Proteaceerna. [Beiträge zur Kenntnis des anatomischen Baues des Blatts bei den Proteaceen.] (Lunds Universitets Årsskrift. Tom XV. Lund 1880.)
- , (II) Siebähnliche Poren in den trachealen Xylemelementen der Phanerogamen, hauptsächlich der Leguminosen. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band X. Berlin 1892. p. 494.)
- JORDAN, R. On some peculiar tyloses in *Cucumis sativus*. (The New Phytologist. Volume II. London 1903. p. 208. Pl. X.)
- KIENITZ, M. Die Entstehung der »Markflecke«. (Botanisches Centralblatt. XIV. Band. Cassel 1883. pp. 21, 56.)
- KIESER, D. G. Elemente der Phytonomie. Erster Theil. Jena 1815.
- KNY, L. Botanische Wandtafeln mit erläuterndem Text. VI. Abtheilung. Berlin 1884. Taf. LV. p. 243.
- KRIEG, A. Beiträge zur Kenntnis der Kallus- und Wundholzbildung geringelter Zweige und deren histologischen Veränderungen. Inaugural-Dissertation. Würzburg 1908.
- KÜSTER, E. (I) Beiträge zur Kenntniss der Gallenanatomie. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. 87. Band. Marburg 1900. p. 117.)
- , (II) Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903.
- , (III) Histologische und experimentelle Untersuchungen über Intumescenzen. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. 96. Band. Jena 1906. p. 527.)
- , (IV) Pathologische Pflanzenanatomie. Zweite Auflage. Jena 1916.
- LEBLOIS, A. (I) Production de thylles à l'intérieur des canaux sécréteurs. (Bulletin de la Société botanique de France. Tome trente-quatrième. Paris 1887. p. 184.)



- LEBLOIS, A. (II) Recherches sur l'origine et le développement des canaux sécréteurs et de poches sécrétrices. Thèse. Paris 1888.
- LIERAU, M. Über die Wurzeln der Araceen. (ENGLE's Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie. Neunter Band. Leipzig 1888. p. 1.)
- LOSCH, H. Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Urticineenwurzeln mit Rücksicht auf die Systematik. Inaugural-Dissertation. Göttingen 1913.
- MARTIN-LAVIGNE, E. Sur une curieuse formation de thylls dans le bois d'une Artocarpée. (Journal de Botanique. 2<sup>e</sup> Série. Tome I. Paris 1907—1908. p. 281.)
- MASSART, J. La cicatrisation chez les végétaux. (Mémoires couronnés de l'Académie royale de Belgique. Tome LVII. Bruxelles 1898. No 1.)
- MAYR, H. (I) Über die Vertheilung des Harzes in unseren wichtigsten Nadelholzbäumen. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. LXVI. Jahrgang. Regensburg 1883. p. 221.)
- , (II) Entstehung und Vertheilung der Secretions-Organen der Fichte und Lärche. Eine vergleichende anatomische Studie. (Botanisches Centralblatt. XX. Band. Cassel 1884. pp. 23, 53, 86 etc.)
- Mc NICOL, M. On Cavity Parenchyme and Tyloses in Ferns. (Annals of Botany. Volume XXII. London 1908. p. 401.)
- MEILINK, I. F. A. Zur Thyllenfrage. (Botanische Zeitung. Vierundvierzigster Jahrgang. Leipzig 1886. p. 745. Taf. VI.)
- MEYER, F. I. F. (I) Phytotomie. Berlin 1830.
- , (II) Neues System der Pflanzen-Physiologie. Erster Band. Berlin 1837.
- MIEHE, H. Ueber die Wanderungen des pflanzlichen Zellkernes. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. 88. Band. Marburg 1901. p. 105.)
- MOHL, H. von. Vermischte Schriften botanischen Inhalts. Tübingen 1845.
- MOLISCH, H. (I) Ueber Thyllen und Wundheilung in der Pflanze. (Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. XXXVIII. Band. Wien 1888. p. 81.)
- , (II) Zur Kenntniss der Thyllen, nebst Beobachtungen über Wundheilung in der Pflanze. (Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Band XCVII. Abtheilung I. 1888. p. 264.)
- MÖBIUS, M. Beitrag zur Anatomie der Ficus-Blätter. (Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt am Main 1897. p. 117.)
- MOELLER, J. Die Rohstoffe des Tischler- und Drechslergewerbes. I. Theil. Holz. Kassel 1883.
- PETERSEN, O. G. Thyllernes Forekomst i Kærved. (Forstbotaniske Undersøgelser. København og Kristiania MDCCCXVI. p. 116.)
- PITARD, J. C. M. Recherches sur l'évolution et la valeur anatomique et taxinomique du péricycle des angiospermes. Thèse. Bordeaux 1901.
- PORSCH, O. Anatomie der Nähr- und Haftwurzeln von *Philodendron selloum* C. Koch. (Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Band LXXIX. Wien 1911. pp. 389, 441.)
- PRAËL, E. Vergleichende Untersuchungen über Schutz- und Kern-Holz der Laubbäume. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Neunzehnter Band. Berlin 1888. p. 1.)
- PRANKERD, T. L. Notes on the Occurrence of Multinucleate Cells. (Annals of Botany. Vol. XXIX. London 1915. p. 599.)
- RAATZ, W. Ueber Thyllenbildungen in den Tracheiden der Coniferenholzer. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band X. Berlin 1892. p. 183. Taf. X.)
- REESS, M. Zur Kritik der BÖHM'schen Ansicht über die Entwicklungsgeschichte und Function der Thyllen. (Botanische Zeitung. Sechszwanzigster Jahrgang. Leipzig 1868. p. 1.)
- REINHARDT, M. O. Das leitende Gewebe einiger anomal gebauter Monocotylenwurzeln. (PRINGSHEIM's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Sechzehnter Band. Berlin 1885. p. 336.)
- RENNER, O. Über die Epidermis der Blätter von *Hakea* und über Gewebeverschiebung beim Streckungswachstum. (Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Band XXVI. Erste Abtheilung. Dresden 1910. p. 159.)
- RUSSOW, E. Vergleichende Untersuchungen betreffend die Histiologie (Histiographie und Histiogenie) der vegetativen und sporenbildenden Organe und die Entwicklung der Sporen der



- Leitbündelkryptogamen. (Mémoires de l'Académie Impériale des sciences de St.-Petersbourg. VII<sup>e</sup> série. Tome XIX. Nr 1.)
- SCHIMPER, A. F. W. (I) Ueber Bau und Lebensweise der Epiphyten Westindiens. (Botanisches Centralblatt. XVII. Band. Cassel 1884. pp. 192, 223, 253, 284, 319, 350, 381.)
- , (II) Botanische Mittheilungen aus den Tropen. 2. Die epiphytische Vegetation Amerikas. Jena 1888.
- SCHLEIDEN, M. I. Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. Erster Theil. Zweite Auflage. Leipzig 1845.
- SCHOUTE, J. C. Über das Dickenwachstum der Palmen. (Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Deuxième série. Volume XI. Leide 1912. p 1.)
- SCHRENK, J. On the Histology of the Vegetative Organs of *Brasenia peltata*, Pursh. (Bulletin of the Torrey Botanical Club. Vol. XV. New York 1888. p. 29. Plate LXXVII, LXXVIII.)
- SCHWENDENER. Über Bau und Mechanik der Spaltöffnungen. (Monatsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1881. Berlin 1882. p. 833.) — Abgedruckt in: SCHWENDENER, S. Gesammelte botanische Mittheilungen. Erster Band. Berlin 1898. p. 33. Taf. III.
- SIMON, S. Experimentelle Untersuchungen über die Differenzierungsvorgänge im Callusgewebe von Holzgewächsen. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Fünfundvierzigster Band. Leipzig 1908. p. 351.)
- SOLEREDER, H. Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Ergänzungsband. Stuttgart 1908.
- SORAUER, P. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Erster Band. Dritte Auflage. Berlin 1909.
- STOLL, R. Ueber die Bildung des Kallus bei Stecklingen. (Botanische Zeitung. Zweunddreissigster Jahrgang. Leipzig 1874. pp. 737, 753, 785.)
- STRASBURGER, E. (I) Über Zellbildung und Zelltheilung. Zweite Auflage. Jena 1876.
- , (II) Zellbildung und Zelltheilung. Dritte Auflage. Jena 1880.
- , (III) Histologische Beiträge. III. Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena 1891.
- , (IV) Ueber Plasmaverbindungen pflanzlicher Zellen. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Sechsendreissigster Band. Leipzig 1901. p. 493.)
- TAMBA, K. Die Herkunft der Zellkerne in den Gefässthyllen von *Cucurbita*. (Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Societät zu Erlangen. 19. Heft. Erlangen 1887. p. 4.) — Referat von ZANDER in: JUST's Botanischer Jahresbericht. Sechzehnter Jahrgang (1888). Erste Abtheilung. Berlin 1890. p. 656.
- VAN TIEGHEM, PH. (I) Recherches sur la structure des Aroïdées. (Annales des sciences naturelles. Cinquième série. Botanique. VI. Paris 1866. p. 72.)
- , (II) Observations sur les canaux sécréteurs. (Bulletin de la Société botanique de France. Tome trente-quatrième. Paris 1887. p. 186.)
- TISON, A. Recherches sur la chute des feuilles chez les Dicotylédones. Thèse. Caen 1900.
- TRÉCUL, A. (I) Recherches sur l'origine des bourgeons adventifs. (Annales des sciences naturelles. Troisième série. Botanique. Tome huitième. Paris 1847. p. 268.)
- , (II) Sur les cellules qui existent à l'intérieur des canaux du suc propre du *Brucea ferruginea*. (Comptes Rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome cent-quatrième. Paris 1887. p. 1224.)
- , (III) Nécessité de la réunion des canaux sécréteurs aux vaisseaux du latex. (Ibidem. 1887. p. 1034.)
- TSCHIRCH, A. (I) Ueber einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort mit specieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. (Linnaea. Neue Folge. Band IX. Halle a. S. 1881. p. 139.)
- , (II) Angewandte Pflanzenanatomie. Erster Band. Wien und Leipzig 1889.
- , (III) Über den sog. Harzfluss. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. 93. Band. Marburg 1904. p. 179.)
- EIN UNGENANNTER [HERMINE VON REICHENBACH]. (I) Untersuchungen über die zellenartigen Ausfüllungen der Gefässe. (Botanische Zeitung. Dritter Jahrgang. Berlin 1845. pp. 225, 241. Taf. II.)
- , (II) Die Milchsaftegefässe, ihr Ursprung und ihre Entwicklung. (Botanische Zeitung. Vierter Jahrgang. Berlin 1846. pp. 833, 849, 865.)

- UNGER, F. Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pflanzen. XIII. Über die Ausfüllung alternierender und verletzter Spiralgefäße durch Zellgewebe. (Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. LVI. Band. I. Abtheilung. Wien 1867. p. 751.)
- VÖCHTING, H. Untersuchungen zur experimentellen Anatomie und Pathologie des Pflanzenkörpers. Tübingen 1908.
- VOUK, V. Über eigenartige Pneumathoden an dem Stamme von *Begonia vitifolia* SCHOTT. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band XXX. Berlin 1912. p. 257.)
- WARNCKE, FR. Neue Beiträge zur Kenntnis der Spaltöffnungen. (Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Fünfzigster Band. Leipzig 1912. p. 21.)
- WEIDEL, F. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und vergleichenden Anatomie der Cynipiden gallen der Eiche. (Flora oder allgemeine botanische Zeitung. 102. Band. Jena 1911. p. 279.)
- WEISS, F. E. On the tyloses of *Rachiopteris corrugata*. (The New Phytologist. Volume V. London 1906. p. 82.)
- WIELER, A. Ueber das Vorkommen von Verstopfungen in den Gefäßen mono- und dikotyler Pflanzen. (Biologisches Centralblatt. Dreizehnter Band. Leipzig 1893. pp. 513, 577.)
- WIESNER, J. (I) Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Zweite Auflage. Zweiter Band. Leipzig 1903 —, (II) Biographie von Herm. Schuh, geb. Freiin v. Reichenbach. (Biogr. Jahrb. und Deutscher Nekrolog. 7. Band. p. 347.) — Abgedruckt in: Österreichische Botanische Zeitschrift. LV. Jahrgang. Wien 1905. p. 114.
- WILLIAM CRAWFORD WILLIAMSON. On some Anomalous Cells developed within the interior of the Vascular and Cellular Tissues of the Fossil Plants of the Coal-Measures. (Annals of Botany. Volume I. London 1887—1888. p. 315.)
- WINKLER, H. Botanische Untersuchungen aus Buitenzorg, I. (3. Ueber einen neuen Thyllentypus nebst Bemerkungen über die Ursachen der Thyllenbildung.) (Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Volume XX. Leide 1906. p. 1.)
- ZIMMERMANN, A. Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. (SCHENK's Handbuch der Botanik. Dritter Band. II. Berlin 1887. p. 497.)
-



## Inhalt.

Septierung der Thyllen .....	5
Zellkern der Thyllen .....	19
Herkunft des Zellkerns in den Thyllen.....	21
Eindrückung der Gefässe .....	25
Thyllen in den Interzellularen .....	25
Stomatäre Thyllen .....	30
Anomalien der Gefäßsthyllen .....	33
Thyllenbildung in Siebröhren .....	35
Thyllenbildung in Milchröhren.....	36
Funktion der Thyllen .....	38
Aetiologie der Thyllen .....	39
Litteratur.....	41

---





# STUDIER

ÖFVER

## TUBERKULOS I LUNGORNA HOS BARN I ÅLDERN 5—13 ÅR

SÄRSKILDT MED HÄNSYN TILL SVENSKA FÖRHÅLLANDEN

AF

VICTOR BERGLUND

---

MED 8 TAFLOK OCH 20 TEXTFIGURER

LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ

Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet den 5 maj 1916.

LUND 1916

HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

## I. Sammanställning och diskussion af föregående undersökningar.

### A. Den patologisk-anatomiska forskningens betydelse för uppfattningen om tuberkulosens uppkomst och spridning.

Den nuvarande uppfattningen om tuberkulosens utbredning stödjer sig i väsentlig grad på patologiskt anatomiska fakta vunna vid sektioner å barnlik från spädaste ålder.

Vår tid representerar en helt ny period i tuberkulosforskningen genom sådana män som Flügge, Orth, Calmette, Brauer, Reichenbach, Römer, Hamburger, v. Pirquet, Küss, Gohn, H. Albrecht, E. Albrecht, Krause, Levy-Dorn, Hedrén m. fl.

Rent patologiskt-anatomiskt kan man skilja mellan två hufvudformer för tuberkulos hos människan: körteltuberkulos och lungtuberkulos. Den förra formen finna vi företrädesvis hos barn, den senare hos vuxna. Den förra kan betraktas som ett föregångsstadium till den senare. Frågan om de vägar, tuberkulosen väljer vid sitt inträde i människokroppen, har gifvit upphof till tvenne olika uppfattningar. Enligt den ena af dessa väljer tuberkulos-bacillen lymfapparaten och intränger genom slemhinnorna eller tarmkanalen i människokroppen samt föres vidare genom lymfkärlen till lymfkörtlarna, där den får sin anhaltstation. I körtlarna uppträda sedan de första kliniskt iakttagbara tecknen, yttrande sig genom en ansvällning och en inflammatorisk process i dessa med så småningom skeende smältning och sönderfall. Ifrån dessa först angripna körtlar sprider sig tuberkulosen genom lymfbanorna till andra områden. *Körteltuberkulos vore sålunda den primära formen för tuberkulos i kroppen.* De körtlar, som först angripas, voro dels de som stå i direkt kommunikation med svalgsllemhinnorna, hals- och mediastinal-lymfkörtlarna, dels de i mesenteriet belägna lymfkörtlarna, som mottaga lymfkärl från tarmen. *Ifrån samtliga dessa körtlar kunde en spridning genom lymfbanorna äga rum till lungorna.* Lungtuberkulos utvecklar sig sålunda sekundärt i förhållande till körteltuberkulos.

Enligt den andra uppfattningen hade man att söka inträdesporten för tuberkulos-bacillen i själfva lungväfnaden, dit den inkommer genom lufttrören direkt med den inandade luften. Bacillerna inhaleras och fastna i de finaste lufttrörsförgrenin-



garna, där gifva de upphof till en tuberkuloshärd, som åtföljes af en sekundär infektion af körtlarna. Vi finna då en primär tuberkulös härd i lungparenchymet omkring en bronchiolus. Denna gifver i sin mån upphof till infektion i lymfkörtlarna genom en direkt spridning af tuberkelbacillerna i de lymfbanor, som ligga närmast ifrågavarande härd, till de körtlar, i hvilka dessa utmynna, d. v. s. de broncho-pulmonala lymfkörtlarna. I stort sedt har man sålunda att skilja på tvenne infektionssystem, nämligen infektion genom digestions-apparaten (d. v. s. munhåla, svalg, matstrupe, mage och tarmkanal) och infektion genom andningsorganen.

Den första uppfattningen, som man numera allt mera håller på att lämna, förfäktas emellertid ännu af vissa forskare, Calmette och hans lärjungar, von Behring, Rieder m. fl., hvilka hålla före, att de infektiösa ämnena uppsugas igenom de små lymfkärlsöppningar, som finnas i slemhinnorna, i munhålets svalg, matstrupen, magen och tarmen. Härifrån transporteras de af luftströmmen till de närmaste liggande lymfkärlen, hvilka verka som ett filter för tuberkulos-bacillerna. Den inflammatoriska ansvällning, som till en början inträder, kan så småningom öfvergå i förkalkning och inkapsling af bacillerna. En ansvällning af lymfkörtlarna kan, då inga andra moment föreligga, närmast tyda på en inträdande tuberkulös infektion. Den vidare spridningen af tuberkelbacillerna sker antingen längs lymfbanorna eller per continuitatem. I och omkring lymfkärlet uppstår en inflammatorisk process, som resulterar i förtjockningar af lymfkärlsväggarna och tillslutning af deras lumen. En retrograd spridning af tuberkelbacillerna kan äga rum längs lymfkärlen och i dessa från t. ex. mediastinal-körtlarna eller fortskrida i den peribronchiala väfnaden längs utmed broncherna till spridda delar af lungorna. Som ofvan nämnts sker äfven spridningen direkt efter genombrottet af den primärt infekterade lymfkörtelkapseln. Understundom kan ett genombrott äga rum från en tuberkulös körtel in i blodkärlen, och man får då en hastig öfversvämnning af tuberkelbaciller i hela lungväfnaden. Rieder fasthåller med bestämdhet, att utbredningen af tuberkulos i lungorna sker från hilus och oftast längs den öfre af de tre broncherna. Först sedan den nått lungspetsen, blir den kliniskt påvisbar.

Den senare uppfattningen om tuberkulosens inträde i människokroppen har i vår tid vunnit allt flera anhängare. Det var särskilt genom arbeten av Küss, Gohn, E. Albrecht, H. Albrecht, Escherich, Hamburger och Hedrén som ifrågavarande teori vann stadga. Samtliga dessa författare hafva oberoende af hvarandra, men genom fullt analoga studier och undersökningar kommit till så godt som kongruenta resultat. Redan år 1876 har Parrot i Société de biologie Paris framlagt resultatet af sina undersökningar öfver förhållandet mellan förändringar i lungorna och förändringar i de tracheo-bronchiala lymfkörtlarna, i det han påvisade att man ej kunde påträffa sjukliga processer i lungorna utan att samtidigt finna analoga förändringar i de lymfkörtlarna, som motsvara ifrågavarande lunggebit; och omvänt, att man aldrig fann något, som kunde tyda på sjukliga processer i de tracheo-bronchiala lymfkörtlarna utan att samtidigt finna liknande processer i lungväfnaden. Parrot har också framhållit att ifrågavarande lagförhållande äger sin giltighet äfven

beträffande tuberkulossjukdomen. I 145 fall af tuberkulos, som kommo till sektionen, kunde han påvisa en primär tuberkuloshärd. Hans undersökningar fortsattes af flera af hans lärjungar och särskildt Hervouet kunde till fulla styrka riktigheten af denna Parrots iakttagelse, som sedermera vunnit burskap under namn af »la loi de Parrot».

Parrots undersökningar angående tuberkulosens inträde i människokroppen vunno ytterligare erkännande genom G. Küss arbete. Denne fullföljde Parrots undersökningar i detalj och framlade sina resultat år 1898 i en afhandling, som han kallat »de l'hérédité parasitaire de la tuberculose humaine». Küss påpekar, att tuberkulosens första uppträdande hos barn ej är kliniskt diagnosticerbar. Patologiskt-anatomiskt ger den sig tillkänna genom en liten oftast subpleuralt belägen tuberkel, som skarpt aftecknar sig mot den omgifvande lungväfnaden, och som kan blifva bestående oförändrad i lungan i långa tider, t. o. m. år. Den kan sedan antingen skrupna och undergå regressiva förändringar eller också gå till smältning och tömma sig som var i en bronch. De lymfkörtlar, som regionärt motsvara en sådan liten härd, blifva alltid tuberkulöst infekterade. Om virus följer de lymfkärl, som löpa längs broncherna, så infekteras i första hand de intraparenchymatösa lymfkörtlarna; ligger härden i närheten af hilus, så inträder infektion direkt i de i denna belägna lymfkörtlarna. Då de första körtelsystemen sällan äro i stånd att hejda infektion, blir ofta äfven den andra gruppens körtlar, d. v. s. mediastinalkörtlarna, infekterade. Först i dessa finner man en barriär för tuberkulosbacillens framfart. Understundom kan en utläkning av körteltuberkulos äga rum, men i vanliga fall skrider infektionen vidare och tuberkulosen blir kliniskt påvisbar. Infektionen väljer därvid antingen lymfvägar eller blodvägarna, understundom sker dess utbredning genom aspiration eller per continuitatem; det är oftast lungspetsarna som blifva säte för infektionen. Från ifrågavarande körtlar kan den tuberkulösa processen äfven sprida sig till andra organ. Küss anser sig hafva påvisat, att lymfbanorna emellan den primära härden och de första regionära körtlarna ofta kunna blifva intakta. Den primära härden utgöres understundom af en liten grupp tätt intill hvarandra stående små knottor, men oftast finner man endast en sådan; någon gång påträffas en andra; däremot finner man sällan två härdar på större afstånd från hvarandra. Påträffas emellertid multipla härdar, har man enligt Küss att räkna med en synnerlig intensiv infektion. Küss har gjort sina undersökningar på i tuberkulos döda barn från spädeste ålder.

Den primära härden kan variera från ett knapptlshufvud till en hasselnöts storlek, den är oftast väl begränsad samt omgifven af en fibrös kapsel, innehållet är mer eller mindre torrt, ostigt. Ibland har en smältning ägt rum, hvarigenom en hålighet, caverna, uppkommit. I andra fall har man en hård vägg och kompakt innehåll, då en kalkvandling inträddt. Beträffande läget i lungorna, så äro oftast de nedre loberna sätet för de primära härdarna, mera sällan de öfre och nästan aldrig spetsarna. Küss vill förklara detta därigenom, att tuberkelbacillerna oftast och lättast slå sig ned och fastna i de ställen af lungorna, där luftströmmen är starkast.

Den primära härden uppträder lika ofta i den högra som den vänstra lungan och ligger antingen subpleuralt, då den kan gifva upphof till pleuritiska processer, eller intraparenchymatöst i själfva lungväfven.

Just den omständigheten, att den primära härden äger så liten och obetydlig volym i jämförelse med de regionära lymfkörtlarna, har gifvit upphofvet till den uppfattningen, att härden är sekundär och subordinerad lymfkörtlarnas förändringar. Man har emellertid, för att tyda dessa ting, att fästa afseende vid de tuberkulösa processernas ålder på respektive platser. Om sålunda härden företer mera avancerade förändringar än dem som påträffas i körtlarna, är följsammanhanget utan vidare klart, d. v. s. härden är det primära och förändringarna i lymfkörtlarna det sekundära. Küss anser, att så äfven är förhållandet, om de tuberkulösa förändringarna nått samma utveckling på båda ställena och håller före, att infektionen på ett ställe af lungan omkring bronchioli och de regionära körtlarna sker ungefär samtidigt samt att den kan äga rum mycket hastigt, i det att bacillerna, omedelbart efter det de inkommit i de finaste luftrörsförgreningarna, kunna perforera väggarna och med lymfströmmen föras till körtlarna. Om man däremot finner ostigt smälta lymfkörtlar och endast en granulär, märgig ansvällning af härden i lungan, så måste man antaga, att härden är sekundär och oberoende af de förra. I de fall däremot, där man finner en ostig konsistens af härden och redan inträdd smältning i lymfkörtlarna, anser Küss, att man ej får förutsätta, att härden är sekundär till körtelns infektion. Han vill förklara denna egendomlighet därmed, att en liten, väl begränsad härd i lungväfven äger större resistens mot smältning än de mjuka, cellrika lymfkörtlarna.

Küss har påvisat flera topografiska, egendomliga former för infektion af körtlarna. Sålunda händer det understundom, att hiluskörtlarna på ena sidan och de prätracheo-bronchiala lymfkörtlarna på den andra äro angripna. De prätracheo-bronchiala lymfkörtlarna på högra sidan skola enligt Küss äga en särskild benägenhet för tubekulös lokalisation. Küss har emellertid, äfven om han kunnat påvisa en mängd variationer i fråga om tuberkulosinfektion i de mediastinala och bronchiala lymfkörtlarna, *aldrig kunnat påvisa en primär lunghärd hos ett barn utan att samtidigt finna likartade förändringar i de regionära lymfkörtlarna.* Hvad den retrograda infektionen från mediastinala körtlarna beträffar, så har Küss ofta funnit, att en sådan äger rum från dessa, men att den då oftast sker nedåt till de juxta oesophageala körtlarna och de i närheten af pankreas belägna lymfkörtlarna, och att då t. o. m. den motsatta sidans körtlar varit infekterade; men han har däremot aldrig kunnat påvisa, att en sådan retrograd infektion äger rum till lungväfven. I fråga om inhalationstuberkulos anför Küss den egendomligheten, att man så godt som aldrig finner tecken på upprepad infektion, och att infektionen i allmänhet framkallas af ett mycket begränsat antal baciller. Inhalationstuberkulos är också lätt att skilja från de former af tuberkulos, som uppkomma genom direkt spridning per continuitatem eller från körtel till körtel eller genom aspiration. Likaså företer den form



af tuberkulos, som uppkommer genom spridning af blodbanorna, från ren topografisk synpunkt en helt annan bild.

Küss gör följande sammanfattning om inhalationstuberkulosen: »L'inhalation détermine une forme spéciale de T. tout à fait distincte des formes communément décrites; indistinguishable cliniquement, elle ne peut être reconnue sur le cadavre que grâce à une investigation minutieuse. La constance de la loi de Parrot dans les T. intra-thoraciques primitives de la première enfance est un fait d'expérience; l'opinion inverse des classiques résulte de l'insuffisance des recherches.

La T. d'inhalation dans sa forme type est absolument superposable à la T. d'inoculation sous-cutanée du cobaye: elle est représentée par un nodule pulmonaire minuscule généralement isolé, commandant à une adénopathie interbronchique, puis médiastine, considérablement développée par suite de l'intensité des réactions ganglionnaires chez le jeune enfant. L'âge réciproque de ces lésions indique une infection simultanée du parenchyme et du médiastin, et leur topographie élimine l'hypothèse d'une infection rétrograde. L'opinion courante qui subordonne les lésions pulmonaires aux adénopathies médiastines est très exacte pour les formes ultérieures de la maladie; elle ne s'applique pas à la T. d'inhalation» och tillägger vidare »La T. d'ingestion est infiniment plus rare que la T. d'inhalation; elle revêt une forme anatomique qu'il est peu logique de rattacher à l'hérédité.

Anton Gohns arbete »Der primäre Lungenherd bei der Tuberkulose der Kinder» kompletterar på ett förtjänstfullt sätt Küss' och bevisar till alla delar riktigheten af hans iakttagelser. Gohns undersökningar utmärka sig för minutiös noggrannhet och reda och äro af synnerligen stort intresse. Det material, hvarpå Gohn stöder sina arbetsresultat, är hämtat från St. Annen-Kinder Spital in Wien under åren 1:ste juli 1907—31 Dec. 1909, då han var prosector vid patologiska institutionen därstädes. Dessutom har han förfogat öfver material från Pathol.-Inst. vid universitetet i Wien (Prof. A. Weichselbaum), från Karolinen-Kinderhospitalet i Wien (Prof. Ganghofner) samt från Findelanstalten vid tyska universitetet i Prag (Prof. Epstein).

Under ofvannämnda tid, 1:ste juli 1907 till 31 dec. 1909, förekommo 747 obduktioner, däraf hade Gohn själf verkställt 644. Bland dessa voro 184 tuberkulosfall.

I fråga om tillvägagångssättet vid obduktionen anmärkes: Efter noggrann undersökning in situ af bröstorganen uttogos samtliga bröst- och halsorgan med körtlar. Först preparerades den bakre ytan af tracheans bifurkation, under ledning af bronchen och med tillhjälp af palpation fortsattes prepareringen till härden, sedan man efter körtlarna bestämt den sida, där man hade att söka härden. Ofta visade ytliga pleura förändringen direkt hän på platsen för härden. Undersökningen har endast varit makroskopisk. Efter undersökningen af bröstorganen undersöktes alla de öfriga organen och lymfkörtelpaketet. Hvad åldern beträffar, så har Gohn haft fall från spädate ålder till 14 år. Han indelar sitt material i två stora hufvudgrupper: fall *med* lunghärd och fall *utan* lunghärd. Till den första gruppen hänför han 170 fall, d. v. s. 92,40 %, till den senare endast 14. Den första gruppen har han indelat i följande 7 underafdelningar:



- I) Fälle mit Lungenherd ohne andere tuberkulöse Veränderungen.
- II) Fälle mit Lungenherd und mit tuberkulösen Veränderungen der regionären Lymphknoten.
- III) Fälle mit Lungenherd mit tuberkulösen Veränderungen der regionären Lymphknoten und mit hämatogener Tuberkulose in anderen Organen.
- IV) Fälle mit Lungenherd, mit tuberkulösen Veränderungen der regionären Lymphknoten, mit hämatogener Tuberkulose in anderen Organen und mit Tuberkulose solcher Lymphknoten, deren tributäre Organe auch als Eintrittspforten in Betracht kommen.
- V) Fälle mit Lungenherd, mit tuberkulösen Veränderungen der regionären Lymphknoten, mit oder ohne hämatogene Tuberkulose in anderen Organen und mit jüngerer Tuberkulose solcher Organe, die auch als Eintrittspforten in Betracht kommen.
- VI) Fälle mit Lungenherd, mit tuberkulösen Veränderungen der regionären Lymphknoten, mit oder ohne hämatogene Tuberkulose in anderen Organen und mit jüngerer, aber weiter vorgeschrittener Tuberkulose solcher Organe, die auch als Eintrittspforten in Betracht kommen.
- VII) Fälle mit Lungenherd, mit tuberkulösen Veränderungen der regionären Lymphknoten, mit oder ohne hämatogene Tuberkulose in anderen Organen und dem Lungenherde gleichaltiger Tuberkulose solcher Organe, die auch als Eintrittspforten in Betracht kommen.

Fall med lunghärd och tuberkulösa förändringar i lymfkörtlarna har han vidare indelat i sådana, utan tecken på läkning och fall med tecken på läkning samt slutligen fall med tydlig anatomisk läkning och skrifver om dessa: »In der Mehrzahl der Fälle bestand die Ausheilung; in Verkreidung und Verkalkung des Lungenherdes und der veränderten Lymphknoten. Zwei Fälle zeigten als Lungenherd eine Schwiele mit einem kleinen zentralen Kalkherd und zwei anderen Fälle nur eine kleine Schwiele ohne Verkalkung als Lungenherd, während die regionären Lymphknoten kleinste Kalkherde als Rest der tuberkulösen Veränderungen nachweisen liessen.» Beträffande antalet härdar, som kunde betraktas som primära, anför Gohn, att han i 123 fall funnit blott 1 härd, i 25 fall 2, i 11 fall 3, i 5 fall 4 och i 6 fall mer än 4. Han tillägger dock: »diese Zahlen können jedoch keine Anspruch auf Richtigkeit erheben». För bedömandet af lunghärden framhåller han först och främst det makroskopiskt-anatomiska förhållandet och sedan förändringarna i de lymfkörtlar, som regionärt motsvara härden, samt påpekar därvid samma synpunkter som Küss. Efter härdarnas storlek och utseende har Gohn gjort en mycket detaljerad uppdelning. Han talar sålunda om »erbsengrosse, kirschenkerngrosse, linsengrosse, bohngrosse, kirschengrosse, nussgrosse, wallnussgrosse» m. fl. samt i fråga om utseendet härdar med »trockene Verkäsung, Verkäsung mit Erweichung, Verkäsung mit zentralen Zerfall, Verkäsung mit grauer Periferi oder Induration der Umgebung», vidare »Kavernen mit käsiger Wand, Kavernen zum Teil mit käsiger zum Teil mit glatter Wand, Kavernen mit glatter Wand, Kavernen mit geschrumpfter

Wand, Kavernen mit schiefriger Induration der Umgebung, Kavernen mit käsig. kreidig. oder kalkigem Inhalt, Verkäsung mit Verkreidung und fibrösen Abkapslung oder Induration der Umgebung», slutligen »Verkreidung und Verkalkung mit Induration der Umgebung, Verkreidung und Verkalkung, Verkalkung mit narbigen Veränderungen der Umgebung, Narbe mit kleinen centrala Kalkherden, Ausheilung» o. s. v. I det största antalet fall befunno sig härdarna i ett progredient stadium, i ett mindre antal fall fann man mer eller mindre fullständig läkning. Hvad åldern beträffar påvisar Gohn i fråga om härdarna en ganska pregnant regelbundenhet och påpekar »eine stufeweise Abnahme von 1 zum 14 Lebensjahre der progredienten Fälle, während die Zahl der Fälle mit Ausheilung dem entsprechend zunimmt», ett förhållande som också med all tydlighet framgår af följande tabell:

#### Anatomische Veränderungen der Lungenherde.

Alter.	Progredient		Mit Zeich. v. Ausheil.		Ausgeheilt		Ungef. Verhålt. d. Fälle zu einander.	Summe der Fälle und Verhålt. z. Gesamtz.
	Fälle.	Proc.	Fälle.	Proc.	Fälle.	Proc.		
1 Jahr	47	94,00	3	6,00	0	0	18:0:0	50 29,41 %
2—3 »	35	70,00	8	16,00	7	14,00	5:1:1	50 29,41 %
4—7 »	12	30,00	14	35,00	14	35,00	1:1:1	40 23,54 %
8—14 »	6	20,00	3	10,00	21	70,00	2:1:7	30 17,64 %

Hos 142 fall med 1 lunghärd fann man i 95 fall förändringar i pleuran, i 28 fall med mer än 1 lunghärd fanns pleuraförändringar i 19 fall och i 114 af 170 fall kunde pleuraförändringar påvisas, alltså i 67,06 % fall. Gohn skrifver om detta: »in mehr als einem Fünftel aller Fälle führte die Pleuraveränderungen auf den Lungenherd, in ungefähr einem Viertel der Fälle war der Lungenherd in Bereiche der Pleuraveränderung zu finden und in einer etwas grösseren Zahl von Fällen auf der Seite der Pleuraveränderungen: bei fast 75 % der Fälle entsprach also die Pleuraveränderungen nur der Seite des Lungenherdes, und fast in der Hälfte der Fälle wies sie auf den Lappen hin, wo der Herd sass. Wir dürfen daraus den Schluss ziehen, dass wir in einer grossen Zahl von Fällen die Veränderungen der Pleura wenigstens für eine grobe Bestimmung des Sitzes der Lungenherde verweisen können, in einer verhältnismässig ansehnlichen Zahl sogar für eine genaue Lokalisation.»

Lunghärdarna kunna emellertid understundom gifva sig till känna utanpå lungan genom en mer eller mindre tydlig insänkning, i hvilket fall man har att söka härden tämligen ytligt. Särskildt då härdarna befunno sig i skruppling ägde detta förhållande rum.

Hvad angår platsen för lunghärdarna har Gohn anmärkt följande: »Hos fall med blott en lunghärd var den högra lungan oftare engagerad än den vänstra, ungefär som 3:2. Den vanligaste loben var den högra öfra, sedan kom den vänstra öfra och den högra nedre loben, och sedan den vänstra nedre loben, samt slutligen högra midtelloben.

I hälften af fallen med två lunghärdar sutto dessa i en lunglob, och då var den vänstra lungan oftare platsen än den högra. I de fall, då härdarna sutto i olika lober, förekommo de flesta fallen i båda lungorna och det mindre antalet fall i en lunga, hvarvid den högra lungan dominerade. I fall med tre lunghärdar sutto i det största antalet fall alla härdarna i en lob, mindre ofta i två lober. I fallen med 4 lunghärdar sutto härdarna i en lob, omväxlande i högra och vänstra nedre loben. I ett fall med 5 lunghärdar sutto alla härdarna i vänstra nedre loben. Vanligtvis var endast en lunga engagerad, och då företrädesvis den högra. De fall, då endast en lunglob var angripen, bildade det öfvervägande antalet, två lober var redan sällsynt och mer än två lober undantag. Ser man efter hur hela antalet lunghärdar förhåller sig till de särskilda loberna, så finna vi:

142 fall med en härd

15 » » två härdar

5 » » hvardera tre härdar

2 » » » . fyra »

5 » » obestämdt antal härdar.

*Den högra öfre loben var, som ofvan nämnt, oftast säte för härden, därefter kom den vänstra öfre loben, sedan de båda nedre loberna och slutligen midtelloben i högra lungan. Det framgår vidare, att den högra lungan uppvisar flera primära härdar än den vänstra och att den högra öfre loben därvid oftast förekommer som säte för härden. Gohn har också försökt att lokalisera härdarna i lungloberna och skrifver därom: »Die Mehrzahl der Herde sass demnach in der vorderen Flecke des Oberlappens.» Sammanställningen af dessa undersökningar ger vid handen följande för samtliga lober: »dass so ziemlich alle ihre Abschnitte Lungenherde zeigten dass aber im allgemeinen bei den Oberlappen die Oberen vorderen, bei den Unterlappen hingegen die unteren hinteren Teile die meisten Herde aufwiesen, während beim Mittellappen der rechten Lunge die genannten Abschnitte gleich beteiligt erschienen, dass ferner die rechte Lunge mehr Herde zeigte als die linke und dass endlich die rechte Oberlappen die zahlreichsten Herde nachweisen liess.»*

Gohn såväl som före honom H. Albrecht har antagit att lunghärdarna uppstå i de minsta lymfoida organen »der Faserhaut der Bronchioli». Båda påpeka, att man i centrum af primärhärden ofta finner en liten springa, som härrör från den ostigt nedsmälta bronchiolus, och Gohn skrifver härom: »Man findet dann einen trockenen käsigen Herd verschiedener Grösse der in seiner Mitte einen Spalt zeigt und vor dem ein Bronchus endigt, sodass es den Eindruck erweckt, als sässe der käsige Herd und den Bronchus, der durch den Herd verschlossen wäre.

Jämför man de patologiskt-anatomiska förändringarna i primärhärdarna med dem man finner i lymfkörtlarna, så får man enligt Gohn följande resultat: »dass in den Mehrzahl der Fälle die Veränderungen im Lungenherd und in den regionären Lymphknoten die gleichen sind, insoferne als progredienten Veränderungen des Lungenherdes auch gleiche der regionären Lymphknoten entsprechen und Ausheilungs-



prozesse in Lungenherde auch von solchen der regionären Lymphknoten begleitet werden», och han skrifver vidare: »In den Fällen, wo die Veränderungen in den Lymphknoten andere waren als die in Lungenherd, verhielt es sich bei meinen Fällen ausnahmslos so, dass dann die Lymphknoten jüngere Veränderungen als der Lungenherd aufwiesen, ich habe keinen Fall gesehen, wo die Veränderungen des Lungenherdes ein pathologisch-anatomisch jüngeres Stadium des tuberkulösen Prozesses dargestellt hätten, als die der regionären Lymphknoten. Diese Tatsache ist die zweite fundamental wichtige für die Auffassung des Verhältnisses zwischen Lungenherd und regionären Lymphknoten, weil auch aus ihr beweisend hervorgeht, dass der Lungenherd nicht retrograd von den Lymphknoten her entstanden sein kann.»

Han anser sig på grund af stöd af sina undersökningar vara berättigad till påstående af följande uttalande, att lunghärden hos barn aldrig uppstår retrograd genom lymfvägarna, utan att den alltid är källan och upphofvet till förändringarna i de regionära lymfkörtlarna, samt *»dass beim Kinde die primäre Infektion der Lunge die gewöhnliche Form der tuberkulösen Infektion darstelle»*, sedan han uteslutit möjligheten eller sannolikheten af den hæmatogena och lymfogena infektioner.

H. Albrecht har genom sina undersökningar, hvilka han grundat på 1060 obduktioner af tuberkulösa barnlik, kommit till enahanda resultat som de båda föregående. Sina erfarenheter har han framlagt i ett arbete »Ueber Tuberkulose des Kinderalters» och framhåller, att den typiska primärhärden, som alltid påträffats i ett stadium af ostig smältning, ter sig som en större eller mindre rundad, väl afgränsad knöl, i hvars midt man kan iakttaga en liten fin springa. Som förut nämnt uppfattar H. Albrecht i likhet med Gohn ifrågavarande springa som en rest af en ostvandlad bronchiolus. Albrecht fann i sitt stora material oftast blott en sådan liten härd. Den kan emellertid förekomma i hvilka delar af lungan som helst. Han fann äfven förändringar i de regionära lymfkörtlarna, men kunde också påvisa, att förändringarna i härdarna alltid voro äldre till sin utveckling än i lymfkörtlarna.

I de få fall, där han ej kunde påträffa en primär härd, antog H. Albrecht att denna resorberats, eller att tuberkelbacillerna funnos i lungan utan att gifva upphof till någon härd. Genom sammansmältning af nya knottor omkring den primära härden uppkommo större härdar hvilka sedan kunde gifva upphof till cavernor.

I »Thesen zur Frage der menschlichen Tuberkulose» har E. Albrecht förfäktat samma åsikt angående tuberkulosens första uppträdande i människokroppen som nu föregående författare, och han uttalar som sin bestämda mening, *att tuberkelbacillerna kunna passera lungan utan att gifva upphof till någon lokal härd.*

G. Hedrén har ungefär samtidigt med Gohn varit sysselsatt med liknande undersökningar och har publicerat sina resultat i ett arbete »Pathologische Anatomie und Infektionsweise der Tuberkulose der Kinder besonders der Säuglinge». Af 471 sektioner voro 199 tuberkulösa barnlik, 47 af dessa voro under 1 år. Ifråga om infektionsvägarna och härdarnas förhållande till lymfkörtlarnas område har Hedrén strängt skiljt mellan tvenne former: den s. k. inhalations-tuberkulosen, som han vill benämna »Aspirations-tuberkulos», och närings-tuberkulos, som han benämner »Deg-



lutitions-tuberkulos» i enlighet med Orth och Beitske. Hedréns iakttagelser oeh resultat sammanfattar han i följande punkter:

- 1) Zwischen Säuglingen und Kindern der ersten Kindheit bestehen keine grösseren, prinzipiellen Verschiedenheiten hinsichtlich der Tuberkuloseinfektion. Ältere Kinder zeigen, als Ausdruck einer höheren Gewebeimmunität, nur etwas grössere Fähigkeit als Säuglinge die primäre Tuberkulose zu lokalisieren was besonders bei der Tuberkulose der Lungen hervortritt.
- 2) Die wichtigste Infektionsweise der Tuberkulose bei Kinder sowohl im Säuglingsalter wie später, ist die Aspirationstuberkulose. Bei dieser zeigen in der Regel die Lungen primäre Lokalisation der tuberkulösen Infektion.
- 3) Das häufigste und typische pathologisch-anatomische Bild der Tuberkulose der Säuglinge und Kinder aus der ersten Kindheit ist demnach nicht Bronchialdrüsentuberkulose, sondern Lungenbronchialdrüsentuberkulose. Erweichungsprozesse der tuberkulösen Lungenherde mit Kavernenbildung kommen bei Kindern häufig vor, besonders gerade im Säuglingsalter.
- 4) Eine absteigende Infektion der bronchialen Lymphdrüsen von tuberkulösen Zervikaldrüsen aus war niemals nachzuweisen, dagegen kommt aller Wahrscheinlichkeit nach eine von ersteren aufsteigende Infektion der supraklavikulären Lymphdrüsen nicht so selten vor.
- 5) Die primäre Deglutitionstuberkulose ist, gerade auch bei Säuglingen, viel seltener als die Aspirationstuberkulose und spielt daher eine geringere Rolle, ihre Bedeutung darf aber durchaus nicht übersehen werden. Sekundäre Deglutitionstuberkulose von den Lungen aus ist bei Kindern ein sehr häufiger Befund. Bei Deglutitionstuberkulose kam primäre Lokalisation im Darm meistens vor, war aber seltener als primäre Herde der Lungen bei Aspirationstuberkulose.
- 6) Bei Tuberkulose der zervikalen Lymphdrüsen fehlte in der Regel primäre Lokalisation im Quellgebiete derselben.
- 7) Die einfache Infektion ist zwar die Regel, nicht so selten aber kommt auch doppelte, in Ausnahmefällen wahrscheinlich sogar mehrfache (hier dreifache) Infektion vor, die häufigste doppelte Infektion war Aspirations- und Deglutitionstuberkulose. Die Möglichkeit der mehr als einfachen Infektion ist für die richtige Beurteilung der Ausbreitung der Kindertuberkulose wichtig zu berücksichtigen.
- 8) Schon bei Säuglingen liegt natürlich Resistenz in gewissem Grade vor, die bei älteren Kindern noch deutlicher hervortritt. Diese Gewebeimmunität spielt wahrscheinlich eine wichtige Rolle bei dem näheren Charakter der Tuberkulose im Kindesalter.
- 9) Da die Bedingungen für die Aspirationstuberkulose am häufigstens bei Inhalation der Tuberkelbazillen bestehen, folgt hieraus, dass die Tuberkulose im Kindesalter, und gerade auch bei Säuglingen, in der Regel als Inhalationstuberkulose bezeichnet werden kann.»

Som man ser, föreligger en fullständig kongruens mellan resultaten af Gohns och Hedréns undersökningar. Bl. a. vetenskapsmän, som behandlat ifrågavarande ämne, må nämnas: Foedisch. Denne har i »Mitteilungen der Gesellschaft für innere Medizin und Kinderheilkunde» (in Wien 1910) också påvisat ett bestämt sammanhang mellan lunghärden och de tuberkulösa förändringarna i de regionära körtlarna. Vidare må nämnas: Most's »Die Topographie des Lymphgefässapparates des menschlichen Körpers und ihre Beziehungen zu den Infektionswegen der Tuberkulose» (Bibliotheca medica. Abtlg. I. 1908); Birch-Hirschfeld: »Ueber den Sitz und die Entwicklung der primären Lungentuberkulose (Deutsches Archiv für klinische Medizin. Bd 64. 1899). Winkler: »Zum Pathologi der Tuberkulose im Kindesalter (Verhandlungen der deutschen pathologischen Gesellschaft 1904). Orth och Ribbert hafva, med stöd af erfarenheten om lungornas särskildt stora disposition för tuberkuloslokalisation, hvarhelst ingångsporten i kroppen än må befinna sig, försökt vederlägga Gohns m. fl. iakttagelser och antagande om primärhårdens ærogena ursprung, i det de påstå, att det ej är uteslutet att infektionen i bronchioli kunnat ske genom blodbanorna.

Då emellertid både Gohn, Albrecht m. fl. nästan alltid kunnat påvisa bronchiolus såsom en liten springa i härden förefaller det egendomligt, om ej denna bronchiolusrest skulle peka på ett primärt samband mellan härden och denna, och betydligt sannolikare än att infektionen genom blodbanorna alltid skulle välja lungväfven närmast omkring en bronchiolus.

## B. Den numera mest spridda uppfattningen om människotuberkulosens uppkomst och spridning.

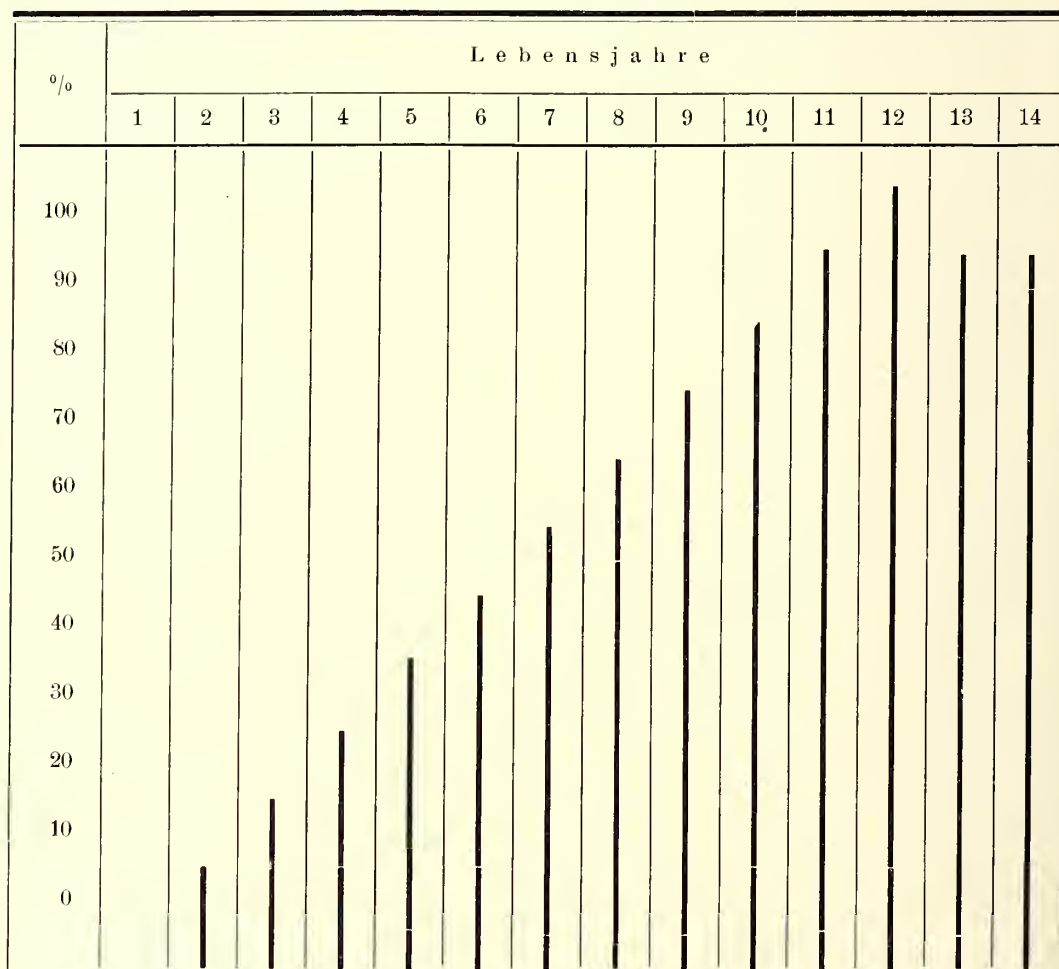
Som en af senare tidens märkesmän på ifrågavarande område förtjänar nämnas A. HAMBURGER i Wien. Genom sitt arbete »Tuberkulose der Kinder» har han gjort sig förtjänt af stort erkännande, och den uppfattning, han här häfdar angående hithörande ting, torde vara den som i vår tid vinner mest anslutning. I likhet med Küss, Gohn, H. Albrecht och E. Albrecht m. fl. anser han härden i lungorna vara det primära och lymfkörtelförändringarna det sekundära och uttalar sig ganska kategoriskt med följande ord:

»Ueber die Infektionsverhältnisse bei der Tuberkulose sind wir heute, das ist keine Uebertreibung, wohl recht genau unterrichtet». Beträffande infektionskällan anser han, att man har *uteslutande att söka denna i någon med öppen tuberkulos behäftad människa*. I likhet med Flügge antar han, att infektionen sker på det sättet, att de med expirationsluften utslungade fina vattenpartiklarna innehålla baciller, som genom inandningsluften inkomma i barnens lungor och att de där fastna och gifva anledning till en primär härd. Som stöd för denna inhalationsteori anför han dessutom, att man *i mer än 95 % af alla barnlik, som öfverhufvudtaget visa tuberkulos, funnit en tuberkulös härd i lungan och tuberkulösa förändringar i bronchialkörtlarna*. Hamburger uttalar vidare det påståendet, att infektionen vid tuberkulos inträder lika

lätt som vid hvilken som helst annan infektionssjukdom och jämställer smittosamheten med den vid mässling och influensa. Då det nu vid hvarje större stad finnes personer med öppen tuberkulos, bör man ej förvåna sig öfver, att de flesta människor infekteras redan i barnåren. Hamburger och Monti hafva gjort undersökningar på barn i Wien och med tuberkulinreaktionen kommit till nedanstående resultat:

I.	perioden (1:sta lefnadsåret) af	23 barn	0—1 %
II.	» (2:dra » ) »	46 »	40—9 %
III.	» (3—4:de » ) »	131 »	35—27 %
IV.	» (5—6:te » ) »	113 »	58—57 %
V.	» (7—8:de » ) »	137 »	97—71 %

**Grafisk framställning öfver Hamburger och Montis tuberkulinundersökningar i Wien.**





För jämförelses skull närslutes en tabell öfver Hamburgers patholog.-anatom. undersökningar öfver fall, som ej dött i tuberkulos, men som dock visat tuberkulösa förändringar i kroppen.

1. Jahr.	2. Jahr.	3.—4. Jahr.	5.—6. Jahr.	7.—10. Jahr.	11.—14. Jahr.
1,5 %	9 %	30 %	44 %	86 %	77 %

Ofvan anförda siffror visa, att barnbefolkningen i städerna i jämn stigande serie tuberkulosinfekteras, så att så godt som alla individer i stadssamhället vid pubertetsåldern utan undantag hafva tuberkulossjukdomsfröet i kroppen.

Tuberkulosen är emellertid en infektionsprocess, som endast under vissa betingelser manifesterar sig såsom sjukdom, således alla människor kunna tuberkulosinfekteras men behöfva därför ej blifva tuberkulossjuka. *Dispositionen till tuberkulosen* är, med andra ord, *obligat, till sjukdomen fakultativ*. Enligt Hamburger är dispositionen till sjukdomen beroende på en mängd olika faktorer, i första hand tiden för den första infektionen. Ju yngre barnet är desto sannolikare inträder sjukdomen, ju äldre, desto osannolikare. Dispositionen till sjukdom aftager år från år.

Beträffande tuberkulosens patologisk-anatomiska förhållande i barnåren anser Hamburger, att man med stöd af senare tiders forskningar kan våga fastslå följande tre ting: 1. *Primäraffektionen åtföljes af reaktion i de regionära lymfkörtlarna.* 2. *Immunitet mot ny infektion förefinnes* samt 3. *en utpräglad benägenhet för recidiv.*

När bacillerna inkomma i lungorna genom inandning utan att sedan åter blifva utbefordrade, stannar en del af dem i lungalveolarna, en annan, som inkommer i lymfbanorna, föres till de bronchiala lymfkörtlarna, och slutligen inkommer en del i blodbanorna och föres ut i kroppen. Kroppen uppsvarar nu genom bildandet af vissa ämnen, som man betecknar med namnet antikroppar, hvilka motverka bacillernas förökning och verksamhet. Härvid komma dels hvita blodkroppar, dels vissa väfnadsceller till användning, och det uppstår omkring bacillerna s. k. härdar. *Dessa härdar kunna antingen utvecklas vidare och förökas under en allmän aftyning af kroppen eller läkas under ärrbildning*, men understundom kunna i en synbart ulläkt härd baciller lefva kvar, som visserligen ej förökas, men ändock behålla sin virulens och under gynnsamma förhållanden, d. v. s. om kroppens skyddsorgan på ett eller annat sätt skadas, åter flamma upp med ny lifsenergi och gifva upphof till en stark ökning i antal af nya härdar, s. k. recidiv. Härtill fordras framkallande moment i en eller annan form och som de vanligaste och viktigaste räknas infektionssjukdomar, onaturligt lefnadssätt och trauma. Liksom Sluka anför Hamburger i första hand *mässling* och *kikhosta* som framkallande och för tuberkulos praedisponerande sjukdomar. Omstående figur, fig. 1, som är hämtad ur Wien. klin. Wochenschrift från en uppsats af Sluka: »Ein weiterer Betrag zur Hilus-tuberkulose des Kindes im Röntgenbild,» visar förhållandet mellan mässling resp. kikhosta och hilustuberkulos. v. Pirquet och Hamburger hafva påvisat en direkt



nedsättning af tuberkulinkänsligheten efter de flesta infektionssjukdomarna. Att brist på sol och frisk luft äfvensom undernäring praedisponera för tuberkulos-recidiv, är ett naturligt faktum. På platsen för ett trauma har man synnerligen ofta

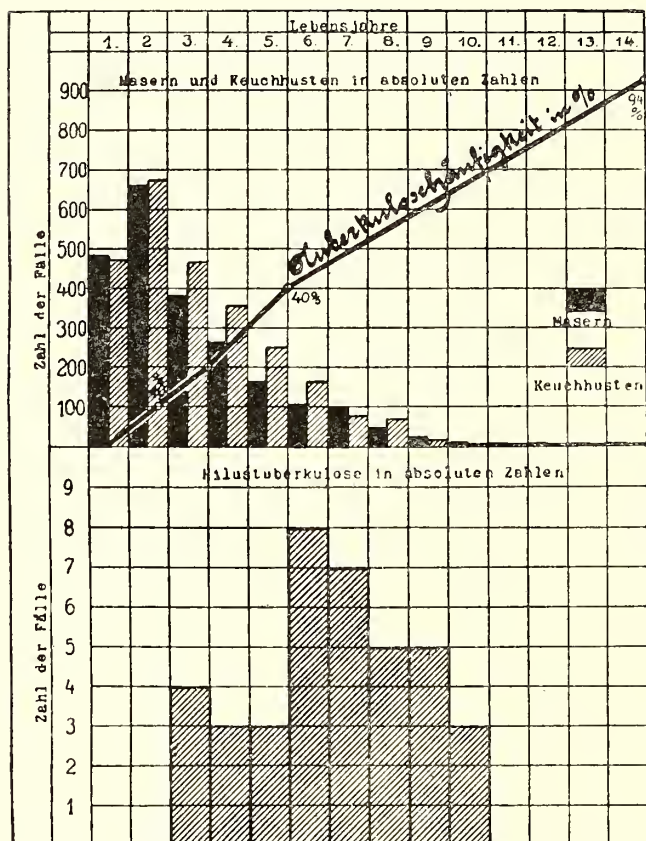


Fig. 1.

mätningar under åtminstone 10 till 14 dagar två gånger dagligen, om allnäs-symptomen äro svaga, och icke minst därför, att vid en börjande tuberkulos perioder med fullständigt normal temperatur kunna omväxla med feberperioder. Vidare understryker Hamburger, att en negativ anamnes ingalunda utesluter tuberkulos, samt att *hos nästan alla tuberkulosfall hos barn en tuberkulös härd i lungväfnaden förefinnes i förening med en mer eller mindre intensiv tuberkulos i bronchiallymfkörtlarna*, att man alltid kan diagnosticera en tuberkulos i bronchialkörtlarna samt, att man alltid vid t. ex. en coxit, en typisk serofulose m. m. kan diagnosticera bronchialkörteltuberkulos, äfven om inga direkta kliniska symptom föreligga.

Särskildt i spädbarnsåldern äro fall af kliniskt manifest bronchialkörteltuberkulos utomordentligt vanliga.

»Die Tuberkulose ist eine Infektionsprozess, der sich nur unter bestimmten Bedingungen auch als Krankheit manifestiert» (Hamburger).

konstaterat uppkomsten af tuberkulösa åkommor, hvilket man vill förklara sålunda, att *traumat åstadkommer en laesion af kroppsväfnaderna, där sedan de i blodet kringflytande tuberkelbacillerna lättare slå sig ned än i friska sådana*. Man har t. o. m. (F. WOLFF) velat göra gällande att *många skenbart friska människor haft lifskraftiga tuberkelbaciller i sitt blod* och, då traumat alltid åstadkommer ett locus minoris resistentiae, har man sökt förklaring till uppkomsten af tuberkulösa åkommor som ofvan nämnts.

Beträffande den kliniska diagnostiken anför Hamburger, att temperaturkurvan visar »ein auffallend schwankendes Bild» med »besonders die Neigung zu Temperatursteigerungen am Abend». Hamburger påpekar nödvändigheten af temperatur-

### C. Betydelsen af kännedommen om tuberkulosens tidigaste stadier.

Genom v. Pirquetska tuberkulinprovet veta vi, att 94 % barn i åldern 11—14 år äro tuberkulöst infekterade. Detta betyder, *när människan nått pubertetsåldern har hon tuberkulos*. Doek är det ett jämförelsevis ringa antal människor, som få sjukdomen, d. v. s. hos hvilka tuberkulosen på något sätt manifesterar sig. Vi måste alltså antaga, att sjukdomen har ett latens- eller inkubationsstadium oeh att den redan hunnit rotfästa sig oeh åstadkomma afsevärda förändringar, innan den ger sig till känna hos människor med sjukdomstecken. Tuberkulosen är sålunda under sin första utveckling ytterligt godartad, men just därigenom har den också blifvit så farlig. Människan har nämligen svårt att förstå, att en sjukdom, som ej gör henne sjuk, kan vara ödesdiger. Erfarenheten har lärt oss, att sjukdomen lätt kan läkas, oeh att ju tidigare den kommer till behandling, desto lättare sker detta, m. a. o. läkningsmöjligheterna stå omvänt i förhållande till tuberkulosens utveckling. Genom dagliga exempel från kliniker oeh obduktionssalar hafva vi också fått se, att den kan läkas äfven utan något åtgörande från människans sida. Ändock är tuberkulosen i våra dagar den sjukdom, som skördar de flesta offren. Vår oafvisliga plikt blir, att man med alla till buds stående medel försöker bekämpa densamma. Det gäller då först oeh främst att lära känna sjukdomen i dess allra tidigaste stadier. Med ofvan antydda godartade karaktär, som sjukdomen visar under dess första tillvaro, för ögonen, tvingas vi att uppmärksamma individerna under deras tidigaste lefnadsår, oeh ej vänta, tills människorna söka oss. Mera rationellt vore det, att vi redan från början af en människas lefnad inriktade oss på att undanröjda alla för tuberkulosens utveckling predisponerande moment, då vi nu kunna utgå från det faktum, att ingen kan undgå smittan. Vetenskapen har emellertid satt nya hjälpmedel i vår hand att upptäcka sjukdomen. Mången gång förutsattes det kanske endast någon noggrannare iakttagelse oeh observation, för att vi skulle kunna våga oss på en tuberkulosdiagnos på en människa, som företer alla yttre tecken till hälsa. Så t. ex. äga vi i temperaturundersökningen en synnerligen värdefull indikator på en människas hälsotillstånd. En ringa grad feber behöfver ej åstadkomma någon rubbning i ett barns allmäntillstånd. Om vi under en följd af dagar kunna påvisa en konstant temperaturstegring hos ett barn, oeh detta ej företer några rubbningar i allmänbefinnandet, så hafva vi ganska stort fog för misstanken på en börjande tuberkulos. Visar därtill tuberkulinprovet ett positivt utslag, har misstanken öfvergått till en mycket hög grad af sannolikhet. Det positiva tuberkulinprovet låter oss likvisst endast veta, att en tuberkulos föreligger någonstades i kroppen, men ej hvar. Nu hafva emellertid senare tiders forskningar visat, att lungorna äro de organ i kroppen, som äga den största dispositionen för tuberkulos, så att om baciller inkommit i människokroppen, oafsedt på hvilket sätt oeh hvar, de få gärna sin lokalisation i lungorna (BOUGERT: »Ueber

die Art der Infektion bei der Tuberkulose der Haustiere»); OETTINGER, ORTH (Berliner Klinische Wochenschrift 1904), Rabinowitsch, Reichenbachs, Findel) — BARTEL betraktar lungorna och bronchialkörtlarna som ett locus minoris resistentiae.

#### D. Röntgenundersökning af tuberkulösa processer i bröstorganen.

Det är särskildt Röntgens stora upptäckt, som för oss öppnade nya och oanade möjligheter i fråga om studiet af tuberkulosen, och äfven om kirurgerna i första hand lärde sig uppskatta Röntgenundersökningens stora betydelse, så dröjde det ej länge förrän den kom till användning äfven på den interna medicinens område. Fransmännen voro härvidlag föregångsmännen.

Redan 1896 hade en del franska medici hunnit med att framlägga sina rön af Röntgenundersökningar vid pleuriter och tuberkulösa spetsaffektioner. Särskildt kunna sådana namn anföras som Oudin, Barthéllemy, Bécélère och Bouchard. Den senare använde 1897 Röntgeninstrumentet vid sin undersökning af lungor och påstod sig bland annat hafva ställt diagnosen på en tuberkulös spetskatarr långt innan den kliniska diagnosen var säker. Särskildt vid studiet af pleuriterna hade han med stor framgång använt sig af Röntgenstrålarna, liksom för öfrigt för diagnosen af allehanda sjukdomar i thorax. Bécélère understryker särskildt den stora nyttan man har af Röntgenundersökningar, då det gäller att konstatera centralt belägna härdar i lungorna. — År 1897 infördes Röntgengenomlysningen obligatoriskt i Frankrike vid undersökningen af värnpliktige.

Två andra franska författare Bergonie och Carrigou upptogo också Röntgenundersökningen med stor entusiasm.

I Amerika var det särskildt Williams i Boston, som framträdde som föregångsman för Röntgenundersökningen vid lungsjukdomar. Williams har knutit sitt namn särskildt vid ett tidigt symptom vid tuberkulos, nämligen »das Nachschleppen einer Thoraxhälfte», och den mindre rörligheten af diaphragma på den sjuka sidan.

I England var det Mayen, Tyre, som gjorde sig bemärkta genom Röntgenundersökningen; i Italien Maragliano; i Österrike kunna särskildt nämnas Benedikt, Holzknecht, Kienböck, Schlesinger, Wassermann och Weinberger. — Wassermann var en af de första, som påpekade kavernor på en Röntgenfotografi. — Kienböck och Schlesinger studerade tidigt diaphragmarörelserna vid tuberkulos. »Die Röntgenologische Diagnostik der Erkrankung des Brusteingeweide» af Holzknecht är en ännu i dag erkänd och använd lärobok i Röntgendiagnostik.

I Tyskland har redan 1896 och 1897 GRUMNACH framkommit med Röntgen-diagnostikens värde vid börjande lungtuberkulos. Han har utgifvit en massa smärre uppsatser, men anses hafva öfverskattat Röntgeninstrumentets värde på det stadium, man då befann sig i fråga om teknik.

År 1897 utgaf Rosenfeld en lärobok »Die Diagnostik innerer Krankheiten mittels Röntgenstrahlen».



IMMELMAN i Berlin, Röntgens egen lärjunge, var en af de första, som påvisade kavernor å röntgenplåtar.

Det torde sedermera under en följd af år hafva inträdt ett litet bakslag i den allmänna entusiasmen.

SCHJERNING och KRAUSFELDER tillråda större kritik i fråga om Röntgenfynden. H. HILDEBRAND intar också en mera kritisk ståndpunkt beträffande värdet af Röntgendiagnostiken. LEVY-DORN utgaf 1899 en kritisk studie, däri han påpekar en del missförhållanden och brister.

Af oemotsägligt och synnerligen stort värde blifva sedermera läroböcker af GOCHT, ALBERS SCHÖNBERG, ZIEGLER och KRAUSE m. fl.

Den vidgade erfarenheten, som framkom genom jämförande patologiskt-anatomiska studier, förde åter Röntgendiagnostikens värde till sitt rätta omfång, och i all synnerhet sedan man lärt sig igenkänna den normala Röntgenanatomien, och den tekniska färdigheten på alla områden vidtagits.

Senare tiders arbeten af t. ex. ADAM, ALBERS SCHÖNBERG, ANSPERGER, BOUCHARD, KÖHLER och SCHELLENBERG äro hållna synnerligen kritiskt och äga därför obetingadt värde. De flesta öfverensstämma däri, att *Röntgenundersökningen i och för sig icke kan fälla ett bestämt utslag och gifva en säker diagnos, men att den många gånger öfverträffar andra undersökningsmetoder.*

Samma uppfattning dela nu HILDEBRAND, PFÖRRINGER, KRAUSE, BUNZ och SCHLAYER, RIEDER, LOREY, WASSERMANN m. fl.

Till en början och under inflytande af den stora entusiasmen för Röntgens upptäckt hade man sålunda, som ofvan nämnts, låtit förleda sig att gå för långt i värdesättningen af Röntgenfotograferingens resultat. Det visade sig emellertid snart nog, att stor kritik var af nöden vid bedömandet af Röntgenplåtarna, och att man ej fick tillmäta instrumentet någon afgörande betydelse. I en hel del fall hade man låtit sig förledas till Röntgeninstrumentets ensidiga användande. Särskildt visade sig tydningen af lungplåtarna vara en vanskelig sak. Med den allt större tekniska fulländningen af instrumentet och ett allt finare och noggrannare tillväggångssätt började man, som ofvan nämnts, åter kunna gå framåt efter det första svåra bakslaget. Ökad erfarenhet födde alltjämt större och finare teknik och denna har, i synnerhet under det senaste decenniet, gjort enorma framsteg. Ingen lungspecialist, som vill vara ärlig och samvetsgrann, torde väl numera kunna undvara Röntgeninstrumentet eller förneka detta instruments stora betydelse och användning.

Våra stora Röntgenologer ALBERS SCHÖNBERG, HOLZKNECHT, KRAUSE, GROEDEL, GOCHT, ANSPERGER, RIEDER, LOREY, KÖHLER m. fl. hafva ständigt varit verk-samma för att föra den tekniska fulländningen framåt. Som ett belysande exempel för det värde, man numera tillerkänner Röntgenundersökningen vid sjukdomar i lungorna, förtjäna H. Rieders ord nämnas. I sitt stora arbete »Die Röntgenuntersuchungen der Lungen und der Bronchien», Lehrbuch der Röntgenkunde, skriver han. »Wie bei anderen lebenswichtigen Organen, so hat sich die Röntgenunter-



suchung auch die Gebiete der Respirationsorgane zu einer der wichtigsten Untersuchungsmethode emporgeschwungen», och beträffande värdet af Röntgenundersökningen vid studiet af tuberkulosinfektionens vägar: »Die Versuche mit Hilfe des Röntgenverfahrens die Infektion und die allmähliche Ausbreitung der Tuberkulose in der menschlichen Lunge zu studieren, sind nicht ohne Erfolg geblieben. Diese Forschungen sind deshalb so aussichtsreich, weil die Röntgenuntersuchung eine vorzügliche Uebersicht über das gesamte Lungengebiet gewährt und ausserdem auch wenig vorgeschrittene Veränderungen dieses Organes aufdeckt, so dass bei genauer Betrachtung derselben *mit ziemlicher Sicherheit ein Rückschluss auf den Sitz des primären Tuberkulusherdes gemacht werden kann*». Han framhåller, att Röntgenförfarandet bör komma till användning i alla fall, emedan man med tillhjälp af en Röntgenfoto kan *diagnosticera förändringar i lungorna, hvilka ännu ej gifvit sig till känna kliniskt eller varit tillgängliga för andra undersökningsmetoder*, men understryker, att äfven om Röntgenundersökningen ensam för sig kan fälla utslaget, den dock endast bör komma till användning i samband med öfriga undersökningsmetoder. Numera har väl också Röntgeninstrumentet kommit till allt större användning inom den interna medicinen och vinner för hvar dag allt större terräng. Det är tydligt, att en så allmän och allvarlig sjukdom som tuberkulos framför andra skulle locka till Röntgenundersökningar för att om möjligt ytterligare vidga kunskapen om sjukdomen och gifva nya vapen för att bekämpa densamma. ALEXANDER LOREY skriver »Heutzutage ist uns die Röntgenuntersuchung ein besonders wertvolles *und fast untenbehrliches Hilfsmittel zur feinen Diagnos der Lungentuberkulose geworden*, dass den alten erprobten physikalischen Untersuchungsmethoden ebenbürtig zur Seite tritt und in Verbindung mit ihnen imstande ist, die genaue Erkenntnis der vorliegenden Veränderungen wesentlich zu fördern».

Eluru man nu i våra dagar ser en stor entusiasm åter flamma upp för Röntgeninstrumentets värde vid lungtuberkulosdiagnostiken, så saknas äfven ej erfarna Röntgenologer, som varna för en öfverskattning af detta. En på området synnerligen vederhäftig och samvetsgrann forskare A. Köhler skriver följande allvarsord: »Um ein eventuelles Missverständnis zu vermeiden, hält es der Verfasser zum Schluss für Angebracht, noch ganz besonders zu betonen, dass er der Röntgenuntersuchung absolut keinen Vorrang vor den anderen klassisch einräumen möchte» . . . . och fortsätter sedan: »Wenn die Röntgendiagnostik allgemein zu einer Vernachlässigung der anderen klassischen Hilfsmittel führen sollte, verdiente sie nicht zu existieren».

### E. Tekniken vid Röntgenundersökning af lungorna.

Äfven om meningsskiljaktigheter i fråga om tydningen af Röntgenbilden ofta gjort sig gällande, liksom då det gäller det rent tekniska tillvägagångssättet, så har man dock i våra dagar i stort sett enat sig om en viss normalbild af thorax, resp. lungorna. För att rätt kunna förstå patologiska förändringar i lungorna är det

nödvändigt, att man förut inhämtar, hvad undersökningarna öfver den normala thorax, resp. lungbilden, gifvit vid handen. Dessförinnan torde några ord om *tekniken* vid ifrågavarande undersökningar vara på sin plats.

Röntgenundersökningen af lungorna kan ske antingen direkt på så sätt, att man studerar den bild, som uppkommer på den fluorescerande skärmen vid en genomlysning, eller indirekt, då man granskar den på en fotografiplåt uppfångade och framkallade Röntgenbilden. I det förra fallet har man möjlighet att i viss mån kontrollera lungans funktionsduglighet längre, då man kan följa bröstorgans och med denna lungornas rörelser, en sak som ej är alldeles utan betydelse, men detta tillvägagångssätt har den olägenheten, att bilden förlorar i tydlighet, och att vissa detaljer förbigå oss. Genom fotograferingen vinna vi i tydlighet och detaljrikedom, och man kan i lugn och ro ägna sig åt granskningen af plåten. Man undgår att trötta patienten och sparar sig själf. Vill man ha möjlighet att kontrollera och jämföra förändringar, så måste fotografering företagas. Som en normalmetod får man betrakta en kombination af båda tillvägagångssätten. Man brukar i allmänhet låta Röntgenomlysningen föregå fotograferingen. Härigenom vinner man en viss öfversikt och kan, om så behöfves, lättare koncentrera fotograferingen på ett bestämdt område. — Rieder påpekar också detta som en nödvändighet. »Jeder photographischen Aufnahme hat eine Durchleuchtung vorauszugehen».

I fråga om respirationsorganen kunna vi till skillnad från digestionsapparaten företaga Röntgenundersökningen utan några förberedelser.

För genomlysning använder man ett kraftigt stativ med ett lätt förskjutbart, blyklädt skåp för röret. Skåpet måste äga en lätthandterbar bländare, försedd med en centreringsinrättning. (Röntgenspecialisten vid Eppendorfersjukhuset Dr Alexander Lorey framhåller det af svensken Gösta Forssell konstruerade stativet såsom det lämpligaste vid lungundersökningar.)

På senare tider har man (Bech, Brauer, Wenkebach m. fl.) lagt an på stereoskopiska bilder vid lungundersökningen. Efter Haenisch's modell har Lorey konstruerat en apparat för stereoskopiska fotografier.

Vid genomlysningen, som lämpligast sker på ett fokussafstånd af 50—60 cm., använder man medelhårda rör. Fluorescensskärmen, som förses med blyglasskydd, bör vara tillräckligt stor (40—50 cm.) för att kunna upptaga hela thoraxbilden. Genomlysningen sker bäst i stående ställning. — Undersökarens ögon måste vara adopterade för mörker och väl inställda.

Fotograferingen sker bäst i sittande eller liggande ställning under höjden af inspiriet. Det senare emedan man då får det minsta hindret af skelettet och diafragma. Fokussafståndet bör vara som vid genomlysning c:a 50—60 cm. eller ännu hellre 100 cm. Man centrerar öfver 6:te bröstkotans processus spinosus. Ofta bör man taga en särskild plåt öfver lungspetsarna. Exponering på tid med förstärkningsskärm har man funnit lämpligare än blix- eller ögonblicksexponering. Vill man upphäfva projektionen, kan man öka rörfästet till 1—2 meter (telefotografering). Man förlorar likvisst ej oväsentligt i tydlighet härigenom.

Plåtgranskningen bör helst företagas i ljusskåp. Den nya s. k. astralskärmen skall äga vissa ganska afsevärda fördelar framför den gamla bariümplatinaeyamurskärmen, framför allt därigenom, att den ger en klarare bild och saknar efterbelysning.

Till en början inställes bländaren för totalbild, så att man kan skaffa sig en öfversikt och följa bröstväggens och diaphragmas rörelser. Sedan granskas lungspetsarna under respirationsöfningar, samt lungportarne och de öfriga lungfälten. Härvid använder man större eller mindre afbländning. Båda sidor jämföras och hvarje fält undersökes för sig. Hinder för eller begränsning i bröstkorgens och diaphragmas rörelser tyda på sammanväxningar mellan bröstväggen, resp.  $\frac{x}{2}$  mellan-gärdet och lungan. Förutom de båda spetsfälten böra äfven de omedelbart nedanför elavieulae och intill sternum belägna fälten noga undersökas. Vid fotografering bör man använda plåtar af format 30×40 em. för vuxna. För en öfversiktsplåt brukar man gärna förstärkningsskärm. Vill man däremot hafva en detaljplåt och särskildt om det gäller lungspetsfälten, bör helst förstärkningsskärm ej användas. Albers Schönberg tillkommer förtjänsten af att hafva utbildat den första tekniken för lungspetsfotograferingen. Hans tillvägagångssätt äfvensom hans tydning af förändringarna i lungspetsarna erkännas än i dag som de mest tillförlitliga.

## F. Den normala bilden af thorax och speciellt lungorna vid Röntgenundersökning.

### 1. Den normala thoraxbilden.

Med den normala thoraxbilden menar man vanligen den bild, som vid sagittalprojektion uppkommer på fluoreseensskärmen eller fotografiplåten. Man ser på denna tvenne symmetriska konformiga fält eller ytor, som innesluta en nästan trekantig, nedtill bred, uppåt afsmalnande skugga, den s. k. *midtelskuggan*. Uppåt och utåt begränsas dessa fält af mjukdels- och skelettskuggor, nedtill af de båda uppåt konvexa konturerna som diaphragmakupolerna bilda. Refbenen afteckna sig vid genomlysning som smala, bågformigt böjda, uppåt konvexa, symmetriskt belägna, mörka band eller stråk, hvilka uppdelade de båda lungfälten i symmetriska kongruenta mindre fält.

Vid fotografering på nära håll och i dorsoventralriktning framträder understundom äfven de främre partierna af refbensbågarna, hvarigenom lungfälten blifva uppdelade i rutor af större och mindre täthet. Refbensbrosken äro under normala förhållanden ej synbara. Hos äldre personer finner man dem ofta förbenade och då synliga ända till sternum. Den nedre refbensraden företer ofta nog på en längd af 6—8 em. en dubbelkontur, som enligt A. Köhler betingas af den s. k. *sulcus costalis*. Tafla V: 1. Nykelbenen afteckna sig som två tydliga kraftiga skuggstråk förlöpande från öfre delen af midtelskuggan utåt och något uppåt mot skulderbladen. Skulderbladen däremot gifva endast svaga skuggor i form af trekant. Stundom fram-



träder spina scapulae med ett tätare stråk i riktning uppåt och utåt. Vill man hafva en tydlig bild af sternum, så måste man genomlysa i sned riktning. Kotpelaren däremot framträder tydligt i hela sitt förlopp i sagittal projektion såsom breda bandartade skuggstråk med sina af intervertebral meniseerna betingande omväxlande ljusare fält. De mjukdelar, som täcka thorax (fett, bindväf och muskler m. m.) gifva sig olika till känna allt efter sin tjocklek. De båda mammarkörtlarna framkalla typiska, halfmånformiga, nedåt konvexa skuggor. En smal, parallelt med öfre klavikularanden förlöpande skugga framkallas af ett hudveek. Starka pektoralismuskler kunna åstadkomma skuggor i lungfälten — särskildt kan nedre och yttre randen af pektoralis major afteekna sig såsom ett tydligt stråk.

Midtelskuggan bildas af kotpelaren, sternum och de i mediastanium belägna organen, hjärtat och de stora blodkärlen.

Den vänstra diaphragmakupolen står normalt något lägre än den högra. Ofta företer högra diaphragmakupolen en oregelbunden vågformig kontur, hvilket likvisst ej får betraktas såsom någonting abnormt.

Under normala förhållanden kan man ej på Röntgenbilden särskilja de olika lungloberna. De ofvanför klavikulan belägna delarna af lungfälten kallas spetsfälten. För undersökning af de nedersta partierna i lungorna fordras spezial inställning af rören, olika allteftersom det gäller den främre eller bakre nedre randen.

Under patologiska tillstånd förändras thoraxbilden, så t. ex. åstadkommer lungphtisen en mera sluttande ställning af reffbenen. Vid emphysen däremot komma reffbenen att intaga en mera horisontal ställning. Refbens-interstitierna blifva större och diaphragma-konturen mera tillplattad och snedställd.

Vid frontalgenomlysning, d. v. s. från sida till sida, få vi två smärre lungfält, ett retrosternalt (Holzknecht) och ett retrokardialt. Det förra ligger ofvanför och framför, det senare bakom och nedanför midtelskuggan. I sned ventrodorsal eller dorsoventral projektion påpekar Holzkecht ett mellersta lungfält, som begränsas af kotpelaren, hjärtskuggan och diaphragma. — Dessa undersökningar i snedprojektion förekomma hufvudsakligen vid sjukdomar i oesophagus och aorta och blifva därför här ej föremål för vidare omnämnande. Visserligen användas för konstaterandet af de intramediastinala lymfkörtlarna (Köhler) dessa sneda projektionsställningar, men vid lungtuberkulos blir dock den sagittala genomlysningen den vanligaste och mest tillförlitliga. I all synnerhet när det gäller strukturdetaljer.

## 2. Den normala lungröntgenbilden jämte några ord om indelningen af de intrathorakala lymfkörtlarna.

Som förut nämndes, använder man vid studiet af lungorna alltid den sagittala projektionen. På grund af lungväfvens lufthalt afteekna sig de mellan reffbenen belägna lungpartierna synnerligen distinkt. Genomlysbarheten af normal lungväf varierar inom vissa gränser och efter vissa faktorer. Sålunda är den beroende på



Röntgenrörens beskaffenhet, hårdhetsgrad och belastning, individens kroppsbyggnad och respirationsmöjligheter m. m. De öfre lungpartierna äga mindre volym och på grund däraf mindre lufthalt och förefalla i allmänhet mörkare än de nedre. — De båda nyckelbensskuggorna afskilja, som ofvan nämnt, från de öfre lungfälten ett triangulärt parti, det s. k. spetsfältet. Detta begränsas således utåt och uppåt af första och andra refbenet, inåt af kotpelaren samt nedåt af klavikulan. Utom spetsfälten har man vid undersökningen af lungorna kommit att egna sin uppmärksamhet åt ett par andra anatomiskt viktiga ställen, nämligen lungportarna, (de båda hili) samt sinus phrenico-costalis och diaphragma. Gifvetvis anmärkes midtelskuggans utseende och storlek.

Vid granskning af en Röntgenplåt från en i respirationspaus i sagittalprojektion fotograferad thorax eller vid genomlysning af thorax under enahanda förhållande finner man att de s. k. lungfälten ej förete en homogen, ren yta, utan i stället ett nätverk af fina, grenformigt uppdelade gröfre och tunnare skuggstråk, hvilka tyckas utbreda sig jämt divergerande från lungfältens mediala mellersta parti. Lungfälten förete således en viss spräcklig, fin, marmorerad struktur, som man benämmer *lungteckningen* eller *lungstrukturen*. Närmast invid lungportarna är denna struktur tydligast och framträder här med tämligen tjocka, grenformigt uppdelade stråk eller skuggor, hvilka man kallar *hilus-skuggorna*. På tekniskt vällyckade plåtar kan man igenkänna dessa stråk t. o. m. igenom refbens- och hjärt-skuggorna. Under tider, då ännu Röntgentekniken ej hade nått någon större utveckling och endast de gröfre, närmast intill hjärtskuggan belägna förgreningarna blefvo synliga på fotografiplåten, kallades dessa skuggor (af v. Criegern) »Begleit-schatten des Herzens». Schellenberg har trott sig kunna framhålla ett särskildt samband mellan dessa tjocka, grenformiga med hjärtskuggan ofta parallella stråk och den ofvan omtalade vågformiga diaphragmakonturen på högra sidan. Nyare forskare (Groedel och Rieder) hafva lämnat benämningen i fråga och inrymma dessa stråk under det gemensamma begreppet hilus-skuggor. Man särskiljer numera i fråga om lungfälten endast hilusskuggorna eller hilusteckningen och den egentliga lungteckningen.

Hilusteckningen är mestadels på högra sidan genom en ljusare zon skild från midtelskuggan och tydligare framträdande än på den vänstra. Den senare döljes delvis af hjärtskuggan. På goda plåtar bör hilusteckningen förete grenskuggor af varierande intensitet. Lungteckningen, som ju endast kan betraktas såsom fortsättning af hilusskuggan, tilltager i finhet mot periferien. — Det torde utan vidare vara klart, att hvarje väfnad eller ämne, som är tyngre än luften, måste afteckna sig genom en skugga på genomlysningsskärmen eller fotografiplåten. Det anatomiska substratet för lung- resp. hilus-teckningen hafva vi således att söka i de väfnader, som äro mera kompakta än själfva lungväfven, d. v. s. broncherna eller blodkärlen. Eluru det skulle kunna synas som en relativt enkel sak att afgöra, hvilkendera af nu nämnda väfnader, som ger upphof till ifrågavarande teckning, så har väl knappast någon fråga inom Röntgenologien åstadkommit större meningskiljaktigheter och strider. Somliga forskare hafva uppträdt för teorien, att det är

uteslutande broncherna, som åstadkomma lungteckningen (Ansperger, Krause, Bech, de la Comp., Schellenberg), andra hålla före, att det är blodkärlen, som betingade densamma (Albers Schönberg, Holz knecht, Rieder, v. Dehn, Fränkel, Colin, Assmann). Båda teoriernas förfäktare äro kända som ärliga och vederhäftiga forskare, och man behöfver endast hänvisa till namnen för att förstå, huru svårlöst denna fråga i själfva verket varit. Närmast sanningen torde i detta fall som i så många andra de komma, som gå en medelväg och som antaga, att både broncher och blodkärl kunna bidra till uppkomsten af lungteckningen (Groedel, Köhler), och särskildt om de undergått några patologiskt anatomiska förändringar. Det är just iakttagelser på sådana förändringar, som mest gifvit stöd åt den sistnämnda medelvägsteorien. Anmärkas bör från ren anatomisk synpunkt, att grupperingen mellan broncher, vener och arterer alltid sker i frontalplanet. Särskildt ofta finner man i 2:dra, 3:dje och 4:de intercostalrummen i närheten af hilus ringformiga skuggor af ända till en ärtas storlek. Dessa ringformiga bildningar uppstå om broncherna träffats tangentiellt. Äfven blodkärl, som på detta sätt träffas af Röntgenstrålarna, kunna gifva upphof till runda välbegränsade fläckar, likvisst utan centrala ljusare fält. Det är särskildt A. Köhler, som sökt gifva ofvannämnda förklaringar till dessa bildningar. För uppkomsten af hilusskuggan få vi äfven räkna med ett tredje substrat, nämligen de i hilus belägna lymfkörtlarna, och antaga att genom en summation af skuggorna från samtliga anatomiska väfnader en förstärkning af hilusteckningen kan åstadkommas.

De i thorax belägna lymfkörtlarna spela i lungdiagnostiken en mycket stor roll. Rent anatomiskt skiljer man enligt förslag af Köhler mellan mediastinala lymfkörtlar, hvilka Röntgenologiskt kunna konstateras i sned projektion, *bronchiala* eller *hiluskörtlar*, som ligga i hilusteckningen och ett stycke utanför midtelskuggan, samt *pulmonala* lymfkörtlar. De senare ligga långt utanför midtelskuggan i själfva lungfälten. A. Rieder har en annan indelning och skiljer emellan tre stora grupper af körtlar, nämligen de *mediastinala*, som ligga i öfre mediastinum och i omedelbar närhet häraf, *hiluskörtlar*, som finnas i hilus och *bronchiala*, sådana körtlar, som ligga i vinklarna af bronchialförgreningen. I »Handbuch der Anatomie», Krause, 1903, omnämnas följande körtlar: *Lymphoglandulae tracheales*, *lymphoglandulae bronchiales* samt *lymphoglandulae pulmonales*. De senare äro på sin höjd linsstora och ligga i stor mängd i lungväfven. *Lymphoglandulae bronchiales*, 20 à 30 till antalet, ligga direkt på broncherna och finnas särskildt anhopade vid tracheans delningsställe. *Lymphoglandulae intercostales* kallas några körtlar 16 à 20 på hvarje sida, som ligga framför rebbenshufvudena och på framsidan af kotkropparna. Vidare omnämnas *lymphoglandulae mediastinales anteriores*, som ligga omedelbart bakom sternalkörtlarna dels framför arcus aortae och *venae anonymae* dels framför pericardiet, samt *posteriores*, hvilka äro belägna längs aorta och oesophagus. Mediastinalkörtlarna sammanhånga med bronchialkörtlarna.

Den allmänast vedertagna indelningen af lymfkörtlarna i brösthålan torde vara den af Sukiennikow föreslagna, se fig. 2. Sukiennikow skiljer emellan *lympho-*

*glandulae tracheo bronchiales superiores et inferiores dx et sin. samt lymphoglandulae bronchopulmonales.* De senare indelas sedermera alltefter ordningen af bronchialgrenar i lymphoglandulae bronchopulmonales *I. II. III. ordinis* samt med hänsyn till främre och bakre grenar i lymphoglandulae bronchopulmonales *I. II. III. ordinis ventrales s. dorsales.*

Den allmänna meningen om lymfkörtlarnas tillgänglighet för Röntgenstrålarna är tills dato den, att de ej äro påvisbara, vare sig vid genomlysning på skärmen

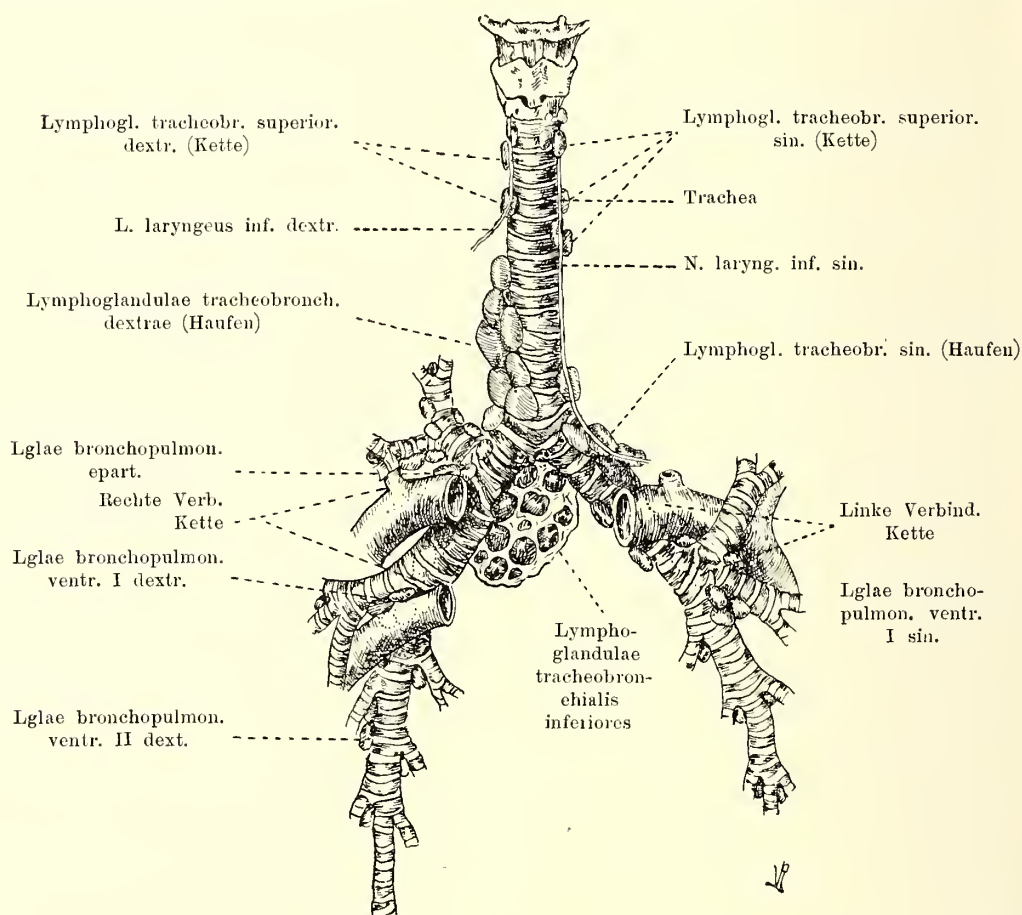


Fig. 2.

Lymfkörtelsystemet längs trachean och broncherna efter Sukiennikow.

eller genom fotografering på plåt. Man antager likvisst, att de i hilus belägna lymfkörtlarna kunna bidraga till att förstärka hilusteckningen. »Die normalen Hilus- und Pulmonaldrüsen sind nach den allgemeinen Ansicht der Autoren nicht sichtbar» skrifer Groedel, och Alexander Lorey instämmer med följande ord: »Dass die normalen intrathorakalen Lymphdrüsen im Röntgenbilde nicht zu sehen sind, darüber herrscht heutzutage wohl vollkommene Uebereinstimmung». — Med förbättrad teknik hoppas man snart att äfven Röntgenografiskt kunna isolera normala lymf-



körtlar. Att en och annan (Krause) redan nu med tekniska finesser lyckats under särskildt gynnsamma förhållanden isolera skuggor af normala lymfkörtlar, bådar godt för framtiden. Gäller det något förstörade och ansvällda körtlar, så ser man redan med vår nuvarande teknik understundom antydan till skuggor. Sålunda skriver Köhler: »An den Partien hellster Lungentransparenz, also vor allem im Mitte und basiswärts der Lungen, treten vergrösserte Lymphdrüsen jeder Art bei tadellosen Röntgenphotogrammen erkennbar hervor» etc. . . . . Så snart man har att göra med tydligt patologiskt-anatomiskt förändrade körtlar, framträda dessa med all önskvärd tydlighet.

Gifvetvis kunna en del egendomligheter och anomalier i mjukdelarna (adipositas, abnormt utvecklade muskler m. m.) äfvensom abnormiteter i själfva thorax (scoliose, Hühnerbrust, Trichterbrust) ärr, bendefekter, förtidig ossifikation af brosken m. m. spela en stor roll för Röntgenbildens resp. plåtens tydlighet.

**G. Röntgenundersökningen af förändrade intrathorakala lymfkörtlar, jämte en hänvisning till de kliniska symptomen vid tuberkulos i dessa körtlar och några historiska data angående särskildt Röntgenstudiet af dem.**

Sedan man börjat använda Röntgeninstrumentet för tuberkulosdiagnostiken, och sedan man funnit sambandet mellan scrofulos och tuberkulos och därjämte konstaterat, att tuberkulosen hos barn först manifesterar sig genom förändringar i lymfkörtlarna, blefvo dessa helt naturligt först och främst föremål för observation och undersökning. På Röntgenogrammet såväl som på genomlysningsskärmen underkastade man därför hilusregionen i första hand en ingående granskning.

v. Behring, Escherich, Hamburger m. fl. hade, som förut nämnt är, gjort ingående undersökningar på tuberkulosinfektionen hos barn och påvisat, att denna infektion börjar redan under tidig ålder. Man höll under en lång tid före, med stöd af patologiskt-anatomiska studier, att infektionen först visade sig genom en ansvällning af de thorakala körtlarna. v. Behring talar om ett infektiöst lymfoidt stadium (se fortsättningen), såsom det primära hos barn. Lungtuberkulosen uppstår enligt v. Behring sedan genom en spridning af det i lymfkörtlarna uppmagasinerade sjukdomsfröet, tuberkelbacillerna. — Då man nu vet, att normala lymfkörtlar, som ofvan påpekat är, ej gifva sig till känna på vare sig genomlysningsskärmen eller Röntgenplåten, så betyder Röntgenologiskt påvisade lymfkörtlar i brösthålan med största sannolikhet en börjande tuberkulosinfektion i människokroppen. Som emellertid äfven vissa infektionssjukdomar understundom kunna gifva upphof till lymfkörtelansvällningar i thorax, kan man gifvetvis dock ej alltid fastslå, att påvisade körtlar i thorax äro af tuberkulöst ursprung. Det var helt naturligt ett synnerligen stort framsteg i tuberkulosdiagnostiken att kunna så att säga rent optiskt påvisa abnormiteter af ifrågavarande slag. Röntgenundersökningen blef så



mycket värdefullare, som den ju för oss möjliggjorde kontroll af sådana lungområden, som förut helt undandragit sig undersökning. »Somit kann in vielen Fällen aus dem Röntgenbefunde mit eben solcher Sicherheit auf das Bestehen einer Tuberkulose geschlossen werden, wie aus typischen Krankheitssymptomen oder aus dem eigenartigen Verlaufe der Krankheit» (Rieder). Påvisandet af ett status lymphaticus i v. Behrings mening kan således blifva ett stöd för tuberkulosdiagnosen. Fördelen af och förtjänsten med Röntgenundersökningen ligger också däri, att denna undersökning lämnar en god öfversikt öfver hela lunggebitet. — Snart kom helt naturligt Röntgenundersökningen att användas för att utröna den tuberkulösa infektionsvägen. I det föregående äro de båda hufvuduppfattningarna beträffande tuberkulosens infektionsvägar omnämnda. — Den ursprungliga och af v. Behring och hans lärjungar, Rieder m. fl., omfattade teorien lär, att tuberkulosinfektion fortskrider från hilus uppåt och utåt mot lungpetsarna. Först här blir den kliniskt påvisbar. — Den andra uppfattningen var den af Parrot, Küss, Gohn, H. Albrecht, E. Albrecht, Hedrén, Hamburger m. fl. företrädde, som höll före, att inträdesstället för den första infektionen fanns i lungan, och att körtelansvällningarna voro sekundära.

De Röntgenologiska förändringarna i hilus betingas således, efter hvad ofvan antydts är, oftast af förändringar i lymfkörtlarna och i samband därmed skeende infiltration af lungväfven i de centrala, närmast hilus belägna partierna.

Under patologiska förhållanden te sig de ifrågavarande lymfkörtlarna såsom rundade eller ovala och aflånga ofta nog skarpt begränsade skuggor. Allt efter den olika tätheten särskiljer man olika patologiskt-anatomiska förändringar i dessa lymfkörtlar. Paul Krause påpekar härom följande: »markig geschwollene grössere Drüsen werden nur dann erkennbar, wenn die umgebenden Lungenpartien durch normalen Luftgehalt eine Abgrenzung ermöglichen. Verkäste Lymphdrüsen heben sich häufig nicht mehr ab, als markig, geschwollene, wenn sie aus reinem tuberkulösem Käse bestehen. Am besten sichtbar werden schiefrig indurierte und vor allem kalkhaltige Lymphdrüsen. Letztere heben sich in vielen Fällen so scharf wie ein Projektil von dem Lungengewebe ab». En annan forskare (Lorey) framhåller följande kännetecken: Lymfkörtelskuggorna framträda minst vid rent mærgigt ansvallda körtlar, starkare vid skifferfärgad bindväfsinduration eller antrakos i körtlarna. Den ostigt nedsmälta körteln absorberar på grund af sin stora halt af chlornatrium och fosforsyrad kalk Röntgenstrålarna i mycket hög grad. Kalkblandade körtlar framträda därför också så distinkt, att man ej kan undgå att observera dem. Den ostiga smältningen såväl som kalkaflagringen sker likvisst ej alltid regelbundet och likformigt, hvilket understundom kan gifva uppslag till en mångfald af fläckiga och spräckliga teckningar. Ofta visa de patologiskt-anatomiskt förändrade körtlarna perifer utlöpare, hvilka åstadkomma stjärnformiga bildningar. Ligga flera körtlar sammanpackade, så kunna de åstadkomma en kompakt i midtelskuggan öfvergående skugga, som utåt markeras genom en oregelbunden och ojämn, med djupare och grundare insänkningar försedd kontur. — Genom talrika iakttagelser är det påvisadt, att patologiskt förändrade väfnader,

resp. lymfkörtlar, ofta och lätt impregneras med kol och damm. Tuberkulösa lymfkörtlar praedisponera således för anthrakos, och strängt taget kan man ej på Röntgenologisk väg skilja mellan tuberkulösa och anthrakotiska körtlar. De senare hafva emellertid aldrig kunnat påvisas hos personer under 15 år.

Sedan vi nu genom Röntgenundersökningen lärt känna den stora betydelse för en tidig tuberkulosdiagnos, som man tillmäter förändringar i de intrathorakala körtlarna, är det på sin plats, att i korthet erinra om *de kliniska symptom*, man förut ansett tyda på dylika förändringar. Helt naturligt voro dessa symptom ganska vaga och obetydliga, innan körtelförändringarna nått en viss utveckling. Som ett misstänkt symptom betraktades *bronchophoni* emellan den första och femte thorakalkotan (d'Espineska symptomet), likaså smärtförmimmelser vid spinalperkussion (Koranyiska symptomet), Guenau de Mossy anser en circumskript dämpning i höjd med den första bröstkotan vara ett värdefullt och pålitligt tecken på ansvällda mediastinala lymfkörtlar. Vidare betraktades kikhostliknande hostanfall under obetydliga respirationsbesvär som suspekta symptom, dämpning öfver manubrium sterni i höjd med andra intercostalrummet likaså, detta senare särskildt, när patienten böjer hufvudet bakåt. Hafva körtelansvällningarna nått en viss storlek, inställa sig tydligare och mera påtagliga symptom såsom *stenos* genom kompression af tranchean och de stora broncherna, stas genom tryck på vena cava superior, samt trycksymptom från nervus vagus recurrens. Förstorade lymfkörtlar i supraclaviculargroparna stärka misstanken på intrathorakala lymfkörtelåkommor. För att vara tillgängliga för perkussion och eventuellt auskultation anser Skoda, att lymfkörtelpaketen böra äga åtminstone ett hönsäggs storlek och icke ligga mer än c:a 4 cm. från kroppsytan.

Några *historiska data* beträffande studiet af de intrathorakala lymfkörtlarna äro ej utan intresse och förtjäna därför i korthet en erinran. År 1780 utkom ett arbete af Lalouette »*Traité des schrofules*» i hvilket han på ett synnerligen förtjänstfullt sätt redogör för bronchialkörteltuberkulosens patologiska anatomi och symptomatologi. Han påpekade redan då, att ifrågavarande lymfkörtlar under patologiska förändringar kunde nå sin tre-fyrdubbla storlek samt antingen sönderfalla i smältning eller öfvergå i kalkvandling. Bronchialkörtlarna voro de oftast angripna. — Af närmast följande arbeten förtjäna särskildt nämnas Leblond 1824: »*Sur une espèce de phtisi particuliere aux enfans*» (Dissert.). Becker 1826: »*De glandulis thoracis lymphatis atque Thymo specimen pathologicum*». Bland senare författare må anföras: Barthez, Rilliet, Cruveilhier, Rocitansky, Buhl och Virchow. Trenne arbeten på hithörande område af särskildt stort värde äro: »*Erkrankungen der Bronchialdrüsen*» af Widerhofer (Gerhardts Handbuch der Kinderkrankheiten), »*Erkrankungen des Mediastinums*» af F. A. Hoffman (Nothnagels Spez. Pathologie und Therapie) samt »*Tuberkulose der Bronchialdrüsen*» af Heubner »*Lehrbuch der Kinderheilkunde*».

Rosenfeld var den förste, som framlade en Röntgenbild af lymfkörtlar i me-

diastium (»Die Diagnostik inneren Krankheiten mittels Röntgenstrahlen». Wiesbaden 1897).

I »Bulletin de l'Academie de medicine» 1897 finnas beskrifna resultat af Kelsch och Boïnons Röntgenoskopiska undersökningar å 124 patienter, som intagits å sjukhus för icke tuberkulösa sjukdomar. I 73 fall voro resultaten negativa, 51 positiva, af dessa 18 gånger dubbelsidigt. Bèclère har i ett par arbeten »Les rayons de Röntgen et le Diagnostic de la Tuberculose». 1899 och »Les Rayons de Röntgen et le Diagnostic des affections thoraciques» 1901 framlagt sina åsikter om Röntgenundersökningens värde vid lymfkörteltuberkulos i brösthålan. Den typiska bilden af förstörade lymfkörtlar visar sig i en oregelbunden, guirlandartad skugga, där de enskilda konturerna framträda med halfrunda, bågformiga figurer. Förekalkade och skleroserade körtlar gifva djupare skugga än nybildningar.

Sambandet mellan adenoida vegetationer och lymfkörtelansvällningar i brösthålan hos barn har påvisats af MIGNON 1900. Körtelansvällningarna gifva sig till känna antingen genom en suddighet af hilusteckningen eller tätare fläckar i andra och tredje refbensinterstitiet. Dylika skuggor påträffades äfven vid läkt tuberkulos med kalkvandling i körtlarna. Mignon anser, att förändringarna i lymfkörtlarna så godt som alltid betyda tuberkulos.

Ett af de första och mera uttömmande arbetena om Röntgenundersökningen af de tracheo-bronchiala lymfkörtelsjukdomarna utgafs 1901 af italienaren Marco-Sciallero »Il reputo radioscopico nelle adenopatie tracheo-bronchiali». Bolletino della R. Accademia Medica di Genova. Anno XVI Num. III. Sciallero påpekar först otillförlitligheten hos alla de kliniska symptom, som man förr velat tillmäta värde för diagnosen af lymfkörteltuberkulosen i brösthålan, häftiga hostanfall, cirkulationsrubbingar, kväfningsanfall, asthmatiske besvär, förlamning af stämbanden m. fl. och understryker i stället den stora nytta och betydelse som Röntgenoskopien, resp. Röntgenografien, för detta ändamål äga. — Karakteristiskt för lymfkörtelansvällningarna skulle vara tämligen täta under respirationen oföränderliga, ovala eller rundade skuggor med orörliga konturer, liggande intill den tätare kärl- och hjärtskuggan. — Körtelskuggans kontur förefaller sammansatt af skifvor med olika täthet, den följer ej med lungans respirationsrörelser. Körtelskuggan klarnar ej till äfven vid djupaste respiration, men understundom skönjes i stället då transparanta partier inskjutna djupare i densamma. Från aortadilatation eller aneurysma skiljer sig ifrågavarande körtelskugga därigenom, att de förra äro betydligt tätare och äga pulserande konturer. Det mest karakteristiska beträffande dessa lymfkörtelansvällningar skulle emellertid bestå däri, att det i sned projektion framifrån från höger åt vänster under normala förhållanden transparanta fältet mellan kotpelaren bakåt samt aorta och hjärtat framtill under och genom ifrågavarande förändringar utfylles af oregelbundna, ovala eller runda skuggor af större och mindre täthet.

I ett år 1901 utgifvet arbete af Kraft »Die Röntgenuntersuchung der Brustorgane», häfdas än mer nyttan af Röntgenundersökningen vid bronchialkörteltu-



berkulos. Kraft kunde påvisa redan tämligen obetydliga körtelkonturer mot den i öfrigt klart transparanta lungbilden. I misstänkta fall, där perkussion och auskultation lämna undersökaren i sticket, kunde sådana skuggbildningar styrka miss-tanken och t. o. m. fälla ett positivt utslag.

Holz knecht, som i sitt arbete »Die Röntgenologische Diagnostik der Erkrankungen der Brusteingeweide» 1901 egnar ifrågavarande spörsmål sitt intresse, framhåller bland annat från rent differentialdiagnostisk synpunkt, att de icke tumör-artade, förstörade mediastinala och bronchiala körtlarna lämna mellan sig och midtelskuggan ett ljust stråk, som betingas af lufthaltig lunga, under det att körtel-skuggor, som bero på tumör eller tumörmetastaser, mestadels omedelbart fortsätta i eller sammanhänga med midtelskuggan. För bronchialkörtelansvällningar på tuberkulös grund skulle vidare »baumartig verzweigte Kettenbildungen» i lungväfven vara betecknande.

År 1903 påvisa både RIEDER och GOCHT (zur Diagnose den chronischen Lungentuberkulose durch das radiologische Verfahren. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen 1903, resp. Handbuch der Röntgenlehre), att man Röntgenologiskt kan diagnosticera ansvällda lymfkörtlar i brösthålan. Samma år framlägger amerikanaren WILLIAMS snarlika resultat, vunna vid Röntgenundersökningar på lungor i sin lärobok »The Röntgen Rays in Medicine and Surgery». Det förtjänar anmärkas, att Williams gaf Röntgenoskopien företräde framför Röntgenografin. Följande år (1904) ökas erfarenheten dels genom de la Camp's undersökningar, dels genom ett arbete af Hickey »The interpretation of Radiographs of the Chest». Transactions of the American Röntgen Ray Society. I Zeitschrift für ärztliche Fortbildung 1905 offentliggör F. Kraus sina erfarenheter på ifrågavarande område i en artikel »Die Erkennung der Tuberkulose (mit vorwiegender Berücksichtigung der Frühdiagnose) och understryker entusiastiskt Röntgenologiens nytta för dessa undersökningar. »Die Bronchialdrüsenschatten gehören zu den gesicherten radiologischen Hauptbefunden bei der Früh-tuberkulose . . . Ich habe mich überzeugt, dass man von diesen ausgehend die Ausbreitung fleckiger Schattendifferenzen also z. B. Infiltrate, radienformig nachweisen kann. Bei skrofulösen Kindern erkennt man, ohne sonstige Symptome von seiten der Bronchien, die vergrößerten Hilusdrüsen.» I likhet med Williams ger han vid dessa undersökningar företräde åt genomlysningen. De la Camp återkom år 1906 med ett nytt arbete i lithörande ting »Die klinische Diagnose der Vergrößerung intrathorakaler Lymphdrüsen», i hvilket han bland annat framhåller, att man Röntgenologiskt erhåller de säkraste och talrikaste tecknen på förändringar i de intrathorakala körtlarna, innan förstoringen ännu hunnit blifva alltför afsevärd. De la Camp hänvisar till de differentialdiagnostiska svårigheterna beträffande thymus, ossifikation i broncherna, rachitiska förändringar i refbensbröskgränserna m. m.

Dr Alban Köhlers arbete 1906 »Zur Röntgendiagnostik der kindlichen Lungen-drüsentuberkulose» kan man med fog tillmäta klassiskt och fundamentalt värde. Det förtjänar därför ett mera ingående omnämmande. Köhlers iakttagelser och rön



citeras ofta och anföras såsom de mest vederhäftiga på ifrågavarande område än i dag. Köhler påpekar »dass für die Röntgenuntersuchung überhaupt diejenigen Fällen am günstigsten liegen, bei welchen bereits Verkalkung der intrathorakalen Drüsen eingetreten ist, denn der Absorptionskoeffizient der Kalkmasse für Röntgenstrahlen ist im Gegensatz zu dem niedrigen Absorptionskoeffizienten lufthaltigen Lungengewebes ein derart hoher, dass hier die augenfälligsten Kontraste sowohl am Schirm als auf der Platte entstehen müssen». — Till en början undersökte Alban Köhler hufvudsakligen barn, som, enligt uppgift af deras resp. husläkare, mellan 4:de och 10:de året säkert hade genomgått en skrofulös sjukdom, och han fann hos dessa i de klaraste lungpartierna runda ärt- till hasselnötstora bildningar af många gånger samma intensiva skugga, som man eljest endast ser vid metalliska, främmande kroppar. Dessa skuggfläckar pläga i allmänhet på Röntgenogrammet vara anordnade i form af en oval krans, hvars längdaxel kan tänkas sammanfalla med vänstra randen af kotpelarskuggan. Författaren anmärker som en egendomlighet för dessa Röntgenogram, att de flesta patologiska skuggor, som kunna tydas som körtlar, ligga på ett relativt stort afstånd från midtelskuggan, och han var först i tvifvelsmål, huruvida det verkligen gällde tuberkulösa körtlar eller om det möjligen vore ostvandlade bronchitiska härdar. Med stöd af anatomen Cruveilhier's påstående, att pulmonalkörtlar påträffas ända in till bronchialförgreningarna af 4:de ordningen, antager också Alban Köhler, att ofvannämnda skuggor härröra från lymfkörtlar. Han anser vidare, att utom dessa pulmonala det äfven finnes mer centralt belägna körtlar, s. k. mediastinalkörtlar, hvilka samtidigt med bronchialkörtlarna blifva infekterade, men att dessa skuggor vid sagittal genomlysning och fotografering döljas af kotpelaren och aortabågen. Däremot komma skuggorna af bronchialkörtlar af 1:sta ordningen att ligga omedelbart utanför randen af midtelskuggan, men där likvisst många gånger döljas af de täta skuggor, som bildas af kärl och stambroncher. Tillsammans bilda dessa den s. k. hilusteckningen. De förkalkade utläkta lungkörtlarna gifva alltså de bäst utdifferenterade bilderna. Piltz (Inaug. Diss. Warburg 1911) påstår sig vid djurexperiment ej hafva kunnat påvisa körtlar förr än de varit kalkvandlade. Beträffande de icke förkalkade körtlarnas Röntgenologiska differentiering skrifver Alban Köhler, att den kemiska sammansättningen och halten af oorganiska beståndsdelar härvidlag bör kunna spela en betydande roll. Köhler stödjer sig i denna sin uppfattning på följande arbete: Ott: Die chemische Pathologie der Tuberkulose. Berlin 1903; C. W. Schmidt: Ueber unorganische Bestandteile des Lungengewebes und der Bronchialdrüsen. Diss. Freiburg 1865; Schmoll: Ueber die chemische Zusammensetzung von tuberkulösen Käse. Deutsches Archiv f. klin. Medizin. Bd. 81. 1904. En af dessa undersökningar lämnar följande resultat: »Bei der Untersuchung auf unorganische Bestandteile konnte in Salzsäureauszug eine ziemlich grosse Menge von Kalk und etwas Phosphorsäure nachgewiesen werden». Därjämte framgår det med all tydlighet, att de ostigt smälta körtlarna gifva en mörkare skugga å Röntgenbilden än de enbart hypotrofiska och indurerade körtlarna. Alban Köhler skrifver: »Die am weitesten

lateralgelegene verkästen Drüsen müssen einen von den dort hellsten Lungentransparenz am meisten abstechenden Schatten werfen, sie können, wenigstens auf den Platte, nicht übersehen werden. Die mehr medialplazierten Glandulae, die zum grössten Teil in den dichtesten Wirrwarr der Gefäss- und Bronchialzeichnung fallen, treten weniger eklatant hervor und müssen mitunter im Bilde erst gesucht werden. Es bedarf zuweilen in den Fällen, wo hilusferne Drüsen nicht beteiligt sind, recht genauer und wiederholter Studien der betreffenden Platten und Vergleiche mit zweifellos normalen Röntgenogrammen, um eine sichere Auskunft geben zu können». För att mera i detalj kunna afgöra skillnaden mellan indurerade och ostigt nedsmälta körtlar förutsättes synnerligen goda Röntgenfotografier, och en och annan gång skall det därför kunna lyckas att utdifferentiera dessa. Härom skriver Köhler: »Eine indurierte Drüse mag einen kleineren homogenen Schatten abgeben, während die verkäste Drüse infolge des Umstandes, dass selten die ganze Drüse eine gleichmässige Käsermasse ist, einen mehr fleckigen Schattenriss produziere. Som en mycket viktig fråga framhålles, huruvida tuberkulösa, men ännu icke förändrade (unverkäste) lymfkörtlar i thorax öfverhufvud taget kunna påvisas af Röntgenstrålar. Köhler ansluter sig till den förut nämnda uppfattningen, som de flesta Röntgenologer hysa, nämligen *att normala hilus- och pulmonalkörtlar hos barn icke Röntgenografiskt kunna påvisas*. Vid en begynnande tuberkelruption i en lymfkörtel sväller denna först an och förstorar sig till omkring det fyrdubbla. Den mjuka, lymfoida väfnaden hos sådana körtlar bildar ett obetydligt hinder för Röntgenstrålarna, och Alban Köhler har experimentelt visat, att dylika körtlar endast obetydligt gifva sig till känna. En till det dubbla förstorad körtel kan emellertid gifva sig till känna genom en skugga, *om blott denna icke sammanfaller med skuggor af närliggande tätare väfnader*. I midten och mot basen af lungan framträder således förstorade körtlar af hvarje slag på en god Röntgenfotografi, men ju närmare hilus de ligga, desto mer döljas de af skuggor från broncher och blodkärl. Naturligtvis måste dylika körtelskuggor ändå, som ofvan nämnt är, bidraga till att förstärka den normala hilusteckningen. Gynnsammast framträda tydligtvis sådana fall på en Röntgenplåt, där man har ansvällning icke blott af enstaka körtlar, utan af hela körtelpaket. Alban Köhler håller före, att det är för lymfkörtlarnas Röntgenografiska påvisande fördelaktigast, om dessa hafva uppnått en storlek af ungefär en valnöt, emedan just sådana körtelansvällningar ej kunna påvisas vare sig med perkussion eller auskultation. Han påpekar också en speciell form af tuberkulos, som karakteriseras genom en mycket obetydlig tendens till smältning, hvarför den i mångt och mycket påminner om en tumör, då den dessutom äger en viss fast konsistens och en viss benägenhet till fibrös omvandling. Denna form af tuberkulos påvisas mycket lätt å Röntgen, men är många gånger svår att differentialdiagnosticera från mediastinaltumörer och aneurysmer. (S. Askanazy har i Zeitschr. f. klin. Medizin 1897 beskrifvit ifrågavarande form af tuberkulos i en uppsats, som han kallar »Ueber tumorartiges Auftreten der Tuberkulose»). Dessa »lymfkörteltumörer» kunna många gånger endast påvisas i sned genomlysning, sär-

skildt, om de sitta midt i mediastinum, en sak som emellertid ytterst sällan förekommer. Heubner påpekar i sin »Lehrbuch der Kinderheilkunde» 1906 i detta sammanhang, att man ofta hos barn kan finna endast bronchialkörtlarna sjuka utan att kunna påvisa tuberkulos i mediastinalkörtlarna. Differentialdiagnostiskt är vidare att anmärka, att de icke tumörartade körtlarna röra sig vid andning, såvida icke sammanväxningar redan inträddt. Särskildt i de nedre laterala partierna framträder denna rörelse starkast. Då det är fråga om tumörer finner man däremot rörelserna synkrona med sväljningsakten, hvilka rörelser kunna genom tillbakaläggande af hufvudet ytterligare stegras.

Efter Alban Köhler hafva en mängd andra forskare sysselsatt sig med hörande studier. Alexander Lorey, en af nutidens förnämsta Röntgenologer, skriver: »Da sich aber die Veränderungen in der Hilusgegend der physikalischen Untersuchung entziehen, ist nur das Röntgenbild ein unentbehrliches Hilfsmittel bei der Untersuchung auf beginnende Lungentuberkulose». I stort sett finna vi hos senare tidens forskare samma uppfattning angående körteltuberkulosen hos barn uttalad, som den Köhler framlagt.

I en afhandling »Ein weiterer Beitrag zu Hilustuberkulose des Kindes in Röntgenbild» (Wiener Klin. Wochenschrift 1913) skrifer Sluka: »In den ersten zwei Lebensjahren, wo der primäre Lungenherd am meisten hervortritt, war das Röntgenbild der Hilustuberkulose nie zu finden. Masern und Keuchhusten in erster Linie lösen die Hilusdrüsentuberkulose aus, wodurch die latente Tuberkulose wieder activ wird. Die Hilustuberkulose liegt in  $\frac{2}{3}$  der Fälle recht, und ist durch minutiöse Perkussion auf der Vorderfläche des Thorax eventuell diagnostizierbar».

NEUHAUS (Beitrag zur Röntgendiagnostik der kindlichen Bronchialdrüsentuberkulose. Fortschr. a. d. Geb. d. R-strahlen. Bd. 20. Heft 1.) framhåller att, om man har positiv anamnes och positiv Pirquet samt vid upprepade undersökningar finner tydliga skuggor i hilus, diagnosen lungkörteltuberkulos kan vara väl motiverad.

I en bjert kontrast till samtliga förutnämnda forskares entusiastiska uttalanden om Röntgendiagnostikens värde vid lungkörteltuberkulos framstår följande Engels påstående: »dass die Röntgenologische Bronchialdrüsendiagnostik bei der gewöhnlichen sagittalen Strahlenrichtung, ausserordentlich wenig Aussichten hat», och han varnar på det bestämdaste att taga Röntgendiagnostiken vid Bronchialkörteltuberkulos för lättvindigt.

## **H. Röntgenforskningen af tidiga tuberkulösa förändringar i lungorna och den på Röntgenundersökning grundade uppfattningen om tuberkulosens uppkomst och spridning.**

H. Rieder uttalade sig om Röntgenologiens betydelse för studiet af tuberkulosens inträde och utveckling i människokroppen med följande förut citerade ord: »Die Versuche, mit Hilfe des Röntgenverfahrens — ähnlich wir durch pathologisch-



anatomische Untersuchungen — die Infektionswege, d. h. die Wege der Lymphogenen Infektion und die allmähliche Ausbreitung der Tuberkulose in der menschlichen Lunge zu studieren, sind nicht ohne Erfolg geblieben. Diese Forschungen sind deshalb so aussichtsreich, weil die Röntgenuntersuchung eine vorzügliche Uebersicht über das gesamte Lungengebiet gewährt und ausserdem auch wenig vorgeschrittene Veränderungen dieses Organes aufdeckt, so dass bei genauer Betrachtung derselben mit ziemlicher Sicherheit ein Rückschluss auf den Sitz des primären Tuberkuloseherdes gemacht werden kann», och fortsätter i detta sammanhang »Bei Kindern, die an Lungentuberkulose erkrankt sind, können dieselben Röntgenbefunde erhoben werden wie bei Erwachsenen. Bei beiden kann genau derselbe Infektionsvorgang sich abspielen, nur dass bei Kindern der Prozess länger oder sogar ständig auf das lymphoide Stadium (Bronchialdrüsenerkrankung) beschränkt bleibt. Der Nachweis eines sogenannten Status lymphaticus (Lymphatismus) kann also häufig die Diagnose »Tuberkulose« unterstützen. — Die Verbreitung der tuberkulösen Erkrankung bzw. das Wiederaufflammen der in der Kindheit erworbenen Tuberkulose erfolgt, wie die Röntgenologischen Untersuchungen beweisen, nicht bloss bei Kindern, sondern auch bei Erwachsenen von Hilus aus — nicht von der Lungenspitze aus, wie man früher allgemein angenommen hat. Die Weiterverbreitung derselben findet sehr oft doppelseitig, im Verlauf der drei grossen Hilusverzweigungen statt, und zwar meist den oberen, weniger oft den mittleren, selten den unteren Ästen entlang. Ist die eine Lunge früher oder später befallen als die andere, so ist der Beginn der Erkrankung am Hilus der einen Lunge besonders deutlich ersichtlich, weil der anderen (»gesunden«) Lunge ein Gutes Vergleichsobjekt bildet. Die Infektion schreitet meistens von Hilus aus gegen die Spitze fort. Erst hier, an der kephalen Lungengrenze, breitet sie sich weiter aus; erst hier gelingt, wenigstens in der Regel, ihr klinischer Nachweis.»

Rieder betonar särskildt, att diagnosen »Bronchialkörteltuberkulos« endast får sättas, om de tracheobronchiala körtlarna äro skarpt och tydligt framträdande och väl afgränsade från sin omgifning. (F. v. Müller har (Zeitschrift für ärztliche Fortbildung, 1912 N:r 14) äfven påvisat stora, kompakta, rundade, af körtelpaket betingade hilusskuggor i fall af tuberkulos kombinerad med astma.)

Hos barn har tuberkulosen, menar Rieder, endast en ringa benägenhet att sprida sig från bronchialkörtlarna till lungorna, hos vuxna däremot skall man sällan kunna påvisa körteltuberkulos utan att samtidigt finna tuberkulösa förändringar i lungväfven. Skuggbildningar i och omkring hilus kunna emellertid vara betingade af annat än körtlar. Från hilus kan en spridning genom lymfbankarna eller omkring dessa äga rum af tuberkelvirus och gifva upphof till nya härdar. Spridningen kan äga rum direkt per continuitatem om en körtelkapsel genombrytes. Starkare markerade skuggsträngar i närheten af hilus och vanligast med en riktning uppåt och utåt mot skulderbladen är en vanlig företeelse, beroende på perivaskulära och peribronchitiska inflammationer, hvilka så småningom öfvergå i ostig smältning.



De uppkomma sannolikt genom lymfstas och äro ursprungligen att betrakta såsom en tuberkulös lymfangit.

Först sedan tuberkulosen börjar sprida sig från de bronchiala lymfkörtlarna till öfriga delar af lungan blir den kliniskt påvisbar. Schüt var en af de första, som påpekade tuberkulosens spridning från hilus till de öfre delarna af lungorna, i det att han framlade Röntgenbilder, där man såg hilusförändringar och uppåt mot spetsarna förlöpande, grenformigt uppdelade stråk af större och mindre täthet och tjocklek likvisst utan några som helst förändringar i spetsfälten. Beträffande sambandet mellan hilustuberkulos och spetstuberkulos påpekar Klewitz, att man oftare finner hilustuberkulos utan samtidig tuberkulos i spetsarna, än spetstuberkulos utan hilustuberkulos, och SCHELLENBERG påstår sig hafva funnit många fall af spetstuberkulos utan hilustuberkulos (Beitr. z. Klin. d. Tuberk. Bd. 3. N:o 2). Köhler framhåller, att spetsarna ofta äro fullkomligt fria från tuberkulos vid en uttalad hilustuberkulos. »Bei weiterem Fortschreiten des tuberkulösen Prozesses in der Lunge schliessen sich an die eben beschriebenen Gewebesveränderungen tuberkulöse bzw. käsige Infiltrationen in den medianen Partien der Oberlappen an, auf welche häufig erst später die eigentliche Lungenspitzenenerkrankung folgt» (Rieder). Äfven om nu den tuberkulösa processen från hilus med förkärlek väljer den öfre vägen mot lungspetsen, så kan den dock sprida sig radiärt från hilus till alla delar af lungan. Detta ger sig till känna på Röntgenplåten genom ett starkare framträdande af lungteckningen, d. v. s. genom trädgrensliknande, täta, ojämnt tjocka stråk åt alla håll. Ifrågavarande stråk eller strängar kunna understundom vara besatta med större eller mindre knottor.

Såsom ett prædilektionsställe för tuberkuloslokalisationen i lungorna, sedan en spridning från hiluskörtlarna börjat äga rum, har man velat, som förut nämnt är, betrakta det omedelbart nedanför klaviculan intill kärlskuggan beläget fältet af öfre loben. Denna intraklavikulära trekant, som särskildt af Rieder, Hoffmann och Schüt betraktas såsom prædisponerad för tuberkulos, kan mången gång vara angripen, innan man ännu kan finna några förändringar i motsvarande lungspets. — Så småningom kunna emellertid äfven sådana inställa sig. Sedan tuberkulosen börjat sprida sig till öfriga delar af lungorna, finner man å Röntgenplåten fläckiga grumlingar, hvilka efter hand kunna sammansmälta med ostvandlade körtlar för att till sist öfvergå i mera kompakta skuggor. Lorey anmärker i samband med att han beskriver uppkomsten af dylika förändringar, att uttalade fläckiga grumlingar af lungfälten i större och mindre utsträckning jämte abnormt starka hilusskuggor hos barn äfven kunna framkomma vid kapilarbronchit och broncho-pneumonier, liksom äfven vid mässlingspneumonier. Skuggor, som uppkomma vid gränsen mellan refben och refbensbrosk hos rachitiska barn, böra noga observeras (den rachitiska rosenkransen). Vid kronisk bronchit och bronchiestasier, anmärker vidare Lorey, kunna varfyllda broncher gifva upphof till förtätade grenformiga bildningar. Stas i lungkretsloppet kan understundom framkalla samma Röntgenbild.

Sedan gammalt hade man emellertid hållit före, att *lungspetsarna* i allmänhet

först blefvo sätte för den tuberkulösa processen, och det var därför också ganska förklarligt, att man i första hand inriktade sin uppmärksamhet på dessa, då Röntgeninstrumentet började användas i tuberkulosdiagnostiken. Albers Schönberg tillkommer, som ofvan nämnt, äran att först hafva påvisat en praktisk teknisk metod för rationell undersökning af lungspetsarna. Hans tydning af de Röntgenologiska fynden fasthåller man än i dag. Beträffande tillförlitligheten af Röntgenundersökningen af lungspetsarna skriver Alexander Lorey: »Die Aufnahme auf der photographischen Platte steht der Perkussion ebenbürtig zur Seite, indem alle Veränderungen die durch Perkussion nachzuweisen sind, auch auf der photographischen Platte zum Ausdruck komme, ja sie leistet zuweilen noch mehr, indem Herdchen, die wegen ihrer zentralen Lage oder wegen ihrer Kleinheit sich der Perkussion entziehen, röntgenographisch noch dastellbar sind».

De af Albers Schönberg konstaterade patologiska förändringarna i samband med Röntgenfynden återgifvas i följande punkter:

1) »Kommt die ausgesprochene diffuse Trübung einer oder beider Spitzen in Betracht. Während wir normalerweise auf der Platte die Spitzen als schwarze Gebilde mit darin enthaltenen weissen Gefässen zu sehen gewöhnt sind, verschwinden bei der diffusen Trübung die Gefässschatten vollkommen. Klinisch entspricht dieser Trüben eine ausgesprochene Dämpfung.»

2) »Die Trübung erstreckt sich nur auf das obere Drittel der Lungenspitzen und schneidet nach unten liniär ab, so dass noch ein Theil des Apex mit Gefässschatten sichtbar ist. Man vergleicht am besten das Bild mit einer halb heruntergelassenen Gardine. Der Befund entspricht genau einem dem pathologischen Anatomen bekannten Infiltrationsprozess, welcher nach unten liniär begrenzt ist. Auch hier dürfte perkutorisch eine Dämpfung zu erwarten sein.»

3) »Finden sich herdartige Flecken von verschiedener Grösse, welche wolkenartig einen mehr oder weniger dichten Charakter zeigen und oft konfluierend in den dunklen Spitzenfeldern liegen. Perkutorisch ist hier eine Schallverkürzung zu erwarten. Das anatomische Substrat für diese Flecken können sowohl Herde wie ausgeheilte Prozesse, Schwielenbildung und dergleichen sein.»

4) »Beobachtet man i der Lungenspitze runde, etwa linsengrosse, dicht aneinander liegende, aber nicht konfluierende Herde, die wohl am besten anatomisch als peribronchitische Herde aufzufassen sind. Sie sind ungemein charakteristisch und unterscheiden sich deutlich von den unter 3. § genannten Flecken. Perkutorisch wird man je nach ihren Sitze Schallverkürzung oder Dämpfung haben.»

5) »Finden wir in Streifen angeordnete Trübungen, die vielleicht als Stränge, Schwielen oder Adhäsionen zu deuten sind.»

6) »Werden Kavernen, wenn sie mit Luft gefüllt sind, auch in den Spitzen deutlich sichtbar.»

7) »Sind die Kalkherde in den Lungenspitzen zu erwähnen. Sie liegen bisweilen im scheinbar völlig gesunden Gewebe, oft heben sie sich aus der allgemein getrüben Lungenspitze hervor.»

8) »Beobachtet man einen feinen, etwa 2 m. m. breiten weissen Saum, welcher der unteren Kante der zweiten Rippe anliegt. Die Deutung dieses Schattens ist schwierig. Am wahrscheinlichsten ist die Annahme, dass man es in solchen Fällen mit einem Tiefstand der Lungenspitzen zu thun hat. Der scharfrandig konturierte Saum würde dann als Bedeckung der obersten Partien der Lungenspitzen anzusehen sein. Tritt dieser Schatten einseitig bei Patienten, welche der Lungenspitzentuberkulose verdächtig sind, auf, so ist ihm eine diagnostische Bedeutung bezüglich Tiefstandes der Lungenspitzen beizumessen. Findet er sich, wie sehr häufig, doppelseitig bei sicher lungengesunden Menschen, so kann man ihm keine pathologische Bedeutung zusprechen, muss vielmehr annehmen, dass bei diesen Personen die Lungenspitzen tiefer als gewöhnlich stehen.»

Hvad ytterligare Röntgendiagnosen i fråga om lungspets tuberkulosen beträffar så hafva på senare åren en mängd kritiska forskare såsom Adam, Ansprenger, Bouchard, Gardnier, Köhler, Rieder, Sehlenberg m. fl. påpekat, att man kan Röntgenologiskt påvisa förändringar, som med öfriga diagnostiska hjälpmedel undandraga sig vår uppmärksamhet.

En fråga som, när det gäller lungspetsarna, ovillkorligen tränger sig fram, är den, om de båda lungspetsarna under normala förhållanden äro fullt lika beträffande klarhet och utsträckning. Somliga auktorer (Williams) påstå, att den högra spetsen är mörkare än den vänstra, hvilket förnekas af andra (bl. a. Holzknecht). Angående värdet af det s. k. Williamska symptomet, d. v. s. den förlångsammade rörelsen å diaphragma på den sjuka sidan, äro meningarna mycket delade. Så fann Albers Schönberg symptomet i  $\frac{1}{3}$  af sina fall, Krause i hälften, Assmann sällan, Köhler knappt någon gång. Ansprenger, Wenkebach och Doban tillmätta symptomet värde. Klewitz ansluter sig till Köhler i fråga om värdesättningen af detsamma. BITTORF har (1911) påvisat, att en sjuk lungspets senare klarnar upp under inspiration än en frisk, (Ueber ungleichseitiges Aufleuchten der Lungenspitzen in Röntgenbilde), och Kreuzfuchs har året efter som ett differentialdiagnosticum framhållit, att den sjuka lungspetsen äfven efter hosta ej tillräckligt eller i samma grad som den friska får den normala genomlysbarheten. En annan forskare (HULST) har fäst uppmärksamheten vid ett annat fenomen beträffande lungspetsarna. Han påvisar nämligen, att lungspetsarna under en hoststöt utvidgas »medianwärts» samt att denna utvidgning kan uppgå ända till 1 cm. — samtidigt afsmalnar trachean. Om en lungspets är tuberkulöst förändrad, upphör denna utvidgning.

Den af Albers Schönberg i punkt 8 beskrifna »Begleitsaum» förklaras äfven af Assmann härröra från lungspetsarnas öfre mjukdelsbegränsning. Under skrumplingsprocesser i en lungspets kan ofvannämnda skugga få större bredd. Följande omständigheter kunna åstadkomma, att en frisk lungspets synes dunklare än normalt, förändringar i integumentet t. ex. skleroderni, stark ökning af den subkutana bindväfven, förstörade, ostigt smälta, indurerade eller förkalkade lymfkörtlar i fossae supraclaviculares, starkt utvecklad muskulatur, sammanfallande skuggor af klaviculan och första refbenet. Slutligen ha Hürtner (Verdichtungen im Lungengewebe, vor-



getäuscht durch Niederschläge nach Jodipininjektionen) och Dahlhaus (Jodipinveränderungen Z. schr. für Röntg. K. 1911 XIII) påvisat, att efter jodipininjektioner under flera år circumskripta skuggor kunna kvarstå och simulera förtätningen i lungorna. Äfven struma och andra tumörer i halstrakten kunna understundom gifva anledning till förväxlingar med lungspetsförtätningar, och Rieder framhåller såsom anmärkningsvärdt följande: »dass sich mitunter auch in der normalen Lungenspitze auf scharfen kontrastreichen Bildern namentlich zarter, magerer Personen durch feinste Hilusverzweigungen bedingte Schattenstreifen Nachweis lassen. Finden sich aber solche Verzweigungen auffallend stark im Gebiete des Spitzenfeldes ausgeprägt, so muss dieser Befund ebenso wie in anderen Lungengebieten den Verdacht auf beginnende pathologische d. h. peribronchitische Veränderungen erwecken namentlich wenn streckenweise stärkere Verdickungen an den Hilusverzweigungen sich nachweisen lassen. — Freund och Groedel anmärka i likhet med förut nämnda, att äfven för tidig förbening af refbensbrosken kunna gifva anledning till misstag i fråga om förändringar i lungorna (Der röntgenolog. Nachweis der Rippenknorpelverknöcherung M. m. W. 1908. Ueber einige Fortsch. a. d. Geb. Röntgenuntersuch. d. Lungenspitzen. B. kl. W. 1908 samt Ueber Lungenspitzenaufnahmen. Die Bedeutung d. R-strahlen f. d. Differentialdiagn. int. Krankheit. Zeitschr. f. Röntg. K. X). Ett förhållande, som ännu en gång förtjänar anmärkas i samband med Röntgenundersökningen af lungor för tuberkulos, är de påfallande smalare refbensinterstitierna, som man ser öfver den sjuka lungan. Samtliga forskare på detta område mana till största försiktighet, när det gäller att värdera lungspetsförändringar.

I »Beiträge zur Klinik der Tuberkulose 1913 Bd. 26 Heft 2. framlägger G. Simon på sista tiden sina erfarenheter om Röntgendiagnostikens värde för påvisandet af riktigheten i den af Küss, H. och E. Albrecht, Gohn, Naegeli, Hedrén m. fl. förfäktade teorien om tuberkelbacillens inträngande i människokroppen, d. v. s. att härden i lungan var primär i förhållande till de tuberkulösa förändringarna i de intrathorakala lymfkörtlarna. Simon stödjer sig i sina uttalanden hufvudsakligen på Gohns patologiskt-anatomiska rön och anför därom följande angående primärhärden: »Dieser Primäraffekt wird als ein gewöhnlich subpleural, seltener intraparenchymatös gelegener Herd geschildert. Er hat meist eine rundliche Form, ist in der Regel isoliert vorhanden; bisweilen jedoch entwickelt sich ein zweiter Herd juxtabronchial oder subpleural, abhängig von dem ersten, auf lymphogenem Wege. In selteneren Fällen bilden sich zwei, drei, ganz vereinzelt noch mehr Herde. Der Primäraffekt sitzt öfterst rechts als links (ungefähr 3: 2), kommt in sämtlichen Lungenlappen vor, sitzt aber sehr selten in der Spitze. Seine Grösse schwankt zwischen der eines Stechnadelknopfes und einer Kirsche. Er wächst durch Bildung neuer Knötchen in der Periferie und Einbeziehung benachbarter Alveolen. Bei Obduktionen findet man ihn immer schon verkäst, bisweilen erweicht und kavernös eingeschmolzen, häufig verkreidet oder verkalkt oder fibrös umgewandelt, wobei in der Narbe ein Kalkherd liegt. Sein Nachweis macht bisweilen grosse Schwierigkeiten, da er hier und da bis auf eine kleinste Narbe oder Schwiele verschwinden kann, misslingt



aber nur in sehr seltener Fällen». Beviset för hårdens ärogena ursprung anser Simon ligga i den ofvan uttalade af H. Albrecht påpekade omständigheten, att man ofta i den ostigt nedsmälta hården finner resterna af en liten bronchiolus.

Simon framhåller särskildt nödvändigheten af, att man fastslår en någorlunda bestämd storlek och ett tämligen konstant läge för hården, om man skall våga tillmäta Röntgenplåten något värde. — Efter Gohn anser han storleken kunna variera mellan hirsorn- och ärtstorlek, hvilket från patologiskt-anatomisk synpunkt skulle vara det vanligaste. Hvad angår läget, så menar Simon, att man mestadels finner hårdarna perifert. Från differential-diagnostisk synpunkt får man skilja dem från tuberkulösa körtlar och sekundära hårdar. Den primära lunghården har likvisst en tätare, skarpt markerad kontur, körteln däremot en finare (zarter) och tunnare sådan. Körtlarna påträffas sällan utanför mammillarsagittalplanet. Simon skrifver om de primära hårdarna: »Sie haben bestimmten Sitz, sie folgen den von Hilus fächerförmig sich ausbreitenden Strängen, hier und dort Knötchen bildend». Sukiennichow's anatomiska uppdelning af de intrathorakala körtlarna omfattas af Simon såsom den mest rationella. Han citerar, i fråga om differential-diagnostiken mellan körtlar och primära hårdar, äfven A. Köhler, som påpekar, att pulmonalkörtlarna ligga dels utanför och dels inne i lungparenchymet, dock sällan djupare än 3 cm. De körtlar, som ligga i närheten af hilus, uppnå sällan mer än en ärtas storlek, de där utanför blifva mestadels endast linestora. Simon har ibland funnit, att lunghården kan vara synlig, men körtlarna döljas af midtelskuggan, men också, att hården kan vara täckt eller så försvinnande liten, att den ej säkert kan påvisas, då de motsvarande hiluskörtlarna tydligt och starkt framträda.

Bland 140 Röntgenfotografier hade Simon tre fall, där han med bestämdhet anser sig hafva påvisat den primära hården. Han sammanfattar sina iakttagelser i följande: »Bei isolierter Bronchialdrüsentuberkulose kommen bisweilen mitten im Lungengewebe scharf umrissene Schattenherde vor, die, wenn sie in offenbare topographische Beziehungen zu den Hilusdrüsen treten, augenscheinlich älterer Natur sind als die letzteren und schliesslich in einem Gebiete liegen, in dem Lymphdrüsen nicht zu erwarten sind als Lungenherde und Ausgangspunkt der Drüsenerkrankung aufgefasst werden müssen. Dass sie den Primäraffekt darstellen, lässt sich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit dann annehmen, wenn anderweitige Lymphdrüsenerkrankungen fehlen».

Vill man i korthet sammanfatta Röntgendiagnostikens värde för den tidiga lungtuberkulosdiagnosen, så kunna vi påstå följande: *Genom perkussion påvisbara infiltrationer kunna påvisas såväl Röntgenoskopiskt som Röntgenografiskt. Centralt belägna infiltrationer som nått en viss storlek, men som på grund af sitt centrala läge undandraga sig perkussionen, äro diagnosticerbara genom Röntgen.*

Infiltrationer, som, på grund af sin ringa utbredning, hvarken kunna diagnosticeeras genom perkussion eller vid genomlysning, äro ofta påvisbara på Röntgenplåten. Om perkussionen är negativ, men auskultationen positiv öfver en lungspets, kan det Röntgenologiska fyndet understundom gifva ett bestämdt utslag.

Som en generell regel kan man våga påstå, att man i allmänhet vid Röntgenundersökningen af lungtuberkulos alltid finner den sjukliga processen vida mera utbredd, än hvad man genom de vanliga fysikaliska undersökningsmetoderna varit benägen att antaga.

I »Upsala läkareförenings förhandlingar 1910—1914» meddelar G. Bergmark: »Tre fall af härreaktion efter tuberkulin med jämförelse mellan fysikalisk och röntgenologisk undersökning af lungspetsarna», och framhåller därvid den röntgenologiska undersökningens underlägsenhet hvad lungspetsarna beträffa den perkutoriskt auskultoriska. Bergmark skriver: »Gentemot ett positivt fysikaliskt (Auskultation perkussion) fynd är ett negativt Röntgenologiskt fynd, hvad spetsarna angår, betydelselöst. Bergmark stödjer sitt påstående på jämförande undersökningar i tre fall, hvilket får betraktas som ett alltför obetydligt antal för ett så generellt uttalande. Som det rent tekniska tillvägagångssättet vid Röntgenfotograferingen (Rörets hårdhetsgrad och afstånd, exponeringstiden, plåtens beskaffenhet och framkallningen) spelar en bestämd och ej oväsentlig roll, och någonting härom ej är nämnt, så reduceras ytterligare värdet af ofvan framlagda påstående. För fotografering af lungspetsarna fordras en minutiöst noggrann teknik och i allmänhet *mjukare* rör än vid fotograferingen af öfriga lungpartier. Utan att vilja på något sätt antyda, att en bristande teknik härvid fällt ett utslag till den Röntgenografiska metodens nackdel, vågar jag dock framhålla som min mening, att man i våra dagar med en ytterligt samvetsgrann Röntgenundersökning ej skulle hafva blifvit lämnad i sticket, då det gällt en tidig affektion i lungspetsarne.

## I. Röntgenundersökningens användning vid mera framskridna stadier af lungtuberkulos.

Liksom Röntgendiagnostiken i fråga om en börjande lungtuberkulos visat sig förtjäna allt större tillförlitlighet och därför också kommit till allt större användning, så har den också, då det gäller *mera framskridna stadier af lungtuberkulos*, under de senare åren vunnit allt vidlyftigare användning. Den ger oss under alla omständigheter en bättre bild af de anatomiska förhållandena än perkussionen och auskultationen. Särskildt i de fall, där man på grund af emphysematösa förändringar i lungorna ej har någon nytta af perkussionen, blir man öfverraskad af ej anade utbredningar af den tuberkulösa processen. Allteftersom denna utbreder sig i den interstitiella bindväfven eller i de perivasculära och peribronchiala lymfbanorna, påträffar man en mängd olika Röntgenbilder. I andra fall, när det egentliga alveolära lungparenchymet är säte för förändringarna i form af pneumoniska processer med snart följande ostig smältning och sönderfall, framträda på Röntgenplåten andra bilder, som vidare kunna kompliceras af skrumpningsprocesser, kavernbildningar m. m. Ofta projicieras skuggor af dessa olika väfnadsförändringar öfver hvarannan och gifva därigenom upphof till Röntgen-

bilder, som knappast låta sig tydas. Tätheten i skuggorna kan vara olika efter den tuberkulösa processens olika utvecklingsgrad. Lorey skrifver härom: »So liefern verkäste Herde stets einen intensiveren Schatten als unverkäste, Kalkablagerungen werden sich auf der Platten besonders deutlich zu Erkennen geben. Einen fast ebenso intensiven Schatten vermag stärker proliferiertes Bindegewebe zu erzeugen. Auch die Konturierung der Herdchen kann uns einige Anhaltspunkte geben. Der frische, progrediente Herd zeigt eine unscharf verschwommene Grenze, während indurierte, schwielige Herde sich meist scharf von der Umgebung abheben und, wenn das umgebende Lungengewebe nicht wie bei frischen Herden einen verminderten Luftgehalt zeigt, sondern im Gegenteil emphysematös ist, infolge des Kontrastes einen besonders intensiven Schatten werfen». Öfverväger den produktiva karakteren, så visar Röntgenbilden en tät, strängartad, af knottor genomslätt skugganordning, som radiärt utbreder sig från hilus. Om däremot de inflammatoriskt exsudativa förändringarna träda i förgrunden, så försvinner den stråk- eller strängartade teckningen, i stället finna vi otydligt begränsade mindre härdar utbredda öfver de sjuka partierna. Man ser sällan homogena ytor utan, äfven om hela lobar äro engagerade, i stället ett spräckligt fält. — Föreligga jämntjocka homogena förtätningar, så tyda dessa på pleurasvålar. Ofta påträffas vid starkt infiltrerade partier i öfre delen af lungan disseminerade härdar i de mellersta och nedre. I anslutning till lungblödningar inställa sig understundom s. k. ostiga pneumonier. Man finner då likformigt utbredda skuggor, sträckande sig öfver ett relativt stort område. De sakna emellertid den distinkta gräns, som man ser vid lobära pneumonier, men förete ofta nog här och hvar fläckar af mindre täthet. Lungtumörer, med hvilka dessa skuggor möjligtvis skulle kunna förväxlas, äga större kompaktare täthet och distinktare konturer. Genom smältning af dessa infiltrationer uppkomma större och mindre hålrum, kavernor, som på Röntgenplåten gifva sig till känna såsom rundade, välbegränsade ofta af en tät rand omgifna klara fält eller fläckar, i hvilka man ej kan urskilja någon lungteckning, se tafla IV:1 och V:1. Dessa kavernor igenkännas synnerligen lätt på goda Röntgenogram, och många auktoriteter hålla före, att man endast genom Röntgenundersökning säkert kan påvisa dessa. Särskildt gäller detta om kavernorna äro belägna centralt. Man har t. o. m. lyckats påvisa kavernor af endast en ärtas storlek (Turban). Stora kavernor kunna däremot gifva anledning till förväxling med pneumothorax. Ofta förväxlas de med bronchiectasier.

Med den utveckling som Röntgeninstrumentet i våra dagar nått anser man sig äfven kunna diagnosticera miliartuberkulos. Det typiska utseendet på Röntgenplåten är de fullkomligt likformigt utbredda små härdarna eller skuggfläckar, som distinkt afteckna sig genom en jämn marmorering, hvilken oftast är bäst framträdande i de öfre lobarerna (Assmann). Understundom blifva de mellersta och nedre lungpartierna jämt diffusa, beroende på genom ödem minskad luftthalt. (Klieneberger Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. Bd. 20. N:r 6.) Man skulle a priori hafva velat tro, att de olika små härdarna i olika plan skulle fullkomligt täcka hvarandra och åstadkomma en mera homogen skugga. ACHELIS (Röntgendiagnose d.



miliaren Tuberkulose. D. M. W. 1910. — Ueber die Röntgendiagnose d. miliaren Lungentuberkulose M. m. W. 1910) och Klieneberger (Ueber Miliartuberkulose im Röntgenbild V. IV. 49.) hafva också menat, att bilderna på plåten skulle uppkomma genom summationsverkan af de i samma projektion belägna hårdarna, och för detta påstående fått stöd i undersökningar af Krause och Ziegler. Denna uppfattning är emellertid vederlagd af HOLZKNECHT, ASSMANN (Zum radiolog. Nachweis der Miliartuberkulose. Rö. kongr. Ber. VII.). HAUDECK (Zum radiolog. Nachweis d. Miliartuberkulose. Rö. Kongress Ber. VII.) och LOREY (Zum radiolog. Nachweis d. Miliartuberkulose) som visat, att det är endast de närmast plåten belägna hårdarna, som afteckna sig. Exponeringen vid en dylik undersökning bör gärna ej öfverstiga en tid af  $\frac{1}{20}$  sekund. Det röntgenologiska påvisandet af miliartuberkulos skall ofta nog hafva lyckats innan ännu kliniska symptom framträdt.

Från differential-diagnostisk synpunkt har man att tänka på calikosis och peribronchitiska knottor. Assmann påpekar härvid, att de senare mestadels hålla sig längs broncherna som hopade smärre fläckar, mellan hvilka man ofta skönjer en fin grå ring, som betecknar bronchioli. De peribronchitiska knottorna uppträda företrädesvis i öfre loberna. Att differentialdiagnosen mången gång kan vara synnerligen svår, framgår af Assmann's uttalande »den ich habe unter meinen Fällen solche Beobachtungen zu verzeichnen, in denen die einzelnen echten hämatogenen Miliartuberkel bei subacuter Entwicklung dieselbe Grösse aufweisen wie Häufchen kleiner akut entstandener peribronchialer Knötchen, ferner mehrere Fälle akuter peribronchialer Tuberkulose mit völlig gleichmässigen Befallensein aller Lappen gesehen». Vid calikos äro skuggfläckarna större, mera tandade och skarpare begränsade samt ej så likformigt fördelade öfver lungorna som vid miliartuberkulos. Differential-diagnostiskt bör man enligt Assmann äfven räkna med pyämiska hårdar i lungorna. Tillfälligtvis har man också funnit, att med varigt sekret fyllda bronchioli och alveoler kunna framkalla miliartuberkelliknande fläckar och teckningar på Röntgenplåten. Äfven icke tuberkulösa åkommor af annan natur kunna gifva anledning till differentialdiagnos. Ansperger påvisar, att miliär carcinos kan åstadkomma liknande lungteckning, och Rieder framhåller samma sakförhållande. Grey (Verh. d. Amer. Roentgen-Ray Soc. 1910) har funnit ett fall af lymphangio-Sarkom, som företedde bilden af miliartuberkulos. Ett anatomiskt kontrolleradt fall af bronchitis obliterans har Assmann funnit visa en Röntgenbild, som i allt påminde om miliartuberkulos, och slutligen har v. Müller beskrifvit ett fall af aktino mykos, som endast med svårighet Röntgenologiskt kunde skiljas från miliartuberkulos.

I midten af lungfältet påträffas ofta en tämligen karakteristisk trekantig skugga, som varit föremål för rätt olika tydning, se figg. 3—4. Den triangulära förtätningen, som står med basen mot midtelskuggan och spetsen utåt, har af Sluka tydts som tuberkulösa förändringar i körtlarna i och utanför hilus med omgifvande (inflammatoriskt exsudativa processer). Af 38 undersökningar hade han funnit ofvannämnda bildning i 7 fall. I intet fall hade han genom sektion kunnat fastställa dennas patologiskt-anatomiska underlag. Eisler har äfven beskrifvit den triangulära förtät-



ningen, men i stället uppfattat den som en interlobär pleuritisk svål, som i enlighet med Gohns iakttagelser, att den primära lunghärden ofta kännetecknas af pleuritiska beläggningar, skulle vara betingad af en underliggande tuberkulös hård. — Eisler påstår, att han ofta funnit gränserna otydliga och menar att detta skulle tyda på en ännu florid tuberkulös process.

RACH har ägnat ifrågavarande fenomen en noggrann kritisk undersökning och lagt till grund för sina uttalanden resultaten af autoptisk kontroll i flera (5) fall.

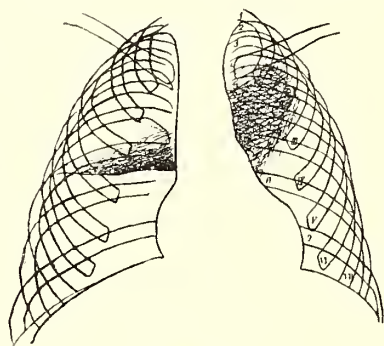


Fig. 3.

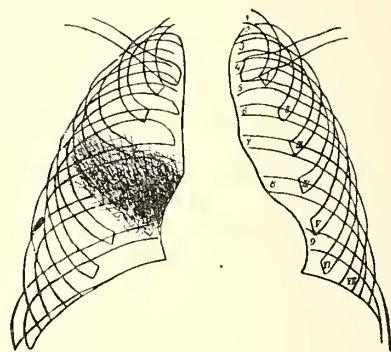


Fig. 4.

(Die Röntgendiagnostik der Lungentuberkulose im Kindesalter). Beträffande den trekantiga skuggans prognostiska och diagnostiska tydning anför Rach, att den, om den finnes hos barn utan några egentliga kliniska tecken på tuberkulos, kan betyda en interlobär svål i närheten af en primär lunghård, i synnerhet om den visar sig stationär under upprepade undersökningar, men att den, om vederbörande företer påtagliga rubbningar i allmäntillståndet, i samband med förändringar af skuggans utseende och täthet också kan tydas som förändringar i själfva lungparenchymet och då vara prognostiskt ogynnsammare. Vi se sålunda, att Rach går en medelväg och inrymmer i sin förklaring både Slukas och Eislers meningar.

#### K. Betydelsen af kombinerad Röntgen- och annan undersökning vid lungtuberkulos.

Röntgendiagnostikens värde i fråga om lungtuberkulos har gifvetvis vunnit högst väsentligt sedan man kommit i tillfälle att jämföra Röntgenfynden med de patologiskt-anatomiska förändringarna. — Det är tydligt, att en sådan kontroll endast ytterligt sällan blir möjlig, i synnerhet när det gäller tidiga förändringar. Så mycket värdefullare blifva därför de Röntgenologiska arbeten, som äro grundade på jämförande undersökningar och äro hållna i en sträng kritisk form. — Det är också helt naturligt först på de senare åren med vår nu så fulländade teknik, som dylika arbeten kunnat framkomma. De förutsätta naturligtvis också ett ständigt samarbete mellan Röntgenologen och anatomen och en riklig tillgång på material.

Därjämte fordras det ett samarbete Röntgenologer emellan, då dessa sällan hinna att specialisera sig på mer än ett litet begränsadt område hvar för sig.

Af de Röntgenologiska öfversiktsarbeten, som i våra dagar framkommit, förtjänar särskildt nämnas Dr. HERBERT ASSMANN'S »*Beiträge zur Röntgendiagnostik der latenten bzw. inzipienten Lungentuberkulose*», infördt i Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen (Bd. 17 och 18 1911. samt Bd. 1 och 2 1912.) Assmann har i detta sitt arbete kritiskt granskat de uppfattningar, som förut gjort sig gällande angående de särskilda lungförändringarna och därvid stödt sig på egna genom autopsi styrkta erfarenheter.

Beträffande förändringarna af de båda lungspetsfälten påpekar han först de båda olikheter, som kunna uppkomma genom ryggradskrökning, scolios, och manar till försiktighet i omdömena, när sådan föreligger. För den händelse olika höjd af dem förefinnes, så kunna äfven på plåten vid frisk lungväg lätta skuggdifferenser (Helligkeitsdifferenzen) uppstå. Indurativa processer i lungspetsarna med sammanväxningar mellan lungan och bröstkorget kunna å sin sida åstadkomma skruppling af bröstkorget och scolios, i hvilket fall man helt naturligt finner grumling och förtätning i lungfälten. Den af Albers Schönberg beskrifna skugggranden under 2:dra reffbenet har också varit föremål för kritik af Assmann, som skrifver: »Der Schattensaum ist links meist etwas breiter als rechts, wird oft beiderseitig, häufig aber auch einzeitig links, sehr selten rechts angetroffen». Han fränkänner ifrågavarande skugga all patologisk betydelse.

I en mängd fall har Assmann som orsak till grumlingar i spetsfälten utom infiltrationer och atelektas i lungväfven funnit pleurasvålar. Äfven lätta grumlingar i spetsfälten kunna dock under vissa förhållanden tillmätas större patognomisk betydelse. Detta i synnerhet om man i dessa finner spridda fläckar och stråk (framkallade af bindväf, ärr, kalkafgringar samt peribronchitiska knottor).

Assmann anser, att de i spetsarna ofta förefintliga kalkhårdarna ej alltid hafva någon praktisk betydelse, då de ytterligt ofta finnas hos ärftligt belastade individer, samt ej gifva någon bestämd hållpunkt på vare sig ålder eller progrediens i processen och följaktligen ej heller några bestämda riktlinjer från prognos och terapi.

De s. k. Stürtzka strängarna vill Assmann tyduingsvis förklara vara betingade af peribronchiala indurationsprocesser. Beträffande dessa bildningar har han ej haft några patologiskt-anatomiska fynd att stödja sig på. Under normala förhållanden skola broncherna enligt Assmanns mening ej gifva upphof till någon starkare lungteckning, men däremot väl under sjukliga processer, manifesterande sig i förtjockning af bronchväggen eller sekretfyllnad. Lymfkärnen kunna likaledes förstärka lungteckningen, då det föreligger lymfstas eller om inflammatoriska, indurativa processer från lymfkärlsväggarna gripa öfver i den omgifvande lungväfven. I tidigare fall skulle således väl peribronchiella och perivasculära från lymfkärl utgående infiltrationsprocesser kunna gifva upphof till dessa af Stürtz beskrifna strängar, men man kan ej med full säkerhet i hvarje konkret fall förklara dem sålunda upp-

komna. Assmann påstår sig nämligen understundom, särskilt vid pneumoniska lösningsstadier eller vid exsudativa processer hafva påträffat liknande strängformiga bildningar. Likaså har han kunnat påvisa dem vid bronchiter af icke tuberkulös natur hos barn. — Under dylika förhållanden vill han hellre förklara ifrågavarande stråk uppkomna genom förökad blodfyllnad i kärlen, sekretanhopning i broncherna eller stas och inflammatoriska processer i lymfkärlen. Han framhåller vidare, att man ej får anse en dylik förstärkning af lungteckningen vara specifik för tuberkulos. — Som ett rent differentialdiagnostiskt observandum vid tydningen af peribronchitiska knottror och fibrösa peribronchiella förtjockningar framhåller Assmann förbening af bronchialbrosket. Förtjockningar i bronchialväggarna kunna uppkomma vid bronchiectasier samt gifva upphof till fläckar och stråk i teckningen. Äfven vid pneumokonios har man som ofvan nämnt påvisat dylika fläckar (Schellenberg, Krause och Stürzt). Assmann sammanfattar sina rön angående uppkomsten af de strängformiga skuggteckningarna med följande ord: »Aus diesen Ausführungen geht hervor, dass für die Ausbildung der strangförmigen Schatten als Grundstock die blutgefüllten Gefässe in Betracht kommen, Verstärkung der normalen Schatten und Fleckenbildung aber durch Verdichtung aller mit den Gefässen dicht zusammenlaufenden Gebilde, nämlich Bronchien, Lymphgefässen und Lymphdrüsen, bewirkt werden kann, und dass die Tuberkulose nur eine der Ursachen ist, welche derartige Zustände herbeiführen».

Beträffande hilusskuggorna vill Assmann göra gällande, att dessa framförallt betingas af blodkärlen, därjämte i någon mån af hufvudbronchernas lumina. Bronchialväggarna och normala bronchialkörtlar bidraga endast ytterligt obetydligt till framkallandet af hilusskuggor. Patologisk förstärkning af hilusskuggan alstras genom sjukliga förändringar och förtjockningar af samtliga organen. Förstärkt hilusteckning har han funnit vid stas i lilla kretsloppet, vid emphysem, bronchiectacier, vid förstoring och förtätning af lymfkörtlarna. Assmann har också i likhet med Krause påvisat att äfven patologiskt ganska obetydligt förändrade mjuka, blott obetydligt ansvallda och något förstörade körtlar kunna gifva upphof till förstärkning af hilusskuggorna. Man måste komma ihåg, att en förstärkning af hilusteckningen kan åstadkommas äfven af icke tuberkulöst förändrade körtlar.

Det s. k. William symptom vill Assmann, som förut nämnt är, tillmäta endast obetydligt värde och fränkänna det någon väsentligare betydelse för den tidigare tuberkulosdiagnosen.

Förbening af det första refbensbrosket har man velat uppfatta som ett tidigt tuberkulos-symptom (Freund). Assmann tror sig hafva funnit en tidig förbening hos unga individer med lång, smal thorax (phtisisisk habitus). I många fall med uttalad lungtuberkulos saknades denna förbeningstendens fullständigt. Assmann anser, att man får betrakta denna tidigare förkalkning i första refbensbrosket som en vanlig »Teilerscheinung» hos en med tuberkulos behäftad lång, smal och tillplattad thorax, men att man ej får tillmäta detta fenomen någon större diagnostisk betydelse.



Ofta har förkalkning i refbensbrosken påträffats hos yngre emphysematici.

Beträffande kontrollen af Röntgenfynden — utom genom autopsi — anser Assmann att t. ex. tuberkulinreaktionen är af föga värde. Han meddelar en serie Pirquet reakt. jämförda med Röntgendiagnosen, hvilken senare ställdes utan kännedom om det till plåten hörande fallet.

P + R + (5 Fall)

P — R — (7 » ) 12 öfverensstämmelser

P + R — (0 » )

P -- R + (7 » ) 7 divergenser.

Han har aldrig funnit ett negativt Röntgenbefund vid positiv Pirquetreaktion.

Reade och Colley (Value of X-Rays in the diagnosis of tuberculosis in children. Lancet 1912) hafva gjort jämförelser mellan Pirquet reaktionen och Röntgenundersökningen, hvilka gäfvö följande resultat: 28 barn med positiv Pirquet föredede hilusskuggor, 13 gånger på högra och vänstra sidan lika, 8 gånger blott på högra sidan, 3 gånger blott på den vänstra. Hos barn med negativ Pirquet voro hilusskuggorna ej påvisbara.

Perkussionen anser Assmann ej vara något tillförlitligt kontrollsystem och påpekar, att, då det kommit till en tydlig dämpning, man då också har stora förändringar i lungorna och således ej kan tala om några incipienta eller latent fall, däremot anser han anamnesen spela en viss roll och skrifer: »Es ist uns . . . . aufgefallen wie überraschend konstant Anamnese und Röntgenbefund unter gewissen Verhältnissen sich decken». Särskildt om svår ärftlig belastning föreligger, finner man så godt som alltid äfven vid fullkomlig frånvaro af manifesta symptom på tuberkulos bestämda förändringar i Röntgenbilden, som yttra sig i talrika kalkhårdar särskildt i trakten af den förstärkta och förstörade hilusskuggan; ofta nog äfven i spetsen och öfriga delar af öfre loben. Särskildt tydligt framträder here-ditetsförhållandet, d. v. s. kontakten med lungsjuka föräldrar. — Ofta kan man då, utan att några lungförändringar kunna påvisas, finna markanta förändringar — synnerligast ostigt nedsmälta eller förkalkade hiluslymfkörtlar.

Beträffande Röntgenfotograferingsmetodens värde för att bedöma den sjukliga processens ålder och progrediens anser Assmann, att man får iakttaga en stor försiktighet i sina slutsatser. — Visserligen tala prägnanta kalkhårdar för en aflupen process och talrika hårdar (kalk-) för ett kroniskt förlopp, men man kan aldrig utesluta att färska symptom förefinnas bredvid, i synnerhet om man utom dessa kalkhårdar påträffar andra skuggor och smärre fläckar. »Es ergibt sich hieraus, dass man die praktischen Massnahmen, nicht allein auch nicht besonders auf dem Röntgenbefund, sondern auf die Ergebnis, sämtlicher Untersuchungsmethoden zusammen gründen soll».

E. Rach har också på allra sista tiden med stöd af Gohns m. fl. patologiskt-anatomiska iakttagelser försökt utnyttja Röntgendiagnostiken i syfte att vinna stöd



för riktigheten af den gamla inhalationsteorien, och hade till sitt förfogande 1,800 thoraxdiagram. I en mängd fall kom han i tillfälle att jämföra det Röntgenologiska fyndet med de patologiskt anatomiska förändringarna i lungorna tämligen omedelbart efter det Röntgenogrammen tagits. Hans undersökningar utmärka sig för stor noggrannhet och observationsförmåga, hvarför hans rön måste blifva af stort intresse. Rach fastslår »dass man wie in unseren obduzierten Fällen einen Gohnschen Lungenherd dann mit befriedigender Verlässlichkeit Röntgenologisch diagnostizieren kann, wenn bei Kindern mit negativen physikalischem Lungenbefund doch positiver von Pirquetska cutanreaktion ein bis bohnergrosser dichter scharf umschriebener Schatten isoliert und frei in den abseits von Hilus gelegenen Anteilen der Lungen zu sehen ist, und wenn gleichzeitig eine Schwellung und tuberkulöse Erkrankung regionären eventuell auch sonstiger Bronchialdrüsen nachweisbar ist».

Med hänsyn till Gohns erfarenhet angående lunghärdarnas beskaffenhet, som ger vid handen att 41 % voro ostigt nedsmälta, 27 % förkalkade eller kalkinkrusterade, 29 % kavernösa och 3 % ärrvandlade, vill Rach hålla för sannolikt, att man i mer än  $\frac{1}{4}$  af fallen med lätthet bör kunna konstatera lunghärden, då ju förkalkade härdar kännetecknas genom en synnerligen skarp begränsning. Hvad läget beträffar så förekomma härdarna mestadels i en lob och tätt bredvid hvarandra. Högra lungan visade fler härdar än den vänstra och den högra öfre loben de flesta. Dock kan man, enligt Rach, ej våga draga några bestämda slutsatser om något praedilektionsställe. Däremot fasthåller Rach såsom ett bestämt och viktigt faktum, att de flesta härdarna ligga i lunglobernas periferi (subpleuralt). Af 200 härdar lågo 59 nära den mediala ytan, hvilket gjorde, att dessa ej med säkerhet kunde differentieras från hiluskörtlar på Röntgenplåten. — Man får därför ej, menar Rach, diagnostisera *en primär* (Gohns) *hjärd utan att den ligger på ett bestämt afstånd från hilus*, likaså fasthåller han, att man ej är berättigad att ställa diagnosen på *en primär lunghjärd, om man ej samtidigt kan påvisa lymfkörtelaffektioner på samma sida*. Rent prognostiskt spelar härdens storlek en afgörande betydelse så till vida som de minsta härdarna så godt som uteslutande påträffas hos fall med anatomisk utläkning.

Röntgenoskopiskt hade Rach tillfälle att undersöka 783 friska 7—18-åriga skolgossar. I 27 fall, alltså ungefär  $3\frac{1}{2}$  %, kunde han fastslå diagnosen Gohns lunghjärd efter nu ofvan anförda principer.

## II. Egna undersökningar.

### A. Undersökningens föremål. Materialanskaffning. Undersökningens omfattning.

Det ligger i öppen dag, att kännedom om tuberkulosens infektionsvägar för oss närmare målet för vår sträfvän att öfvervinna sjukdomen. Vi hafva under årens lopp allt mera öfvergått från våra stäfvanden att bota lungtuberkulos till ett energiskt förebyggande arbete. Senaste tider hafva, som vi sett, fört till oss nya, ytterligt värdefulla rön, som tvinga oss att ej endast inrikta oss på ett omhändertagande af sjuka barn, utan att gå ännu längre och nedlägga våra omsorger i samhället på barnen, *innan de ännu förete några tydliga tecken på sjukdom*. Erfarenheten har lärt oss, att barnen infekteras redan tidigt, och att ingen undgår tuberkulossmittan. Tuberkulosen har ett stadium, då den ej kliniskt ger sig till känna.

Det var vetenskapen härom och särskildt Gohns och Albrechts undersökningar, som kommo mig under min verksamhet som sanatorie- och dispensärläkare att närmare intressera mig för det så att säga förkliniska tuberkulosstadiet. Sedan jag så godt som konstant kunnat Röntgenologiskt påvisa tuberkulösa förändringar i brösthålan hos barn af lungsiktiga föräldrar, beslöt jag mig för att verkställa en Röntgenologisk undersökning af kliniskt friska barn i åldern 5—13 år och påbörjade dessa undersökningar i januari 1915. Särskildt intresserade det mig att se, hur långt och i hvad mån Röntgenundersökningen kunde gifva stöd för den återuppståndna läran om tuberkelbacillens första inträngande i lungorna med resultat en primär härd i lungan och sekundära förändringar i de regionära körtlarne.

I Rachs, Simons och Assmanns undersökningar från allra senaste tider hade jag en god vägledning. Hvad som emellertid förefallit mig egendomligt, var den iakttagelsen, att man mestadels påträffade endast *en härd*. Om inhalationsteorien är riktig och man således tänker sig, att sjukdomsfröet inandas i lungorna, och man därtill vet, att detta sjukdomsfrö, hoc est tuberkelbacillerna, förekomma i så riklig mängd, så förefaller det ytterligt osannolikt, att endast ett ringa fåtal af dessa inkomma och fastna i lungorna, och gifva upphof till blott en härd. Äfven om, såsom man har skäl att antaga, den patologiskt-anatomiska erfarenheten vid au-

topsier är riktig, att i allmänhet endast en lunghärd anträffas, så synes mig detta alldeles icke oförenligt med ett antagande af, att dessförinnan flera härdar uppstått som resultat af den primära infektionen, ehuru sedermera de flesta af dem, till följd af kroppens reaktion, stannat i utvecklingen och slutligen gått tillbaka utan att lämna åtminstone makroskopiskt säkert skönjbara ärr. Om nu så skulle vara, så synes mig här ligga en betydelsefull uppgift för Röntgenundersökningen, som utan tvifvel är lika exakt som den patologiskt-anatomiska, och som äger den stora fördelen framför denna senare, att den kan företagas jämförelsevis snart efter primärinfektionens inträdande, redan i det förkliniska skedet af sjukdomen. Röntgenundersökningen, utförd med teknisk exakthet, har förmåga att mycket noga genomleta lungorna och att i dem med lätthet upptäcka tuberkulösa förändringar, äfven af mycket små dimensioner, knappålshufvudstora eller t. o. m. mindre. Jag har därför gjort det till en uppgift att försöka påvisa sådana fläckar eller teckningar i lungan, som kunde antagas vara primära s. k. Gohnska härdar samt att med tillhjälp af dylik metodik pröfva, huruvida den af bland andra Gohn gjorda iakttagelsen, att endast en lunghärd vanligtvis förekom, var riktig. Sedermera hade jag beslutat inrikta min undersökning på att få fram en jämförelse mellan Röntgenfyndet och sådana moment eller faktorer, som man vant sig vid att betrakta såom praedisponerande för tuberkulos och slutligen se efter, om en härd under loppet af ett år kunde genomgå någon förändring, d. v. s. förstöras eller förminsas, resp. försvinna. Man hade i de fall, där den primära lunghärden ej stod att finna, vanligen antagit, att den skulle kunna resorberas och försvinna.

För att skaffa mig ett så homogent *material* som möjligt beslöt jag mig för att försöka göra mina undersökningar på folkskolebarn och vände mig därför till folkskolestyrelsen i H:d med en anhållan om tillåtelse att göra dessa undersökningar. Då denna min anhållan resulterade i ett negativt svar, försökte jag att på mera privat väg komma i tillfälle att få använda detta material. Då ju de flesta folkskolebarn tillhöra arbetareklassen, hade jag större sannolikhet att ibland dem finna, hvad jag sökte än bland öfverklassens barn. —Ursprungligen ingick det i min plan att begränsa undersökningarna till barn i skolåldern, men insåg snart, att detta skulle blifva ett alltför snävt område, och jag försökte därför att inom materialet äfven inrymma yngre individer nedtill 5 år. Då jag var angelägen om att erhålla *endast kliniskt friska* barn till undersökningen, var det gifvetvis af synnerligen stor betydelse för mig att icke endast vara hänvisad till barnens och föräldrarnas subjektiva uppfattning i fråga om barnens hälsotillstånd, utan äfven kunna stödja mig på lärarens resp. lärarinnors och skolläkarens mera objektiva iakttagelser angående deras hälsotillstånd. För att ej ledas af några subjektiva uppfattningar togs i allmänhet samtliga de barn i en klass, som läraren eller lärarinnan förklarar friska. Genom barn i skolåldern kunde jag sedan lätt skaffa yngre, då det ofta nog fanns syskon under skolåldern i hemmet. Undersökningen skedde i en jämn följd, och barnen uppdelades gruppvis allt efter tid och lägenhet. Först ägde temperaturmätning rum under 7 à 8 dagar. Temperaturen mättes på eftermiddagen omedelbart efter skol-



arbetets slut. Jag använde alltid den rectala temperaturmätningen med ett flertal väl kontrollerade termometrar. Sedan temperaturmätningarna voro öfverstökade och alla anamnesticiska data antecknats, företogs de öfriga undersökningarna i min mot-tagningslokal. Härvid gjordes mätningar på längd, vikt och bröstomfång (total och hvarje brösthalfva för sig), därpå följde Röntgenundersökningen (resp. genomlysning och fotografering) samt slutligen v. Pirquetska tuberkulinprovet.

### B. Röntgenundersökningen.

Den Röntgenologiska undersökningen företogs i enlighet med den vanliga veder-tagna metoden. Likvisst skedde genomlysningen ej i alla fall, utan endast då man hade anledning vänta några särskilda egendomligheter. Den torde också i många fall saklöst kunna undvikas, isynnerhet då ändå fotografering skall äga rum. Vid genomlysning placerades patienten med ryggen mot Röntgenröret, så att strålarna komma i dorso-ventral riktning. Patienten fick i allmänhet stå. Det förtjänar an-märkas, att man vid genomlysning måste hafva ögonen väl adopterade för mörker och därjämte använda mjuka Röntgenrör samt äga en lätt handterbar bländare.

Det gebit af lungorna, som ställer sig svårast tillgängligt för den direkta in-spektionen, är spetsarna, emedan ofta nog bröstorgans konfiguration, d. v. s. ske-lettets byggnad, döljer dem. Mången gång spännas skuldermusklerna helt ofrivilligt, hvarigenom lungfälten synas förtätade. Som förut nämnt kan mångahanda fak-torer bidra till olikheter i lungspetsarnas täthet, särskildt vill jag erinra om den af Assmann påpekade skoliosen, vidare förtjockningar i integumentet, olikheter i muskulaturen, körtelansvällningar i fossae supraclaviculares m. m.

För att få de öfre fälten lättare tillgängliga och blottade brukar jag låta pa-tienten skjuta skuldrorna starkt framåt och intaga en något framåtlutad ställning. Därigenom sänkes clavikeln, muskelpartierna slappas och aftunnas. En förefintlig skugga framträder då distinktare. De förut påpekade fenomenen (Bittorf, Kreuz-fuchs, Hulst) i fråga om lungspetsförtättningsförändringar under hosta kunna under-stundom påvisas, men förefalla att vara alltför subjektiva, för att man skall våga tillmäta dem någon bestämd diagnostisk betydelse.

För undersökning af de djupaste delarna af lungorna, d. v. s. de partier, som ligga nedanför diaphragmakupolens horisontalplan, måste man använda särskilda in-ställningar af Röntgenröret, hvilket framgår af omstående figurer, se figg. 5—6. Då dessa inställningar mest komma i fråga vid pleuritiska exsudat, tarfvas här ingen mera detaljerad beskrifning. Gäller det att iakttaga körtelansvällningar i det bakre mediastinalrummet, fordras snedgenomlysningar. Jag har därvid funnit genomlys-ningen bakifrån från vänster framåt åt höger vara den förmånligaste. Patienten får därvid hålla armarna öfver hufvudet och företaga djupa respirationer.

Vid Röntgenfotografering af barn anser jag den liggande ställningen på rygg fördelaktigast. Patienten håller sig i allmänhet lugnast i denna ställning, och de flesta störande, ofrivilliga rörelserna undvikas. Fastspänningsanordningar framkalla



oro och ängslan hos barn och böra därför ej ifrågakomma. Man bör i allmänhet först låta barnet öfvervara och se en exponering, innan man företager undersökningen på detta. — Det tekniska tillvägagångssättet vid fotografering har i korthet varit följande: Barnet placeras i ryggsläge öfver plåten, skuldrorna föras fram så mycket som möjligt, händerna läggas i kors öfver buken, hufvudet stöddes med ett par sandsäckar, röret centreras öfver hilus, se fig. 7, barnet tillsäges att hålla ögonen slutna. Exponeringen sker med ett mjukt rör af cirka 4—5 Wehnelt på ett fokusafstånd af 100 cm. under  $\frac{1}{10}$  sekund. Förstärkningsskärm (Heyden folie)

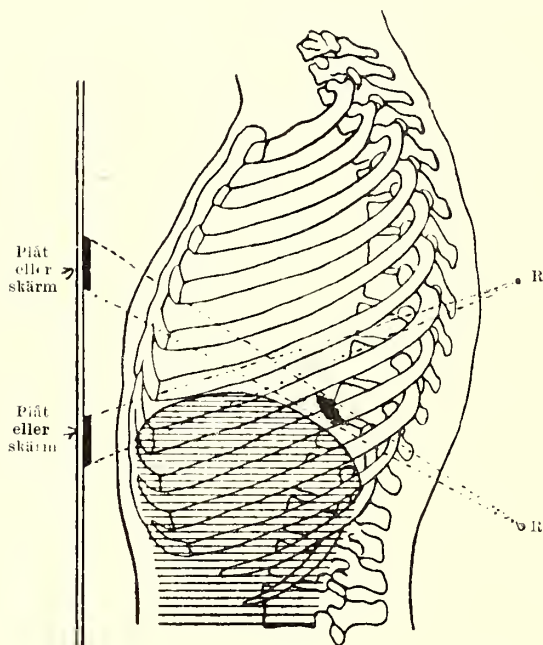


Fig. 5.

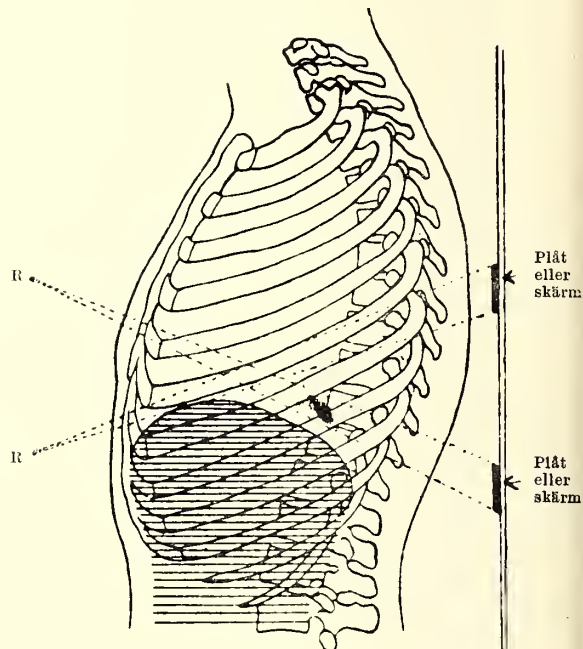


Fig. 6.

Figurerna visa Röntgenrörets och skärmens ställning vid de djupast belägna lungpartierna.

har användts i alla fall. Plåtarna hafva i allmänhet framkallats omedelbart efter exponeringen i  $\frac{1}{2}$  % rodinal-lösning. Granskningen af plåtarna har företagits i den ordning de tillkommit, mestadels i omedelbar anslutning till den öfriga undersökningen. I några fall har omtagning varit nödvändig.

Redan efter några månader företogs en ny fotografering å en del barn, i syfte att se huruvida några förändringar hade inträffat under denna tid. En del af de mest typiska fallen underkastades ett år senare en förnyad Röntgenfotografering i samma syfte. Det gällde att konstatera, huruvida de först påvisade förändringarna i lungorna funnos kvar, eller om någonting nytt tillkommit, äfvensom huruvida en hård ändrat karaktär i fråga om täthet, storlek eller läge.

### C. Notiser till tydningen af Röntgenbilden samt om densammas registrering.

Flera forskare hafva påpekat, att man skulle hafva ett predilektionsställe för tuberkuloslokalisationen i det mediala partiet af öfre lungfältet omedelbart nedanför clavikeln och intill midtelskuggan. I många fall finner man också på ifrågavarande ställe en förstärkning af lungteckningen, yttrande sig i en del från hilus utgående grenformigt uppdelade stråk, som förtona i spetsfälten. På ifrågavarande

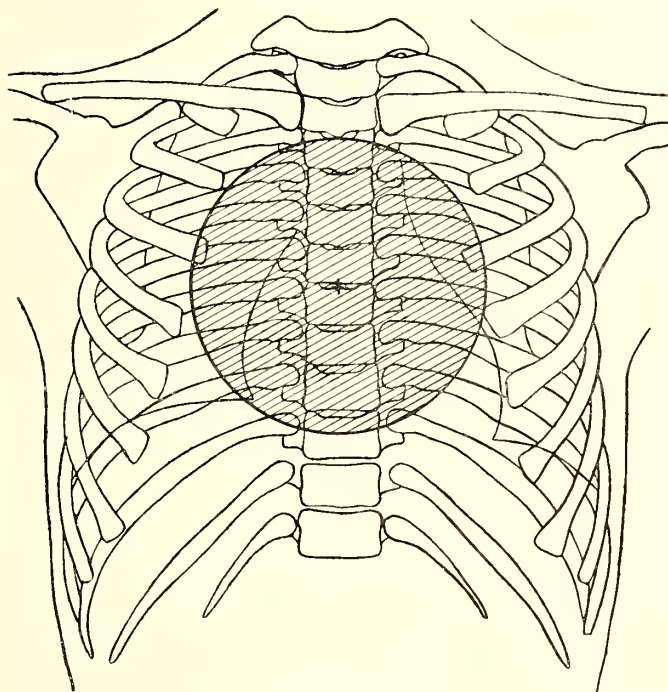


Fig. 7.

Figuren visar hur Röntgenröret centreras öfver thorax.

stråk ser man allt som oftast här och hvar rundade förtätningar. Det är, som ofvan nämnt, särskildt Stürtz, som fäst uppmärksamheten på dessa stråk. Hvad den egentliga lungteckningen angår så förtjänar anmärkas, att denna framträder tydligast i partierna närmast hilus samt i de mellersta lungfälten som ett fint nätverk af utåt afsmalnande, grenformigt uppdelade, tunna stråk, hvilka understundom kunna följas ända ut till periferien af lungan. En egendomlighet, som här bör påpekas, är den, att man understundom kan få se platar, där skelettet framträder ytterligt distinkt, under det att lungteckningen verkar suddig och otydlig, och vice versa att lungteckningen ofta framträder mycket tydligt på en plåt, där skelettkonturerna äro mindre distinkta. Se tafla I: 1—2. Detta fenomen måste för-

klaras däraf, att lungans och bröstorgans rörelser ej äro fullkomligt synchrone, utan att en inspiration resp. expiration kan fortsättas till viss grad, äfven sedan thoraxrörelsen genom viljans inflytande blifvit afbruten, samt att lungutvidgningen ej alltid sker i samma ögonblick som thoraxrörelsen insättes. En annan egendomlighet, som i samband med det föregående förtjänar ett omnämnande, är att man ibland finner en tydlig lungteckning af ett parti i lungan, samtidigt med att ett annat parti företer en viss otydlighet i teckningen. Mestadels är det så, att det suddiga partiet med jämn öfvergång förtonar i det tydligare, samt att det otydligaste i lungteckningen befinner sig i öfre fältet, när det nedre lungfältet visar distinkt lungteckning och vice versa.

Ej sällan finner man ganska väl markerade, tämligen tjocka stråk från nedre hiluspolen fortsätta ned mot det mediala partiet af diaphragma, där de förtona. Dessa grenformigt uppdelade stråk härröra tvifvelsutan från broncher, då de motsvara den stora hufvudbronchens förlopp, och få ej tillskrifvas någon patologisk betydelse. Ej sällan kan en tydlig dubbelkonturering urskiljas å teckningen, som för öfrigt i allo liknar bronchförgreningar. Från nu nämnda stråk kan man emellertid understundom få se en enstaka utåt divergerande teckning fortsättande utåt och nedåt mot sinus phrenicocostalis. Se tafla II: 1. Ett dylikt stråk har ibland kortare utlöpare samt olika täthet och tjocklek, så att det får ett perlbandsliknande utseende. Det anatomiska substratet kan ej med säkerhet afgöras. Läget och utseendet tyder mest på ett lymfkärl med förtjockade väggar. Den omständigheten, att teckningen ibland kan förefalla jämntjock ända ut till periferin af lungan, talar mot antagandet af bronch eller ett blodkärl. Hvad i öfrigt angår det anatomiska underlaget för lungteckningen, får man gifva de forskare rätt, som hålla före, att samtliga i lungorna förefintliga väfnader bidraga till uppkomsten af ifrågavarande teckning. Ätt under vissa förhållanden blodkärl kunna åstadkomma en förstärkning af lungteckningen och under andra broncher och lymfkärl, torde numera, efter hvad experimentella undersökningar gifvit vid handen, ej kunna förnekas, lika litet som man kan fränkänna något organ betydelse vid en starkt förstörd och förstärkt hilusteckning. Vid ett tillfälle finner man en bildning, som mera liknar ett blodkärl, vid ett annat påminner den mera om en bronch. Å figg. 8—9 åskådliggöres blodkärlsfördelningen i en lunga och å fig. 10, den teckning, som broncherna kunna åstadkomma.

En väfnad som i fråga om hilusteckningen spelar en enormt stor roll är lymfkörtlarna, se tavla I: 1. Särskildt gäller detta, då hilusteckningen är starkt förstörd och markerad. Äfven om man i likhet med de flesta forskare på detta område vill fasthålla den uppfattningen, att lymfkörtlarna under normala förhållanden ej kunna åstadkomma någon skugga på Röntgenplåten, så kan man numera ej fränkänna dem betydelse vid förstärkande af hilusteckningen, innan de ännu undgått någon som helst patologisk förändring. — För tydande af abnorma teckningar inne i själfva lungfälten blir det af största betydelse att afgöra, huru långt in i lungorna man vågar räkna med förefintligheten af lymfkörtlar. Cruveilhier har



trott sig kunna påvisa dylika pulmonala lymfkörtlar i vinkeln mellan bronchförgreningarna ända in till broncher af 4:de ordningen. Under förutsättning att dessa anatomiska iakttagelser äro riktiga kommer differential-diagnosen mellan en infekterad lymfkörtel och andra förändringar i lungväfven, event. lunghärden, att

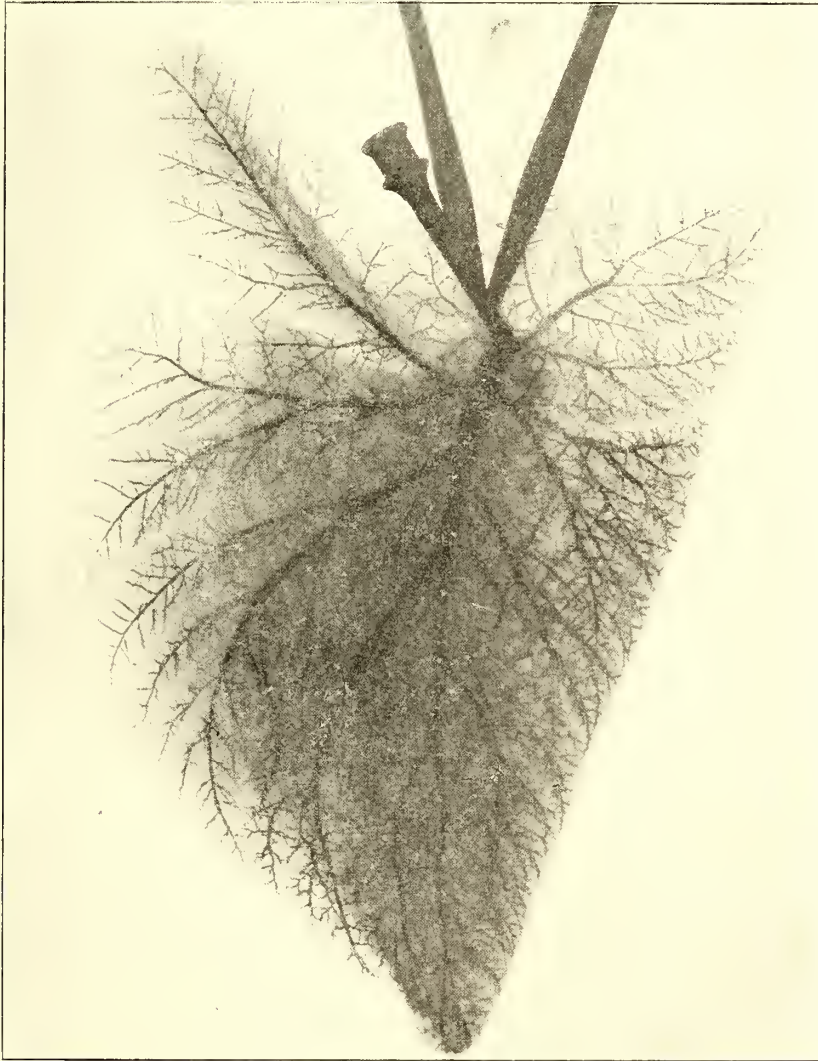


Fig. 8.

Figuren visar fördelningen af blodkärlen (lungarteren) i en lunga (kalflunga).  
Lungarteren injicerad med vismutemulsion.

ställa sig synnerligen vanskelig. Man har visserligen velat fastslå sagittalplanet i mamillar-linjen som den gräns, utanför hvilken man ej har att räkna med lymfkörtelelement, men helt naturligt kunna primärhärddar finnas äfven medialt om denna gräns.



De tidigaste patologiska förändringarna af tuberkulös natur i lungorna äro — fränsedt degenerationsprocesser i hiluskörtlarna — större och mindre härdar i lungväfven. Enligt de båda gängse uppfattningarna om tuberkulosens uppkomst skulle de uppstå antingen primärt efter inhalation af tuberkelvirus eller sekundärt

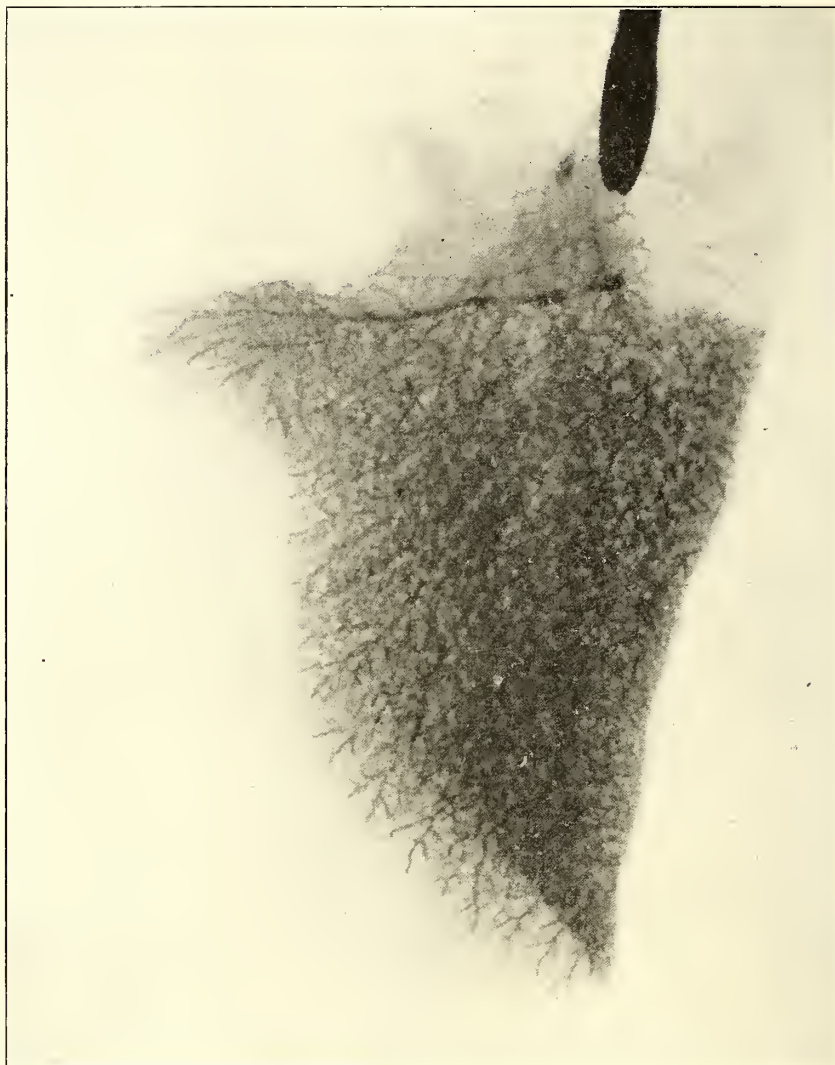


Fig. 9.

Figuren visar blodkärlsfördelningen i en lunga (kalflunga).  
Arteren injicerad med vismutemulsion.

genom en retrograd spridning från de i hilus belägna tuberkulöst förändrade lymfkörtlarna. Som ett differentialdiagnosticum mellan dylika härdar och lymfkörtlar har man velat framhålla, att härdarna skulle äga en starkare markerad begränsning och vara af större täthet än lymfkörtlarna. Härdarnas utseende på Röntgen-

plåten ter sig naturligtvis olika efter det patologiskt-anatomiska stadium, i hvilket de befinna sig. En börjande liten otydlig infiltration måste helt naturligt gifva en mindre distinkt fläck på Röntgenplåten än en väl afgränsad härd, som redan under-



Fig. 10.

Figuren visar fördelningen af broncherna i en lunga (kalflunga).  
Hufvudbronchen injicerad med vismutemulsion.

gått kalkvandling. Hvad härdens storlek beträffar, kan man ej med säkerhet utdifferentiera mindre fläckar än af ett knappnålshufvuds storlek. De vanligaste storlekarna på lunghärdar, som man finner, äro hirskorns- till ärtstora. Ett vant öga torde emellertid på en absolut förstklassig plåt utan större svårighet kunna urskilja

äfven knappnålshufvudstora härdar, i all synnerhet om det finnes härdar af olika storlek i samma lungfält till jämförelse.

För att afgöra *hurvida en lunghärd är primär eller uppkommen först sekundärt* bör den iakttagelsen vara af värde, att lungväfven omkring en primär härd mestadels förefaller vara fri och klar, under det att den genom retrograd spridning uppkomna sekundära härden oftast med ett eller flera mer eller mindre tydliga stråk sammanhänges med hiluskörtlarna. Den primära härden ger emellertid förr eller senare, som vi veta, upphof till förändringar i de lymfkörtlarna, som regionärt motsvara densamma. Se tafla II: 2 och IV: 2. Härvid sker spridningen af tuberkelvirus, d. v. s. bacillerna, genom lymfkärlen, men dessa behöfva därför ej omedelbart undergå förändringar, då bacillerna föras tämligen snabbt framåt i lymfströmmens riktning och ej så lätt kunna vidhäfta lymfkärlens väggar. För att en retrograd spridning däremot skall kunna äga rum, förutsättes primära förändringar i lymfkärlen eller i de broncherna och blodkärlen omgifvande lymfbanorna, se fig. 11. Det är därför tydligt, att vi i så fall ej finna tuberkulösa förändringar längre ut i lungväfven, än där resp. bronchialväggar, blodkärl och lymfbanor äro förändrade. Rent a priori hafva vi således rätt att vänta oss finna på Röntgenplåten ett förbindelsestråk mellan den primära körteln i hilus och den sekundära härden i lungan. I de fall, där man finner härdar i lungorna, finner man emellertid också en förstärkning af hilusteckningen samt från denna utåt divergerande, grenformigt uppdelade, tydligt markerade stråk, hvilka emellertid sällan nå intill härden. Likartade stråk, d. v. s. en lokal förstärkning af lungteckningen, har man understundom påträffat utan att man funnit härdar i lungväfven. Se tafla I: 1—2. I dylika stråk, som ofta nog förete en jämn, likartad täthet, kan man vid andra tillfällen konstatera begränsade förtätningar och utbuktningar af större eller mindre storlek, hvilka man närmast skulle vara benägen att tyda såsom sekundära härdar. De primära härdarna, se tavlorna II: 1, III: 1—2 och IV: 2, gifva sig tillkänna såsom rundade eller oregelbundet formade, men distinkt begränsade fläckar, kringströdda här och hvar i lungorna, ofta nog samlade intill hvarandra, men understundom på vidt skilda ställen. De kunna variera i storlek, så att man samtidigt med en eller annan ärtstor finner några mindre grynstora ända till knappnålshufvudstora. De största äga i allmänhet den största tätheten, som ofta nog gör, att de framträda lika distinkt som en projektil; ju mindre de äro, desto mindre täthet äga de, och många äga endast en obetydligt större täthet än omgifningen. Härdar af olika täthet kunna ligga bredvid hvarandra. Ett lungfält, som är tätt genomsett af dylika härdar, är ibland markeradt från de omgifvande lungpartierna genom en viss diffus förtätning eller fläckighet. I några fall har det närmast omkring härden liggande lungfältet betecknats af en mera kompakt skugga, sammanhängande med midtelskuggan. (Slukas trehörniga skugga.) Mera kompakta från midtelskuggan knappt afgränsade fläckar hafva påträffats vid ett eller annat tillfälle. Dessa härröra tvifvelsutan från smälta eller ostvandlade körtelkonglomerat. Ett par fall med särskildt rikliga och väl markerade härdar i lungorna förtjäna ett särskildt omnämmande.







kulossymptom. Ej heller är tuberkulosinfektion från annat håll eller senare sannolik. Efter makens död byttes bostad, sedan en ingående desinfektion af samtliga tillhörigheter ägt rum. Barnets allmäntillstånd ger nu vid handen, att han öfvervunnit sjukdomen och är stadd i normal utveckling. Han företer visserligen tidvis lindrig feber, som gifvetvis är betingad af någon ännu ej avslutad process. Hårdarnas utseende på Röntgenplåten talar emellertid för en inträdd läkning i det stora flertalet. De starkt begränsade intensivt hvita fläckarna vittna om kalkaflagring i hårdarna. En dylik läkning kan således ske under loppet af c:a 3 å 4 år. Den utbredda fördelningen af hårdarna och de flestas snarlika utseende ger också vid handen, att infektionen skett samtidigt på flera ställen och tydligtvis varit mycket intensiv. Röntgenbilden visar således ganska klart, att en multipel infektion i lungorna äfven i spädaste åldern kan öfvervinnas. Af speciellt intresse är naturligtvis den omständigheten, att man finner tecknen på de äldsta processerna utanför hilus i själfva lungväfven. Tvifvelsutan har den primära infektionen i detta fall skett i lungväfven och på flera ställen samtidigt, därför tala hårdarnas läge och utbredning. Jag hade tillfälle att sköta fadern under hans sista år. Trots hans egen föresats och ansträngning att iakttaga den allra största försiktighet med upphostningarna och hans sanatorieuppföstran samt moderns samvetsgranna vård af barnet, har man ej kunnat undvika smitta i hemmet. Fallet visar, att äfven den noggrannaste renlighet och den strängaste försiktighet vid hosta och med upphostningen ej varit tillräckliga att skydda barnet för smitta. Vi hafva alla skäl att antaga, att infektionen inträdde redan under barnets första månader, då fadern vid äktenskapets ingående befann sig i ett långt avanceradt stadium af lungtuberkulos. På plåten finner man, som nämnt, äfven härdar af annat utseende tydande på senare datum, samt att barnet stått under infektion en längre tid. Vi få väl därför antaga, att så länge ny infektion tillföres kroppen, så länge kunna nya härdar uppstå, i motsats till dem som hålla före, att primärinfektionen äger rum endast på ett ställe. Sannolikt skulle väl barnet slutligen dukat under, om ej smittokällan försvunnit, innan ännu kroppens förmåga att bilda motgifter var slut. Graden af infektion spelar otvifvelaktigt en afsevärd roll.

Ett snarlikt fall ha vi i N:o 123 E. L., 12 år, se tafla VI: 1. Vi veta här att fadern under många år haft lungtuberkulos, fastän af kliniskt godartadt förlopp. Han har ständigt under de senaste åren kunnat vistas uppe och tidvis t. o. m. genom yrkesarbete bidra till familjens uppehåll. Han åtnjuter sedan c:a 3 år dispensärvård och har visat sig vara ytterligt angelägen om att noga följa föreskrifter och ordningsregler, hvad hosta och upphostning beträffar, samt ständigt använda spottflaska sedan denna tid. Man borde därför också hafva fog för antagandet, att barnets infektion med sannolikhet ligger före den tid, då fadern upptogs af dispensären. Här liksom i fall 302 finna vi härdar på olika utvecklingsstadier ända upp till förkalkade. Anmärkas bör emellertid, att ett barn nyligen dog i späd ålder i tbc.-meningit samt en syster har tydliga härdar i och utanför vänstra hilus. Familjen bebor 1 rum och kök och omfattar 6 familjemedlemmar. Det ser ut

som om alla försiktighetsåtgärder skulle vara ineffektiva under dylika bostadsförhållanden.

Efter hvad Röntgenundersökningen gifvit vid handen har jag uppdelat lungfälten i tre karaktärer, samt indelat hvarje lunga i trenne fält, ett öfre, ett mellersta och ett nedre. Mot indelningen i dessa fält skulle man naturligtvis kunna göra anmärkningar, då den helt naturligt ej kunnat ske efter exakta anatomiska gränser och mått. Jag har nämligen till öfre fältet räknat den del af lungan, som nedtill begränsas af en linie i jämnhöjd med öfvergången mellan hjärt- och kärlskuggan, till mellersta fältet det nedanför liggande partiet af lungan till en horisontallinje ungefär genom mitten af hjärtskuggan samt nedre fältet det där nedanför belägna partiet. I stort sett kommer nog fältindelningen att sammanfalla med loberna, så till vida som öfre fältet under alla omständigheter motsvarar öfre lungloben, och nedre fältet nedre loben. På höger sida behöfver emellertid ej nödvändigtvis Röntgenologiska förändringar i mellersta lungfältet hänföras till midtloben. På vänster sida blir det likaledes omöjligt att afgöra om en förändring i midtelfältet tillhör öfre eller nedre loben. Från rent Röntgenologisk synpunkt spelar emellertid en dylik sak mindre roll, och jag har tillåtit mig ifrågavarande indelning, framförallt emedan mellersta fältet, som innesluter hilus, ovilkorligen måste få ett annat patologiskt anatomiskt värde än spets- och basfälten. Lungfältens olika karaktär har bestämts efter förekomsten af hårdar och förstärkt hilus — resp. lungteckning. För enkelhets skull har jag med siffran 1 betecknat sådana lungfält i hvilka man funnit fläckar, som med absolut säkerhet kunnat tydas såsom hårdar, med siffran 2 sådana lungfält, där teckningen i hilus resp. lungväfven varit förstärkt och där man dessutom haft suspekta fläckar, samt slutligen med siffran 3 de lungfält som från Röntgenologisk synpunkt varit fullkomligt fria. Beteckningen 3 har i tabellerna såväl som i texten äfven ersatts med attributet god, beteckningen 2 med medelgod och 1 med dålig.

#### D. Resultatet af Röntgenundersökningen.

Hårdarna kunna, som ofvan nämnt, vara af storlek från ett knappnålshufvud till en hasselnöt och t. o. m. större, samt till sin form runda, ovala, mer eller mindre kantiga, mera sällan stjärnformiga, men ofta nog uppdelade i knottor. Från täthetssynpunkt kan man skilja mellan täthet af ungefär samma grad som lungteckningen, starkare täthet än lungteckningen, samt slutligen fullkomligt kompakta på negativet hvita fläckar lika tydligt afgränsade som en projektil. Som man emellertid i de flesta fall på samma plåt oftast finner hårdar af olika karaktär samtidigt, så har jag ej velat särskilja hårdarnas utseende vid jämförelsen mellan lungförhållandena och öfriga observerade faktorer.

Nedanstående tabell visar hur de Röntgenologiska fynden efter resp. beteckningar 3, 2, 1 fördela sig i lungorna.

Vänster Lunga			Höger Lunga		
<i>Öfre fältet.</i>			<i>Öfre fältet.</i>		
1 19	2 82	3 210	1 13	2 78	3 220
<i>Mellersta fältet.</i>			<i>Mellersta fältet.</i>		
1 75	2 159	3 77	1 72	2 167	3 72
<i>Nedre fältet.</i>			<i>Nedre fältet.</i>		
1 20	2 76	3 215	1 91	2 141	3 79

Följande tabell visar det aritmetiska mediet för de olika lungfälten beräknadt efter beteckningarna resp. 3, 2 och 1.

Vänster Lunga			Höger Lunga		
<i>Öfre fältet.</i>			<i>Öfre fältet.</i>		
1 19 (6 %)	2 82 (26 %)	3 210 (68 %)	1 13 (4 %)	2 78 (25 %)	3 220 (71 %)
medelvärde 2,614			medelvärde 2,665		
<i>Mellersta fältet.</i>			<i>Mellersta fältet.</i>		
1 75 (24 %)	2 159 (51 %)	3 77 (25 %)	1 72 (23 %)	2 167 (54 %)	3 72 (23 %)
medelvärde 2,006			medelvärde 2,000		
<i>Nedre fältet.</i>			<i>Nedre fältet.</i>		
1 20 (6 %)	2 76 (24 %)	3 215 (69 %)	1 91 (29 %)	2 141 (45 %)	3 79 (25 %)
medelvärde 2,627			medelvärde 1,961		

% beräknad efter 311 fall.

Nedanstående tabell visar en jämförande öfversikt öfver några af patologernas resultat jämförda med det Röntgenologiska resultatet af mina undersökningar.

	Lungor	Läge i lunglob	Antal	Storlek
Küss	Lika ofta i den högra som i den vänstra.	Oftast de nedre loberna, sällan de öfre och nästan aldrig spetsarne.	Stundom utgöres härden af en liten grupp tätt intill hvarandra stående knottor. Oftast blott en härd.	Knappnålshufvudstor till hasselnötstor.
Gohn	I fall med en lunghärd var högra lungan oftare säte för denna härd än den vänstra. Vanligtvis var endast en lunga engagerad och då förträdesvis den högra. Högra lungan uppvisar fler primärhärddar än den vänstra. I hälften af fallen med 2 härddar i en lob var vänstra lungan oftare engagerad än den högra. Å 170 fall.	Högra öfre loben var den vanligaste platsen. Sedan vänstra öfre och högra nedre, därpå följär vänstra nedre och slutligen högra mittelloben.	Af 170 fall funnos i 130 fall 1 härd » 25 » 2 härddar » 11 » 3 » » 5 » 4 » » 6 mer än 4 härddar	Knappnålshufvudstor hamprörlinsärt, körsbärs-kärn, bönkörsbärs-hasselnötvalnötss stora.
H. Albrecht		I hvilka delar af lungan som helst.	Oftast blott 1 härd.	
Berglund	176 lungfält i högra lungan, 114 lungfält i vänstra visade lunghärddar. 386 fält betecknades susp. i högra lungan. 317 fält betecknades susp. i vänstra. 371 fält fria i högra. 502 » » » vänstra. Å 311 fall.	I hvilka delar af lungan som helst. Högra nedre lungfältet var oftast säte för förändringar. 91 fall. Därefter kom vänstra lungans mellersta 75 fall, så högra lungans mellersta 72 fall, sedan vänstra lungans nedre 20 fall, vänstra öfre 19 fall samt högra öfre 13.	I 286 fält funnos härddar alltså i 92 %. Oftast funnos mer än 1 härd. Härddar påträffas ofta samtidigt i olika utvecklingsstadier.	Knappnålshufvudstora till hasselnötstora.



Nedanstående sammanställning visar jämförelse mellan resultaten af olika Röntgenologiska undersökningar på primärhärden.

	Utseende	Läge i lung.	Storlek
Rach	Skarpt konturerade fläckar fria från omgifningen. »Scharf umschriebener Schatten isoliert und frei».	Mestadels i en lob och tätt intill hvarandra. Högra lungan visar flera härdar än den vänstra, den högra öfre loben de flesta. För att erkännas som härdar måste de ligga på ett bestämt afstånd från hilus i lunglobernas periferi. De regionära hiluskörtlarna måste samtidigt förete förändringar.	Bönstora och mindre.
Simon	Skarpt konturerade, täta fläckar. »Scharf umrissene Schattenherde».	Mestadels perifert, utanför mammillar sagittalplanet.	Hirskorn-, ärtstorlek ibland så försvinnande liten att den ej kan säkert påvisat.
Berglund	Skarpt och distinkt konturerade, täta och mindre täta fläckar af rundad eller oregelbunden form mestadels omgifna af ett fritt fält eller förenade med hilus genom ett tunnare grenformigt stråk. Stundom gruppvis anordnade knotttror. I olika utvecklingsstadier.	Mestadels ett stycke från hilus, i hvilka delar af lungorna som helst. Företrädesvis i högra lungans nedre fält samt de båda lungornas midtelfält.	Från ett knappnålsnufvudsstorlek till storleken af en hasselnöt. Ofta af varierande storlek i samma lunga.

Vid en granskning af det Röntgenologiska fyndet, med afseende på härdarnes fördelning i lungorna, har det framgått att högra lungan visar en sämre situation än den vänstra, i det att vi å 311 fall ha i 174 lungfält funnit härdar i högra lungan mot 112 i vänstra. 386 fält i högra lungan voro suspekta mot 317 i vänstra. Högra lungan uppvisar endast 371 fria fält, den vänstra däremot 502. Beträffande de olika fälten i lungorna så företer högra nedre fältet det största antalet härdar (91 ggr), därefter komma de båda mellersta med resp. 75 fall i vänstra och 72 i högra, sedan vänstra nedre fältet med 20 fall, vänstra öfre fältet med 19 fall och slutligen högra öfre med 13 fall. Af ofvanstående att döma ser det ut som om högra lungans mellersta och nedre parti samt vänstra lungans mellersta oftast skulle vara säte för tuberkuloslokalisationen. Hos 311 undersökta barn kunde man i 147 fall påvisa härdar d. v. s. i 47,3 %, och hos dessa 147 funnos härdar i 300 lungfält d. v. s. fördelade på hvarje fall 2,04. Granskar man de med 2 betecknade fälten, så finna vi äfven här, att de båda mellersta fälten i respektive lungor oftast förete suspekta förändringar, hvilket gifvetvis har sin förklaring däri,

att dessa fält i sina mediala partier innefatta hilus, där man så godt som alltid finner förändringar i form af en förstärkning resp. förstoring af teckningen. Det är också helt naturligt, att en hel del härdar, som i sagittalprojektionerna befinna sig bakom eller framför hilusteckningen, ej med säkerhet kunna utdifferenteras utan i stället komma att hänföras till hilusteckningen. Häraf följer, att de båda mellersta fälten ifråga om tydningen blifva ytterligt vanskliga. Högra mellersta fältet har i 311 fall 167 ggr företett suspekta förändringar, det vänstra mellersta 159 ggr. Sedan följa det högra nedre fältet 141 ggr, vänstra öfre 82 ggr, högra öfre 78 ggr samt vänstra nedre 76 ggr. Äfven ifråga om de suspekta lungfälten dominerar som ofvan nämnt den högra lungan med 386 tillfällen mot 317 i den vänstra. I motsats till Gohn har jag funnit det högra öfre lungfältet vara det minst engagerade. I 311 fall har högra öfre lungfältet visat sig vara fritt 220 ggr, därnäst följa det vänstra nedre 215 ggr, det vänstra öfre 210 ggr, det högra nedre 79 ggr, slutligen det vänstra mellersta och det högra mellersta lungfältet med resp. 77 och 72 ggr. Man skulle här med fog kunna fråga »äro de funna multipla härdarna samtliga primärhärdar eller möjligen en del sekundära s. k. aspirationshärdar»? — Det är gifvetvis ej möjligt att i alla fall med säkerhet afgöra denna fråga och man kan helt naturligt ej förneka möjligheten af att en del sådana härdar äro sekundära aspirationshärdar. Man förutsätter emellertid gärna, för att aspirationshärdar skola uppkomma, att kliniska tecken skola hafva förefunnits vid något tillfälle. Då här-till kommer, att härdarne framträda med olika tydlighet, torde det knappast ligga inom möjlighetens område att i hvarje fall afgöra det ifrågavarande spörsmålet.

Af öfversiktstabellen framgår, att de delar af lungorna där luftströmmen är starkast oftare blifva säte för tuberkulösa förändringar. De båda lungspetsarne förete förhållandevis en lindrig infektion, hvilket i analogi härmed skulle förklaras af rena tyngdlagsförhållanden på så sätt, att bacillerna på grund af sin tyngd ej skulle så lätt kunna följa med inandningsluften uppåt utan tämligen snart fastna i den del af lungan, som motsvarar den raka vägen för respirationsluften. Efter Röntgenplåtarna att döma ser det ut, som om den tuberkulösa infektionen skulle kunna ske dels och hufvudsakligast genom en primär härd i lungan, uppkommen genom inhalation, dels ock under vissa andra exceptionella förhållanden genom lymfvägarne. Den förre möjligheten äger sitt starkaste stöd i patologernas iakttagelser liksom i de vanligaste Röntgenologiska fynden. Då man nu därjämte finner Röntgenplåtar med tydliga hilusförändringar och förstärkt lungteckning utan härdar, hafva vi dock fog för antagandet af en primär infektion i hiluskörtlarne. Se vi sålunda en förstärkt lungteckning i ett lunggebit, som är fritt från härdar, kan man mycket väl tänka sig orsaken och förklaringen till detta ligga däri, att genom lymfvägarne infekterade och degenererade hiluskörtlar genom skrupning och ärrvandling åstadkomma ett tryck med ty åtföljande lymfstas, samt eventuellt retrograd tuberkulös infektion i de blodkärlen och broncherna omslutande utspända lymfkärlen. Skillnaden emellan en primär inhalationshärd och en sekundär genom retrograd infektion uppkommen härd skulle som ofvan antydtt är ligga däri, att den primära härd

är omsluten af en zon fri lungväf, under det att den genom retrograd infektion uppkomna sammanhänger med hilus genom stråk i den förstärkta lungteckningen. Den förut af flera gjorda patologiskt anatomiska iakttagelsen, att hilusförändringar i vissa fall kunna påvisas utan härdar, har äfven erkänts af Gohn, som då antagit att den primära härden resorberats.

Sedan nu Röntgenundersökningen gifvit vid handen att man hos barn, som ej förete några som helst sjukliga symptom, ändå i nära 50 % af fallen kan påvisa otvetydiga tecken på en infektion i lungorna, blef det af intresse att se till hur dessa Röntgenologiska fynd stämde öfverens med sådana faktorer, som man redan förut kunnat tillmäta diagnostisk betydelse. Härvid har man i första hand att räkna med tuberkulinprovet och temperaturen.

### E. Jämförelse mellan resultaten af Röntgenundersökningen och af det v. Pirquetska tuberkulinkutanprovet.

v. Pirquetska tuberkulinkutanprovet har utförts å samtliga 311 fallen, efter öflig metod med koncentrerad Kocks Alt-Thuberkulin.

Ympningen företogs efter en efteraftvättning med v. Pirquetska nålen. Tuberkulindroppen fick torka in under några minuter. Efter 24 timmar kontrollerades provet. Var reaktionen positiv, uppmättes härden i två mot hvarandra vinkelräta dimensioner. Närliggande figur, fig. 12, visar tuberkulinreaktionernas storlek och antal. För den händelse ingen reaktion syntes, pålades ånyo skyddsförbandet och ny kontroll företogs efter 24 timmar. Var den ännu negativ, tillsades barnen att själfva noga aktgifva på ympstället och visa sig, om någon rodnad skulle uppstå omkring fläcken. I ett och annat fall kunde en »Spätreaktion» konstateras.

Då det i vissa fall visade sig omöjligt att med säkerhet afgöra, huruvida positiv reaktion förelåg, afskiljde jag alla tvifvelaktiga fall i en grupp, som jag betecknat med ?. Jag fick sålunda tre grupper: positiva som betecknats med +, tvifvelaktiga, som betecknats med ? och negativa som jag betecknat med —. Resultatet af tuberkulinkutanprovet i 311 fall ställde sig sålunda:

202	=	65 %	visade	+	reaktion
81	=	26 %	»	?	»
28	=	9 %	»	—	»

fig. 12 visar att det ojämförligt största antalet fall hade en kutanreaktion af  $3 \times 3$  till  $6 \times 6$  mm. Den största reaktionen var 42 till 45  $42 \times 45$  mm. Medelvärdet på kutanreaktionens storlek var  $8,523 \times 8,523$  mm. Fördelar man de med ? betecknade fallen rödt, på resp. + och — fallen efter resp. antal, så komma 71 fall ytterligare till + fallen. Medelvärdet kommer då att falla på  $6,696 \times 6,696$  (röd linie).

Vill man nu verkställa en jämförelse mellan de Röntgenologiska lungfynden och tuberkulinkutanprovet, så erinra vi oss att af de 311 fallen 147 fall, alltså

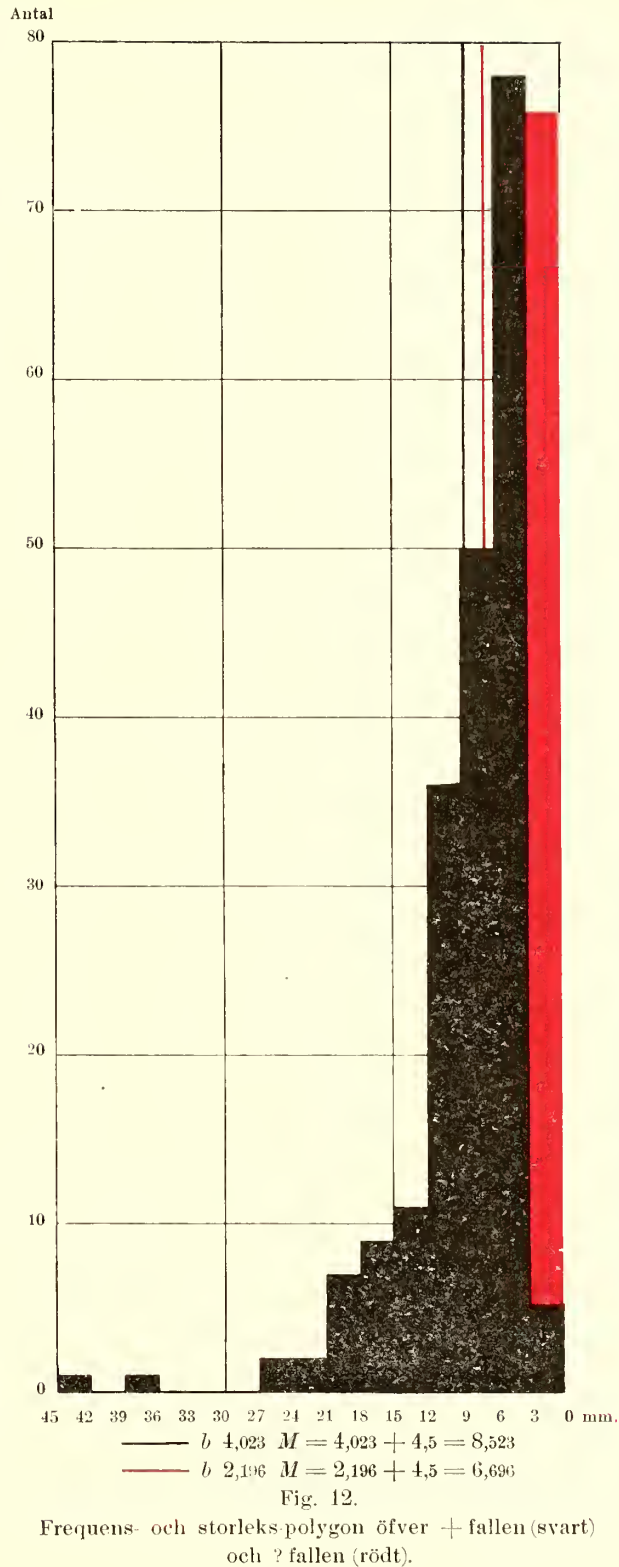


47,3 %, företedde härdar i lungorna, under det att man i 164 fall ej kunde påvisa sådana.

Uppdelar man lungorna efter de respektive beteckningarne 1, 2 och 3 och upptar i en grupp alla de fall, som innehålla ett eller flera med siffran 1 betecknade fält samt i en annan grupp de öfriga, och jämför tuberkulinkutanprovet, så ställer sig resultaten som af följande tabell framgår:

Grupp I med lungfält, som kunnat betecknas med siffrorna 2 och 3		Grupp II med lungfält, som kunnat betecknas med siffran 1	
Tuberkulinkutanprovet v. Pirquet	+	105 fall = 64, %	+ 97 fall = 66 %
	?	42 = 25,7 %	? 39 = 26,6 %
	—	17 = 10,3 %	— 11 = 7,4 %

Man finner af tabellen, att det föreligger en ganska obetydlig skillnad mellan debåda grupperna, dock har man i Gruppen II någon större % + fall och mindre — fall än i Grupp I.





Om man till Grupp I endast vill hänföra sådana fall, där man har högst två med siffran 2 betecknade fält och de öfriga betecknade med siffran 3, så får man en tabell af följande utseende:

Grupp I innehållande fall, där högst två lungfält betecknats med siffran 2 = 91 fall		Grupp II innehållande fall med ett eller flera med siffran 1 betecknade fält = 147 fall
Tuberkulin-kutanprovet v. Pirquet	$+ 58 \text{ fall} = 63,8 \%$ $? 24 \text{ »} = 26,4 \%$ $- 9 \text{ »} = 9,8 \%$ <hr/> S:ma 91 »	$+ 97 \text{ fall} = 66,0 \%$ $? 39 \text{ »} = 26,6 \%$ $- 11 \text{ »} = 7,4 \%$ <hr/> S:ma 147 »

Någon mer påfallande differens mellan de båda grupperna synes ej heller här föreligga. Skillnaden efter denna fördelning af fallen i Grupp I mellan grupperna tyckes ej nämnvärd i jämförelse med den förra. De negativa tuberkulinfällen i första gruppen äro större än i den andra, de positiva däremot något mindre.

Det måste betraktas som en egendomlighet, att man bland de fall, som räknats till Grupp I i den senaste uppdelningen finner så stort % tal positiva kutanreaktioner. Då tuberkulinreaktionen ger vid handen, att tuberkulosinfektionen i människokroppen ägt rum, så kunna vi däraf draga den slutsatsen, att den tuberkulösa infektionen är att söka annorstädes än i själfva lungväfven. Men nu veta vi också, att lungorna resp. hiluskörtlarna utgöra ett praedilektionsställe för den tuberkulösa infektionen i människokroppen. När tuberkulinprovet ger ett positivt utslag på ett barn, som ej företer några som helst sjukliga symptom från andra organ och därtill lungväfven ej är säte för några tuberkulösa förändringar i form af härdar, så föreligger en viss sannolikhet för antagandet, att tuberkulosen är lokaliserad till körtlarna i hilus resp. mediastinum och att infektionen kan äga rum primärt i dessa. Detta öfverensstämmer väl med det faktum, att man understundom kan finna tydligt och väl markerade stråk på lungteckningen, utan att man regionärt finner några härdar.

Det förtjänar emellertid i detta sammanhang att anmärkas, att meningarna angående kutanprovets diagnostiska värde äro mycket delade. Att det v. Pirquetska kutanprovet i fråga om barn i de första två lefnadsåren äger ett obetingadt värde, därom är likvisst de flesta forskare öfverens. Hamburger sammanfattar sin erfarenhet om tuberkulinkutanprovet i följande: »Die Tuberkulinreaktion ist also im 1. und auch noch im 2. Lebensjahre von sehr grosser diagnostischer Bedeutung. Im 3. und 4. Lebensjahre ist sie schon mit viel grösserer Vorsicht zu verwenden, wenn sie positiv ist, weil in diesem Alter die Tuberkulose schon relativ häufig ist und inaktive Tuberkulose, wenn auch noch selten, schon vorkommt. Vom 5. und 6. Lebensjahre an besonders ist eine positive Tuberkulinreaktion nur mit der grössten Vorsicht zu verwenden, weil von nun ab die Tuberkulose sehr häufig ist und auch die inaktive, ausgeheilte Form recht oft vorkommt. Es liegt daher vom 5.—6. Lebensjahre an die Bedeutung der Tuberkulinreaktion mehr in ihrem negativen Aus-

fall. Der negative Ausfall der Kutanreaktion spricht aber nie mit Sicherheit gegen aktive Tuberkulose. Dagegen besitzt der negative Ausfall der Tuberkulinreaktion immer einen sehr grossen diagnostischen Wert, weil wir dann Tuberkulose als Krankheitsursache ausschliessen können.» Af senare tidars undersökningar öfver hithörande ting förtjänar särskildt nämnas Andersen: »Einige Untersuchungen über die klinische Anwendbarkeit der lokalen Tuberkulinreaktion» (Beiträge z. Klin. d. Tuberk. 1913.) Andersens erfarenheter framgå af följande: »Der positive Ausfall der Kutisreaktion ist nicht so häufig wie man erwarten sollte, wenn die Reaktion wirklich ein erschöpfender Indikator für einen früheren Kontakt zwischen Organismus und tuberkulösen Virus wäre. Bei wiederholten Kutisreaktionen hielt in einen sehr grossen Anzahl von Fällen Sensibilisierung gegenüber Tuberkulin ein, selbst wenn die Reaktion zum ersten Mal negativ war. Bei der Anwendung der Reaktion in diagnostischer Absicht bei Kindern muss man die Aufmerksamkeit darauf richten». Samma år finner man följande uttalande af N. Stricher (Zu Tuberkulindiagnostik im Kindesalter. Monatschrift f. Kinderheilk.): »Der negative Ausfall der Tuberkulinreaktionen ist weder im Säuglings- noch im späteren Kindesalter streng beweisend für das Fehlen von Tuberkulose» — och vidare: Der diagnostische Wert der Tuberkulinreaktion ist vielfach überschätzt worden».

Följande tabell visar en sammanställning af de Röntgenologiska lungfynden uppdelade i åldersgrupper och tuberkulinkutanprovet enligt v. Pirquet.

Pqt.	lung.	5 år.	6 år.	7 år.	8 år.	9 år.	10 år.	11 år.	12 år.	13 år.	S:ma.
+	g.	3	3	3	9	7	6	15	9	3	58 = 28,7 %
	mg.	2	—	8	4	6	3	13	8	3	47 = 23,3 %
	d.	3	1	8	13	10	15	12	18	17	97 = 48,0 %
											202
?	g.	1	4	4	4	2	2	4	2	1	24 = 29,6 %
	mg.	—	1	3	1	1	6	2	2	2	18 = 22,2 %
	d.	1	2	5	6	9	3	3	4	6	39 = 48,2 %
											81
—	g.	2	1	3	—	—	1	—	2	—	9 = 32,1 %
	mg.	1	—	1	2	1	—	1	2	—	8 = 28,6 %
	d.	—	1	—	2	3	2	2	1	—	11 = 39,3 %
		13	13	35	41	39	38	52	48	32	28
											S:ma. 311

g. = lungor med högst två fält betecknade med 2, de öfriga fälten med 3.

mg. = » » mer än två fält betecknade med 2, dock utan fält betecknade med 1.

d. = » » ett eller flera fält betecknade med 1.

A. Hamburger påpekar följande om tuberkulinreaktionen: »Es ist zweckmässig, diese Reaktion zuerst zur Anwendung zu bringen, weil sie völlig ungefährlich ist . . . . und kaum schmerzhaft genannt werden kann». Min erfarenhet af tuberkulinreaktionen tvingar mig likvisst att göra en liten erinran mot Hamburgers m. fl. påstående om reaktionens ofarlighet. I ett fall inträffade en så häftig reaktion, att vederbörande blef nödsakad intaga sängen, och i ett par andra fall voro symptomen visserligen

lindrigare, men dock så svåra, att patienterna fingo underkasta sig behandling. Det första fallet gällde en 12-årig yngling, som var hurtig och pigg, och hos hvilken intet anmärkningsvärdt i fråga om allmäntillståndet eller sjukdomar kunde konstateras. Det förtjänar anmärkas, att vederbörande tillhörde de sist undersökta fallen samt, att ingen af de med honom samtidigt undersökta företedde några egenheter i fråga om reaktionen. Reaktionen företogs under absolut aseptiska kauteler. Redan ett par timmar efter ympningen kände han en sprängande och stickande smärta i underarmen, styfhet vid rörelse i armbågsleden, illamående, hufvudvärk och hjärtklappning. På kvällen fick han en våldsam frossbrytning och feber, allt under det armen svullnade upp. Då jag följande dag såg honom, var hela armen diffust svullen och röd, svullnaden och rodnaden starkast omkring ympningsstället, öfver hvilket epidermis var upplyftad i en cirka 2-kronors stor blåsa. Hans allmäntillstånd var betydligt påverkadt; ögonen voro glansiga, tungan och läpparna torra, hjärtverksamheten svag och hastig, temperaturen omkring 40. Han fick Burows sprit omslag öfver hela armen och ordination om absolut stillaliggande med högt underbäddad arm. Under de närmaste 2 å 3 dagarna var tillståndet tämligen oförändradt. Från och med 4:de å 5:te började emellertid symptomen försvinna, och efter 14 dagar var han fullt återställd. Det inträffade återupprepades, som förut nämndt, om några dagar i ytterligare ett par fall, ehuru väl i betydligt lindrigare grad. Då möjligheten af en samtidigt septisk infektion visserligen ej med absolut säkerhet kan uteslutas, förtjänar det anmärkas, att samtliga symptom försvunno utan att lämna efter sig några som helst spår i form af ansvällda lymfkörtlar i armbågsvecket eller axelhålan samt, att allmänsymptomen i väsentlig grad afveko från de vid en septisk infektion vanliga. Det inträffade manade emellertid till en viss försiktighet, och man torde göra klokt i att underrätta de anhöriga om möjlighet af en viss öfverkänslighet gent emot tuberkulin, om man vill undvika obehagligheter.

#### **F. Jämförelse mellan resultaten af Röntgenundersökningen och temperaturmätningar.**

Den följande uppgiften var att se efter, huruvida föreliggande material företedde några egenheter beträffande temperaturen och i så fall, i hvilket sammanhang dessa egendomligheter kunde stå till de Röntgenologiska lungfynden.

Som förut nämndt är verkställdes temperaturmätningar på samtliga barn innan de öfriga undersökningarna gjordes. På skolbarnen mättes temperaturen på eftermiddagarne under loppet af 7 dagar. Mätningen skedde omedelbart efter skolarbetets slut alltså omkring kl. 4 e. m. och företogs med vanliga febertermometrar i rectum under minst fem minuter. På barnen under skolåldern skedde temperaturundersökningen vid samma tid på dagen och på samma sätt antingen i hemmen af skolad sköterska eller i min mottagnings-lokal. Temperaturer antecknades, och för hvarje barn uppfördes en kurva, där maximi- och minimitemperaturen samt genomsnittstemperaturen särskildt anmärktes. Det förtjänar här påpekas, att tem-



peraturundersökningarna företogs med en mängd väl justerade och ofta kontrollerade termometrar. Samma barn råkade sällan få samma termometer dagligen. Stundom företogs kontrollmätningar med olika termometrar på samma dag.

En egendomlighet, som här kan vara värd ett omnämnande var den, att man oftast eller så godt som konstant fann de högsta temperaturstegringarna sådana dagar, då barnen voro lediga från skolgång på eftermiddagarna. Förklaringen här till torde väl närmast vara att söka i den omständigheten, att barnen under ifrågasvarande dagar varit i rörelse mera än eljest, och man finner stöd åt ett dylikt antagande i de resultat, som på sista tiden gjorda undersökningar öfver den rectala temperaturmätningen gifvit vid handen. Så påpekar t. ex. Weinert i München Med. Woch. Schr. 1913 N:o 28 i en uppsats »Über die rectale Temperatur-Steigerungen» att det vid gående inträder en förhöjd kroppstemperatur i de nedre kroppsdelarne, under det att temperaturen i axelhålan kan vara fullkomligt normal. Han tillråder därför att icke tillmäta en ringa temperaturstegring i rectum på människor, som ej äro i absolut stillhet någon större betydelse. Lippmann uttalar sig i samma riktning i en uppsats »Ergebnisse vergleichender Untersuchungen von Achsel- und Rectumtemperatur nach einem grossen Marsche». Deutsche Med. Woch. Schr. 1913 N:o 31.

Närstående kurva, fig. 13, visar dels medeltemperaturförhållandena hos de 311 fall, hvaraf mitt material bestod = svart, dels maximaltemperaturen = röd. Som man här ser kommer det största antalet i fråga om medeltemperaturen att ligga på 37,8. 40 fall ligga med sin medeltemperatur öfver 37,8. 217 med sin medeltemperatur under 37,5. Då materialet endast omfattar kliniskt friska barn, ser det ut som om medelmaximaltemperaturen bör förläggas något öfver 37,5. Den högst uppnådda temperaturen har varit 39,5, den lägsta 36,5. Det verkliga mediet kommer nämligen att falla på 37,57 efter en strängt matematisk beräkning. Medelfelet blir här endast 0,017.

Vid mina jämförelser har jag uppdelat materialet i tvenne grupper: feberfria och febrila, och har som febrila räknat de fall, som af 7 undersökningar vid minst 4 tillfällen visat en temperatur öfver 37,5 på e. m. Av samtliga 311 fallen hafva 231 företett feber under det att 80 varit feberfria.

Vill man jämföra de Röntgenologiska lungfynden med de sålunda funna temperaturförhållandena, så får man under bibehållandet af föregående gruppindelning af lungorna följande tabell.

## GRUPP I

innehållande fall med beteckningen 2  
och 3 fall af lungfälten = 164 fall.

*Temperatur.*

121 fall = 73,8 % = febrila

43 » = 26,2 % = feberfria

Summa 164 fall

## GRUPP II

innehållande fall med ett eller flera med  
siffran 1 betecknade lungfält = 147 fall.

*Temperatur.*

110 fall = 74,8 % = febrila

37 » = 25,2 % = feberfria

Summa 147 fall

Af denna tabell framgår att Grupp I innehåller en obetydlighet mindre febrila och flera feberfria än Grupp II.



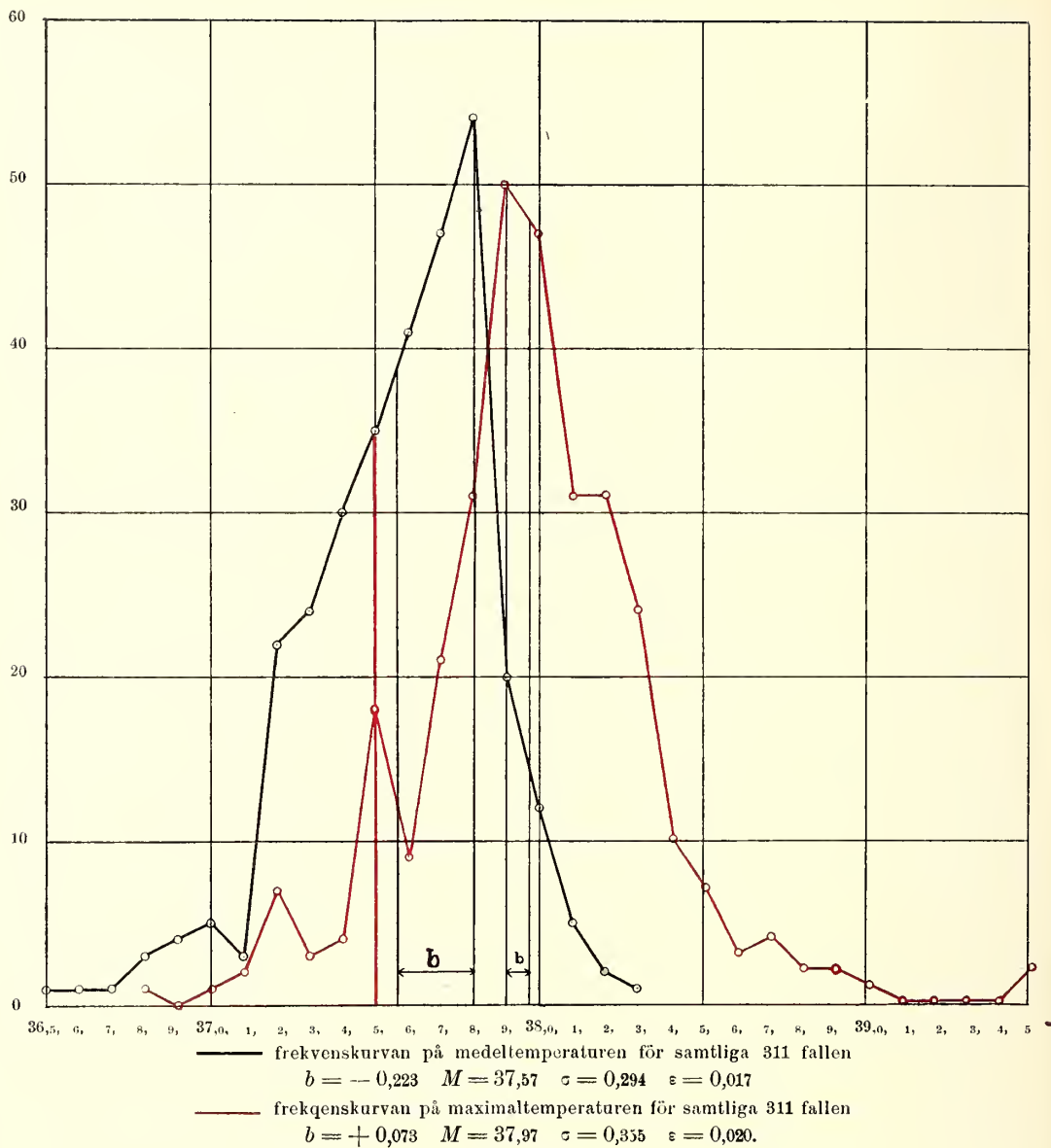


Fig. 13.

Medräknas i grupp I endast sådana fall som äga högst två fält, som kan betecknas med siffran 2, så får tabellen följande utseende,

## GRUPP I

fall med högst två med siffran 2  
betecknade lungfält = 91 fall.

*Temperatur.*

63 fall = 69,3 % = febrila

28 » = 30,7 % = feberfria

S:ma 91 fall

## GRUPP II

fall med ett eller flera med siffran 1  
betecknade lungfält = 147 fall.

*Temperatur.*

110 fall = 74,8 % = febrila

37 » = 25,2 % = feberfria

S:ma 147 fall

och man finner nu en större skillnad mellan såväl feberfria som febrila i de båda grupperna i väntad riktning. I grupp I hafva vi mindre antal febrila och större antal feberfria än i grupp II. Det ser därför ut som om lungfyndet hade ett visst samband med temperaturförhållandena. Vid en enkel korrelationsberäkning efter »fyrfältsmetoden»  $\frac{ad - bc}{ad + bc} = q \frac{(a) 63 \mid (b) 110}{(c) 28 \mid (d) 37}$  får man en korrelationskoefficient  $= 0,138$ , som emellertid ej antyder något större samband.

Om man däremot vill göra en jämförelse mellan det Röntgenologiska lungfyndet och å ena sidan de fall, som hafva sin medeltemperatur under 37,5 samt å den andra de fall, som hafva sin medeltemperatur öfver 37,8 och slutligen de fall, som med sin temperatur falla däremellan, så finna vi efter följande sammanställning:

Det Röntgenologiska lungfyndet	Fall under 37,5	Fall mellan 37,5 och 37,8	Fall öfver 37,8
Goda 3	32 fall	51 fall	8 fall
Medelgoda 2	19 »	43 »	11 »
Dåliga 1	43 »	83 »	21 »
Summa	94 fall	177 fall	40 fall

genom den vanliga korrelationsberäkningen  $q \frac{ad - bc}{ad + bc}$

för korrelationen  $\frac{(a) 32 \mid (b) 8}{(c) 43 \mid (d) 2}$  associationskoefficienten  $+ 0,322$

och korrelationen  $\frac{(a) 32 \mid (b) 51}{(c) 43 \mid (d) 83}$  associationskoefficienten  $+ 0,0954$

hvilket betyder att temperaturen stiger med stigande Röntgenologiska förändringar i lungorna.

En jämförelse mellan de sist anförda faktorerna tuberkulinkutanprovet enligt v. Pirquet och temperaturförhållandena sinsemellan kunde vara af ett visst intresse, och har därför verkställt i följande sammanställning:

Tuberkulinkutanprovet enligt v. Pirquet	Febrila		Feberfria		Summa
	Fall	Procent	Fall	Procent	
+	152	65,9 %	50	62,5 %	202
?	60	25,9 %	21	26,25 %	81
—	19	8,2 %	9	11,25 %	28
Summa	231	—	80	—	311

Bland de febrila fallen funnos flera + reaktioner och färre — reaktioner än bland de feberfria, hvilket man a priori hade rätt att vänta, och det är ej uteslutet

att om de suspekta fallen underkastats vidare undersökning och därigenom blifvit fördelade mellan + och — fallen, ett ännu tydligare utslag i antydd riktning framkommit. I hvarje fall kan ett visst samband emellan de båda faktorerna ej uteslutas. Korrelationskoefficienten blir efter den förut omnämnda »fyrfälts»-beräkningen = 0,18.

**G. Granskning af materialet med hänsyn till förekomsten af palpabla körtelansvällningar å halsen, och jämförelse mellan resultaten af denna och de förut nämnda undersökningarna samt af en undersökning öfver tändernas beskaffenhet.**

Vid en sammanställning af tuberkulinkutanprofvat med å ena sidan de fall, som med sin medeltemperatur ligga under 37,5 å den andra de fall, som ligga öfver 37,8 och slutligen de mellan dessa båda gränser kommande fallen på sätt, som framgår af nedanstående tabell:

Tuberkulinkutanprofvat enl. v. Pirquet	Fall under 37,5	Fall mellan 37,5 och 37,8	Fall öfver 37,8
+	59 fall	118 fall	25 fall
?	25 »	43 »	13 »
—	10 »	16 »	2 »
Summa	94 fall	177 fall	40 fall

och efter en jämförelse genom den vanliga korrelationen först mellan de båda ytterlighetsfallen och sedan mellan den första gruppen och den mellersta så finna vi i första fallet en associationskoefficient på + 0,358, i det senare + 0,111, hvilket tydligt visar, att det positiva tuberkulinkutanprofvat ökas med stigande temperatur.

Vid en granskning af de båda temperaturkurvorna, medeltemperaturkurvan och maximaltemperaturkurvan, frapperas man af den egendomligheten, att de flesta fallen på såväl medel- som maximaltemperaturen komma att ligga mellan 37,5 och 38,0 C., och att de båda mode-värdena synas närma sig hvarandra inom nämnda gränser. Häraf skall man möjligen kunna sluta, att en temperatur på e. m. hos barn i nämnda ålder mellan 37,5 och 38 eller närmare bestämdt omkring 37,8 ej får tillskrifvas någon egentlig klinisk betydelse.

Man har sedan gammalt velat betrakta körtelansvällningar på halsen som ett tuberkulöst symptom, och helt säkert med rätta. Lymphoma colli hos barn är en alldaglig och ytterligt vanlig företeelse och står i de ojämförligt vanligaste fallen på tuberkulos grund, enligt hvad den allmänna erfarenheten gifvit vid handen. Det allmänt vedertagna sambandet mellan nu nämnda lymfkörtelåkommor och tuberkulos har blifvit så starkt, att man ofta nog förglömmar ett annat orsaksmoment

till dessa nämligen infektionssjukdomarne. Schieck påpekar emellertid som en relativt vanlig företeelse en ansvällning af halslymfkörtlarne efter scarlatina, som han benämmer lymphadenitis postscarlatinosa, och Hamburger anmärker, att en riklig halskörtelansvällning kan förekomma före och under rubeola. Samma egendomlighet omnämner Schey (Jahrb. f. Kinderheilkunde. Bd 71).

Hamburger går så långt i sina påståenden, att han understryker, att man snarare för ofta diagnostiserar tuberkulos på grund af svällda halslymfkörtlar än för sällan. Från differential-diagnostisk synpunkt måste man äfven tänka på leukämiska åkommor, särskildt om det är fråga om större körtelansvällningar på halsen. C. Sternberg har i Zeitschr. f. Heilk. Bd 19 behandlat ifrågavarande ämne och framhåller den för leukämien karaktäristiska systematiska lymfkörtelansvällningen samt den olika blodbild. Hochsinger och Hamburger hafva emellertid särskildt velat fästa uppmärksamheten på supraclavikularkörtlarnas stora diagnostiska betydelse för tuberkulos. Den senare håller före att ansvällningar af supraclavikularkörtlarna äfvensom ansvällda lymfkörtlar i axelhålan tala för pleuratuberkulos. För pleuratuberkulos talar särskildt, menar Hochsinger, ansvällda yttre thorakala körtlar. Mindre körtelansvällningar i axelhålorna eller ljumskvecken få däremot ej tillmätas någon särskild diagnostisk betydelse.

Jag var därför också angelägen om att få granska mitt material med afseende på i synnerhet körtelansvällningar å halsen. Under normala förhållanden äro väl sällan de mjuka elastiska lymfkörtlarne på halsen palpabla, därför har man rätt att antaga, att så snart körtlarne äro palpabla de också äro eller hafva varit säte för någon patologisk process. Å hvarje fall antecknades palpabla eller icke palpabla körtlar, sparsamma, enstaka eller talrika samt i fråga om storleken grynstora till bön- och hasselhötstora eller större. För mina jämförelser har jag emellertid endast indelat materialet i fall med och utan palpabla körtlar. Af de 311 undersökta barnen hade 269, alltså 86 % palpabla körtlar under det att man på 42 d. v. s. 14 % ej kunde konstatera sådana.

Vid en jämförelse mellan ofvan anförda resultat med afseende på palpabla och icke palpabla körtlar å halsen och de Röntgenologiska lungfynden framkommer följande:

## GRUPP I.

## GRUPP II.

Fall med lungfält som betecknats med siffrorna resp. 2 och 3.		Fall med ett eller flera lungfält som betecknats med siffran 1.	
Palpabla .....	139 fall 84,8 %	Palpabla .....	131 fall 89,7 %
Halskörtl. icke palpabla	25 » 15,2 %	Halskörtl. icke palpabla	15 » 10,3 %
Summa	164	Summa	146

*Obs.! Å en saknas uppgift.*

Grupp II företer större antal palpabla körtlar än grupp I. Beträffande de fall som ej äga palpabla körtlar är förhållandet omvänt. Då emellertid differensen ändå



ej är så påfallande stor bör detta tyda på, att lymfkörtelförändringar af tuberkulös natur kunna förekomma i thorax utan primär infektion af lungväfven.

Att ett bestämdt samband mellan palpabla körtlar och tuberkulinkutanproftet enligt v. Pirquet skulle föreligga, hade man all sannolikhet för. Följande tabell åskådliggör en jämförelse:

Tuberkulinkutanproftet enl. v. Pirquet	Fall med palpabla körtlar		Fall utan palpabla körtlar		S u m m a	
	Fall	Procent	Fall	Procent	Fall	Procent
+	174	64,70 %	28	66,70 %	202	65 %
?	74	27,50 %	7	16,65 %	81	26 %
—	21	7,80 %	7	16,65 %	28	9 %
Summa	269	86 %	42	14 %	311	—

och vid en enkel korrelationsberäkning efter förut angifna formel

$$q \text{ (associationskoefficienten)} = \frac{ad - bc}{ad + bc}$$

mellan ytterlighetsfallen d. v. s. + och — fallen blir denna associationskoefficient = 0,35

	Palpabla	Icke palpabla
v. Pirquet	+ (a) 174	(b) 28
tuberkulinkutanproftet	— (c) 21	(d) 7

hvilket betyder, att ett ganska afsevärdt samband förefinnes mellan tuberkulinkutanreaktionen och palpabla körtlar.

Mycket ofta finner man ansvållda lymfkörtlar på halsen hos personer med starkt carierade tänder. För att eventuellt kunna påvisa ett bestämdt samband mellan dessa båda faktorer gjordes vid undersökningen iakttagelser öfver barnens tänder. Jag indelade tänderna efter deras beskaffenhet i tre grupper, goda, medelgoda och dåliga. Till goda tänder räknades sådana tandgårdar där endast en eller annan tand var carierad, men alla tuggytor i behåll och användbara, till medelgoda de fall där 3—5 tänder voro skadade eller borta men de öfriga någorlunda felfria samt slutligen till dåliga tänder alla sådana fall, hos hvilka de flesta tänderna voro skadade eller totalt förstörda. Af 308 kontrollerade fall ägde 137 goda tänder 112 medelgoda, samt 60 dåliga.

Dessa 308 fall hafva kontrollerats med afseende på förhållandet palpabla och icke palpabla halskörtlar. Följande tabell visar fördelningen inom de olika grupperna.

Tänder	Palpabla körtlar		Icke palpabla körtlar	
	Fall	Procent	Fall	Procent
Goda .....	120	44,1 %	16	44,5 %
Medelgoda .....	97	35,7 %	15	41,7 %
Dåliga .....	55	20,2 %	5	13,8 %
Summa	272	88,3 %	36	11,7 %

En korrelationsberäkning ger vid handen en associationskoefficient = 0,019.

Då det ej förelåg något anmärkningsvärdt samband emellan tändernas beskaffenhet och körtlarne å halsen, så var ej heller något samband mellan tändernas beskaffenhet å ena sidan och tuberkulinkutanprovet å den andra att vänta. Emellertid visar en sammanställning på nedanstående sätt

Tuberkulinkutanprovet enl. v. Pirquet	Goda tänder		Medelgoda tänder		Dåliga tänder		Summa
	Fall	Procent	Fall	Procent	Fall	Procent	
+	91	67,0 %	67	59,8 %	43	71,7 %	201
=	33	24,2 %	32	28,6 %	15	25,0 %	80
—	12	8,8 %	13	11,6 %	2	3,3 %	27
Summa	136	44,2 %	112	36,4 %	60	19,4 %	308
Summa 311							

att en korrelation enligt formeln  $q \frac{ad - bc}{ad + bc}$  gifver en associationskoefficient 0,478

	Goda	Dåliga
+	(a) 91	(b) 43
—	(c) 12	(d) 2

Frågan om något samband kan äga rum mellan temperaturstegringen å ena sidan och tändernas beskaffenhet å den andra får sitt svar genom följande sammanställning,

Tänder	Febrila		Fieberfria		Summa	
	Fall	Procent	Fall	Procent	Fall	Procent
Goda .....	98	42,8 %	38	48,2 %	136	44,2 %
Medelgoda .....	87	38,0 %	25	31,6 %	112	36,4 %
Dåliga .....	44	19,2 %	16	20,2 %	60	19,4 %
Summa	229	74,4 %	79	25,6 %	308	—

där en korrelation mellan ytterlighetsfallen enligt fyrfältsmetoden ger en associationskoefficient  $q = 0,032$ . Alltså ett värde som ej tyder på något egentligt samband.

## H. Om sambandet mellan tuberkulos hos barn och infektionssjukdomarna.

Då de flesta forskare på hithörande område fasthålla ett bestämdt samband mellan tuberkulos hos barn och infektionssjukdomarne, enkannerligen mässling och kikhosta så antecknades vid undersökningen af mitt material dels de sjukdomar som respektiva barn genomgått dels året för resp. sjukdom.

Af 311 barn i 5—13 år hade 270 genomgått mässling, 170 kikhosta, 20 skarlakansfeber, 50 vattenkoppor samt 38 difteri. 159 barn hade haft både mässling och kikhosta.

Jämför man de fall som genomgått mässling och de som ännu varit fria denna sjukdom med de Röntgenologiska fynden på mitt material enligt den förutnämnda gruppindelningen i fall med lungfält som kunnat betecknas med god resp. siffran 3, medelgod resp. siffran 2, samt dålig resp. siffran 1, så får man nedanstående sammanställning.

M ä s s l i n g	GRUPP I. Lungfält med beteck- ningen 2 och 3.		GRUPP II. Lungfält med beteck- ningen 1.		Summa
Med mässling.....	141 fall	86,0 %	129 fall	87,7 %	270
Utan mässling.....	23 »	14,0 %	18 »	12,3 %	41
Summa	164 fall	52,7 %	147 fall	47,3 %	311

Om man till Grupp I endast hänför sådana fall som äga högst två fält med beteckningen 2 under bibehållande af Grupp II, så får sammanställningen följande utseende.

M ä s s l i n g	GRUPP I. Lungfält med 2—3 högst 2 fält med beteck- ningen 2.		GRUPP II. Lungfält med beteck- ningen 1.		Summa
Med mässling.....	75 fall	82,5 %	129 fall	87,7 %	204
Utan mässling.....	16 »	17,5 %	18 »	12,3 %	34
Summa	91 fall	38,2 %	147 fall	61,8 %	238

Något nämnvärdt samband mellan det Röntgenologiska fyndet i lungorna kan ej påvisas, ehuru väl Grupp II innehåller större % fall, som haft sjukdomen än Grupp I. Procenten af fall, som ej haft sjukdomen är i analogi härmed mindre.

En analog sammanställning beträffande kikhosta ter sig som nedanstående.

K i k h o s t a	GRUPP I. Lungfält med siffran 2—3.		GRUPP II. Lungfält med siffran 1.		Summa
Med kikhosta .....	87 fall	53,4 %	83 fall	56,5 %	170
Utan kikhosta .....	76 »	46,6 %	64 »	43,5 %	140
Summa	163 fall	52,6 %	147 fall	47,4 %	310
K i k h o s t a	GRUPP I. Lungfält med siffran 3 och högst 2 fält med beteck- ningen 2.		GRUPP II. Lungfält med siffran 1.		Summa
Med kikhosta .....	46 fall	50,5 %	83 fall	56,5 %	129
Utan kikhosta .....	45 »	49,5 %	64 »	43,5 %	109
Summa	91 fall	38,2 %	147 fall	61,8 %	238

En korrelationsberäkning ger intet säkert stöd för något samband mellan kikhosta och de Röntgenologiska fynden.

Sammanför man de fall, som haft både mässling och kikhosta på nedanstående sätt,

Mässling och kikhosta	GRUPP I. Lungfält med siffran 2—3.		GRUPP II. Lungfält med siffran 1.		Summa
Med mässling och kikhosta.....	83 fall	50,6 %	75 fall	51,0 %	158
Utan mässling och kikhosta.....	81 »	49,4 %	72 »	49,0 %	153
Summa	164 fall	52,7 %	147 fall	47,3 %	311
Mässling och kikhosta	GRUPP I. Lungfält med siffran 3 och högst två fält med siffran 2.		GRUPP II. Lungfält med siffran 1.		Summa
Med mässling och kikhosta.....	44 fall	48,4 %	75 fall	51,0 %	119
Utan mässling och kikhosta.....	47 »	51,6 %	72 »	49,0 %	119
Summa	91 fall	38,2 %	147 fall	61,8 %	238

så finner man, att ännu intet påtagligt samband mellan ifrågavarande båda sjukdomar och det Röntgenologiska fyndet kan påvisas.

I fråga om skarlakansfeber blir sammanställningen följande:

Skarlakansfeber	GRUPP I. Lungfält med siffran 3 och 2.		GRUPP II. Lungfält med siffran 1.		Summa
Med skarlakansfeber	9 fall	5,5 %	11 fall	7,5 %	20
Utan skarlakansfeber	155 »	94,5 %	136 »	92,5 %	291
Summa	164 fall	52,7 %	147 fall	47,3 %	311
Skarlakansfeber	GRUPP I. Lungfält med siffran 3 och högst två fält med siffran 2.		GRUPP II. Lungfält med siffran 1.		Summa
Med skarlakansfeber	5 fall	5,5 %	11 fall	7,5 %	16
Utan skarlakansfeber	86 »	94,5 %	136 »	92,5 %	222
Summa	91 fall	38,2 %	147 fall	61,8 %	238

och korrelationen ger ett negativt resultat.

Slutligen har en sammanställning af de båda sjukdomarne mässling och skarlakansfeber gifvit nedanstående tabell:



Mässling och skarlakansfeber	GRUPP I. Lungfält med siffran 2 och 3.		GRUPP II. Lungfält med siffran 1.		Summa
Med mässling och skarlakansfeber...	8 fall	4,8 %	8 fall	5,5 %	16
Utan mässling och skarlakansfeber...	156 »	95,2 %	139 »	94,5 %	295
Summa	164 fall	52,7 %	147 fall	47,3 %	311
Mässling och skarlakansfeber	GRUPP I. Lungfält med siffran 3 och högst två fält med siffran 2.		GRUPP II. Lungfält med siffran 1.		Summa
Med mässling och skarlakansfeber...	4 fall	4,4 %	8 fall	5,5 %	12
Utan mässling och skarlakansfeber...	87 »	95,6 %	139 »	94,5 %	226
Summa	91 fall	38,2 %	147 fall	61,8 %	238

som ej heller antyder något positivt samband.

Som af ofvanstående framgår har vid denna Röntgenologiska undersökning intet större samband mellan tuberkulos och infektionsbarnsjukdomarne kunnat konstateras. Dock har man genomgående för samtliga sjukdomarne funnit större % fall med resp. sjukdomar inom Grupp II och mindre % fall som ej haft sjukdomen än hos Grupp I, hvilket likvisst låter antyda, att en större korrelationskoefficient ej hade varit utesluten om materialet för undersökningen varit större.

Af ett visst intresse blir det att se efter, hur de vanligaste barninfektionssjukdomarne skulle förhålla sig till det som en under vanliga förhållanden säker indikator på tuberkulos betraktade och vedertagna tuberkulinkutanprovet enligt v. Pirquet.

Följande tabell visar en sammanställning mellan tuberkulinkutanprovet, uppdeladt efter karaktererna positivt = +, osäkert = ? och negativt = — och barnsjukdomarne mässling, kikhosta, mässling och kikhosta, skarlakansfeber, vattenkoppor samt difteri.

Sjukdom		v. Pirquet						Summa
		+		?		—		
Mässling .....	med	177	(66 0/0)	71	(26 0/0)	22	(8 0/0)	270
	utan	25	(61 0/0)	10	(24 0/0)	6	(15 0/0)	41 311
Kikhosta .....	med	119	(70 0/0)	38	(22 0/0)	13	(8 0/0)	170
	utan	83	(59 0/0)	43	(30 0/0)	15	(11 0/0)	141 311
Mässling och kikhosta	med	110	(69,2 0/0)	37	(23,3 0/0)	12	(7,5 0/0)	159
Skarlakansfeber .....	med	14	(70 0/0)	4	(20 0/0)	2	(10 0/0)	20
	utan	118	(65 0/0)	77	(26 0/0)	26	(9 0/0)	291 311
Vattenkoppor .....	med	33	(66 0/0)	11	(22 0/0)	6	(12 0/0)	50
	utan	169	(65 0/0)	70	(27 0/0)	22	(8 0/0)	261 311
Difteri .....	med	21	(55 0/0)	12	(32 0/0)	5	(13 0/0)	38
	utan	181	(66 0/0)	69	(25 0/0)	23	(9 0/0)	273 311

Vid mässling och kikhosta finna vi större % fall med negativ v. Pirquet bland dem, som ej haft sjukdomarne ifråga och i analogi härmed större % positiv v. Pirquet bland dem, som genomgått sjukdomen. För skarlakansfeber, vattenkoppor och difteri blir förhållandet omvänt, hvad beträffar den negativa v. Pirquetreaktionen. Skarlakansfeberfallen och vattenkoppsfallen hålla större % positiv v. Pirquet än de, som ej haft sjukdomen. Difterifallen mindre däremot.

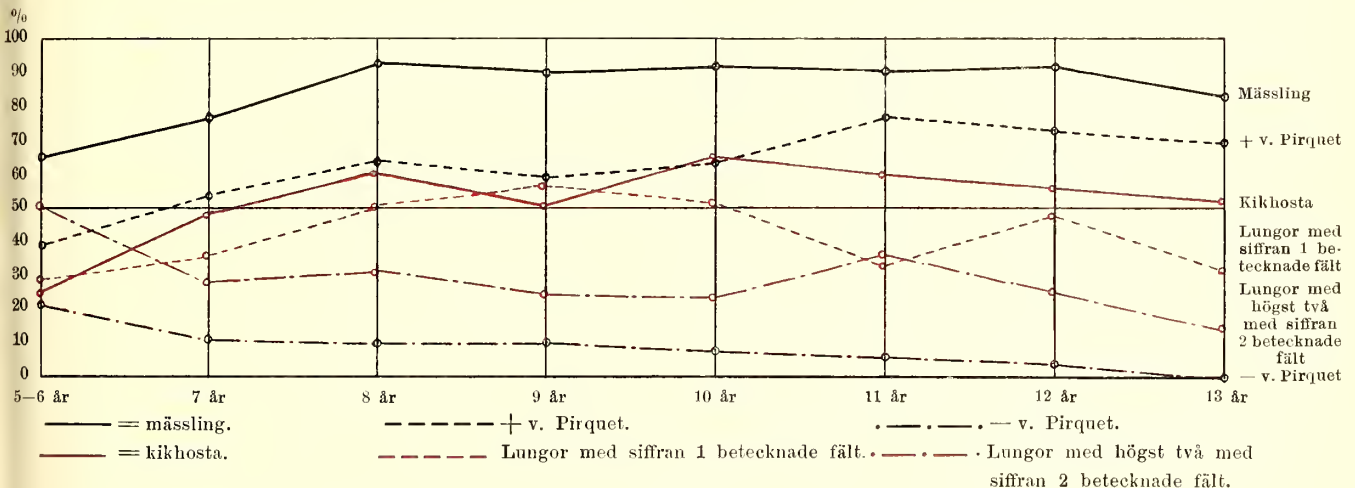


Fig. 14.

Grafisk tablå visande det inbördes förhållandet mellan mässling, kikhosta, v. Pirquetreaktionen och det Röntgenologiska lungfyndet, i % inom respektive åldrar, 5—13 år.

Enkla korrelationsberäkningar gifva följande resultat:

för mässling .....	$q$ 0,317
» kikhosta .....	$q$ 0,246
» skarlakansfeber .....	$q$ 0,016
» vattenkoppor .....	$q$ 0,165
» difteri .....	$q$ 0,304

Vid en sammanställning af fallen efter åldersgrupper med hänsyn till faktorerna mässling, kikhosta, v. Pirquetska tuberkulinkutanprovet samt lungfyndet, får man nedanstående tabell, som grafiskt är omsatt i ofvanstående tablå, se fig. 14.

	5—6 år	7 år	8 år	9 år	10 år	11 år	12 år	13 år
<i>Mässling.</i>								
med .....	15 65,2 %	27 77,0 %	38 92,7 %	35 89,8 %	35 92,1 %	47 90,4 %	44 91,7 %	24 82,8 %
utan .....	8 34,8 %	8 22,9 %	3 7,3 %	4 10,2 %	3 7,9 %	5 9,6 %	4 8,3 %	5 17,2 %
Summa	23	35	41	39	38	52	48	29
<i>Kikhosta.</i>								
med ... ..	6 26,0 %	17 48,6 %	25 61,0 %	20 51,3 %	25 65,8 %	31 59,6 %	27 56,2 %	15 51,7 %
utan .....	17 74,0 %	18 51,4 %	16 39,0 %	19 48,7 %	13 34,2 %	21 40,4 %	21 43,8 %	14 48,3 %
Summa	23	35	41	39	38	52	48	29
<i>v. Pirquet.</i>								
+ .....	9 39,1 %	19 54,3 %	26 63,4 %	23 59,0 %	24 63,2 %	40 76,9 %	35 72,9 %	20 69,0 %
? .....	9 39,1 %	12 34,3 %	11 26,8 %	12 30,8 %	11 28,9 %	9 17,3 %	8 16,7 %	9 31,0 %
— .....	5 21,8 %	4 11,4 %	4 9,8 %	4 10,2 %	3 7,9 %	3 5,8 %	5 4,1 %	0 0,0 %
Summa	23	35	41	39	38	52	48	29
<i>Lungor.</i>								
med 1 betecknade fält	7 30,4 %	13 37,1 %	21 51,2 %	22 56,4 %	20 52,6 %	17 32,7 %	23 47,9 %	20 31,0 %
med 2 o. 3 betecknade fält	16 69,6 %	22 62,9 %	20 48,8 %	17 43,6 %	18 47,4 %	35 67,3 %	25 52,1 %	9 69,0 %
Summa	23	35	41	39	38	52	48	29
<i>Lungor.</i>								
med högst två med 2 betecknade fält .....	12 52,2 %	10 28,6 %	13 31,7 %	10 25,6 %	9 23,7 %	19 36,5 %	12 25,0 %	4 13,8 %
Procent	23	35	41	39	38	52	48	29

Man har påstått, att tuberkulinreaktionen i form af det v. Pirquetska kutanprovet förlorar i tillförlitlighet icke blott vid mässling, kikhosta, skarlakansfeber och difteri utan äfven vid pneumonier samt, att det blir af ringa värde äfven vid tuberkulös meningit och milliartuberkulos. Af senare tiders arbete i hithörande ting äro särskildt de af Moltchanoff af intresse (»Beobachtungen über v. Pirquets Tuberkulinreaktion bei akuten Infektionskrankheiten bei Kindern, Jahrbuch f. Kinderheilkunde Bd. 75 Heft 4»). Moltchanoffs erfarenheter kunna sammanfattas med följande: 1) att man hos alla mässlingssjuka finner en nedsättning af känsligheten för tuberkulinkutanprovet under exanthemperioden; 2) att känsligheten återvänder i samma mån som exanthemet afbleknar; 3) att tuberkulinkänsligheten totalt försvinner i 85 % fall af skarlakansfebersjuka under utslaget samt nedsättes i 15 % af fallen; 4) att vid difteri tuberkulinkänsligheten fullständigt försvinner i 12,5 % och blott försvagas i 50 %, samt 5) att vattenkoppor och diplokoekangina ej hafva

någon som helst inverkan på tuberkulinkänsligheten. v. Pirquet har själf påvisat, att den genom mässling åstadkomna anergien (uteblifvandet af tuberkulinreaktionen) försvann mellan 6:te och 8:de exanthemdagen. (»Die Wiederkehr der Reaktionsfähigkeit auf Tuberkulin an verschiedenen Körperstellen nach dem Verschwinden der Masernanergie». Wiener Med. Woch. Schr. 1913 No. 39.) För att undersöka i hvad mån tiden för mässling resp. kikhosta kunde hafva inflytande på tuberkulinreaktionens framträdande och storlek uppdelade jag mitt material i tre årsgrupper, åren 1903—1906, 1907—1910 samt 1911—1914.

För mässling ställde sig en jämförelse mellan tuberkulinkutanprovet och de olika åldersgrupperna på följande sätt:

v. Pirquet	1903—1906		1907—1910		1911—1914	
	Fall	Procent	Fall	Procent	Fall	Procent
+	23	69,6 %	84	69,4 %	49	56,9 %
?	7	21,3 %	26	21,5 %	31	36,1 %
—	3	9,1 %	11	9,1 %	6	7,0 %
Summa	33	13,7 %	121	50,4 %	86	35,9 % 240

samt för kikhosta

v. Pirquet	1903—1906		1907—1910		1911—1914	
	Fall	Procent	Fall	Procent	Fall	Procent
+	33	80,5 %	40	71,5 %	24	53,4 %
?	7	17,0 %	12	21,5 %	15	33,3 %
—	1	2,5 %	4	7,0 %	6	13,3 %
Summa	41	28,9 %	56	39,4 %	45	31,7 % 142

Vi finna således beträffande mässlingen vid en jämförelse mellan första åldersgruppen 1903—1906 och den sista 1911—1914 att + fallen minskas under det att — fallen hålla sig ungefär lika. I fråga om kikhostan, ser man en minskning af + fallen från första till tredje åldersgruppen, men däremot en påfallande ökning af minusfallen ju närmare sjukdomen ligger tuberkulinprovet, ett faktum, som skulle kunna styrka antagandet, att ifrågavarande sjukdomar äga ett bestämdt inflytande på tuberkulinreaktionens framträdande.

I analogi med det sakförhållandet, att en del barninfektionssjukdomar kunna inverka hämmande på det som indikator på tuberkulosinfektion vedertagna tuberkulinkutanprovet enligt v. Pirquet, hade jag föreställt mig, att äfven vaccinationen kunde hafva en likartad effekt och rubba kutanreaktionen i en eller annan riktning.

Vid undersökning af mitt material hade vaccinationsåret antecknats, och jag kunde därför med lätthet få fram en jämförande tabell eller sammanställning, som tedde sig på följande sätt:



v. Pirquet	1903—1906		1907—1910		1911—1914	
	Fall	Procent	Fall	Procent	Fall	Procent
+	66	76,7 %	86	64,2 %	25	54,3 %
?	15	17,5 %	37	27,6 %	15	32,7 %
—	5	5,8 %	11	8,2 %	6	13,0 %
Summa	86	32,3 %	134	50,4 %	46	17,3 % 266

Vid en korrelationsberäkning mellan ytterlighetsfallen

$$\begin{array}{r} + \frac{(a) \ 66}{(c) \ 5} \mid \frac{(b) \ 25}{(d) \ 6} \end{array}$$

enligt formeln

$$q = \frac{ad - bc}{ad + bc}$$

får man en associationskoefficient = 0,52 som ger vid handen, att ett bestämdt samband föreligger mellan tiden för vaccinationen och tuberkulinreaktionen, samt att + fallen minskas och — fallen ökas ju närmare tiden för vaccinationen ligger tuberkulinkutanprovet.

## I. Om sambandet mellan föräldrarnes, resp. barnens kropps-konstitution och de senares tuberkulos.

Af ett visst intresse blef det att se till, hvilken roll de rent anamnestiska faktorerna kunde spela för detta förkliniska tuberkulosstadium. I första hand kom frågan om föräldrarnas kropps-konstitution har någon betydelse för barnets allmänna kroppsutveckling. Att kraftiga föräldrar föda kraftigare barn till världen än klena och svaga, är ett oemotsägligt faktum i naturen. Hvad kulturmänniskan beträffar kunna emellertid så många yttre faktorer spela in, att ofvannämnda faktum kanske ej alltid är axiomatiskt.

I mina anamnestiska undersökningar antecknades föräldrarnas allmänna kropps-konstitution och utveckling enligt de vedertagna attributen kraftig, ordinär och klen, samt lång, medellång, kort eller liten. För att lättare kunna värdera individerna omsattes attributen i siffror med resp. + och — tecken enligt följande schema:

+ 4	betecknar en lång	och kraftig person
+ 3	» » medellång	» » »
+ 2	» » liten eller kort	» » »
+ 1	» » lång	» ordinär »
0	» » medellång	» » »
— 1	» » liten eller kort	» » »
— 2	» » lång	» klen »
— 3	» » medellång	» » »
— 4	» » liten eller kort	» » »

För att en sådan indelning skall kunna betraktas såsom riktig och tillförlitlig måste de sammanlagda + och — värdena vara lika och resultatet blifva = 0. Detta var också förhållandet, hvad männen beträffade. För kvinnorna blef resultatet — 0,26, en sak som kan förklaras af den omständigheten, att man gärna är benägen att underskatta kvinnans kroppsbyggnad. I hvarje fall var skillnaden så obetydlig, att den ej förtjänar något afseende.

Med ofvannämnda värdering till grund gjordes sedan följande undersökning. Samtliga de barn, hvilkas båda föräldrar kunde betecknas med + uttogos i en grupp. I en annan grupp samlades de barn, hvilkas båda föräldrar kunde betecknas med — och i en tredje grupp de öfriga d. v. s. de fall där föräldrarna betecknats med antingen + och — eller + och 0 eller — och 0 eller 0 och 0. Till den första gruppen hörde 70 fall, till den andra 36 och till den tredje 201 fall. Som den andra d. v. s. med — betecknade gruppen endast utgjordes af 36 fall uttogs af den första gruppen lika många fall af samma åldersgrupper i två omgångar och jämfördes med — gruppen. Som värdemätare på barnets kroppsutveckling användes begreppen vikt, längd och bröstomfång. Följande tabell visar resultatet.

	GRUPP I, som innehåller + fall	GRUPP II, som innehåller — fall	GRUPP III, som innehåller + och — fall eller + resp. — och 0, eller 0 och 0
	genomsnittsvärdet	genomsnittsvärdet	genomsnittsvärdet
Vikt .....	26,84 kg.	23,91 kg.	24,80 kg.
Längd .....	129,05 cm.	125,25 cm.	127,50 cm.
Bröstomfång .....	63,14 "	60,25 "	60,69 "

Vi se, att de barn, hvilkas föräldrar betecknats med +, såväl ifråga om längd, vikt som bröstomfång öfverträffa de barn, hvilkas föräldrar betecknats med —, samt att den tredje gruppens fall (hvilka jämförts i analogi med de båda första grupperna) falla emellan första och andra gruppen. Sålunda föreligger här ett bestämdt förhållande emellan barnens kroppsutveckling och föräldrarnas.

Det återstod att se, hur dessa grupper skulle förhålla sig till de Röntgenologiska fynden. Detta framgår af efterföljande sammanställning.

F ö r ä l d r a r n a.			
Lungor med	GRUPP I, innehåller + fall	GRUPP II, innehåller — fall	GRUPP III, innehåller + och — fall eller + resp. — och 0, eller 0 och 0
fält betecknade med siff. 2 och 3 .....	37 fall 52,9 %	21 fall 58,3 %	104 fall 51,7 %
fält betecknade med siff. 1 .....	33 fall 47,1 %	15 fall 41,7 %	97 fall 48,3 %
Summa	70 fall 22,8 %	36 fall 11,7 %	201 fall 65,5 % af 307 fall

På två fall inom hvarje grupp saknas uppgift.

I denna finna vi, att det Röntgenologiska lungfyndet är lika hos barn af föräldrar med god, medelmåttig och underhaltig kroppskonstitution, hvilket i detta fall skulle betyda, att alla barn infekteras lika eller, att de starka barnen ej äga något större specifikt skydd än de svagare. Detta styrkes äfven genom en vanlig korrelationsberäkning, som ger en mycket låg associationskoefficient (mellan 0,02 och 0,1). Med hänsyn till uppdelningen af lungorna i sådana med högst två med 2 betecknade fält, blir sammanställningen som nedanstående tabell visar.

F ö r ä l d r a r n a .			
Lungor med	GRUPP I, innehåller + fall	GRUPP II, innehåller — fall	GRUPP III, innehåller + och — fall eller + resp. — och 0, eller 0 och 0
högst två med 2 be- tecknade fält .....	23 fall	10 fall	56 fall
Summa	23 fall 25,9 %	10 fall 11,2 %	56 fall 62,9 % af 89 fall

En sammanställning af de tre olika grupperna efter föräldrarnas kroppskonstitution (de som betecknats med +, de som betecknats med — och de som betecknats med + eller —, + och 0, — och 0 eller 0 och 0) och tuberkulinkutanprofvat enligt v. Pirquet gaf följande tabell.

F ö r ä l d r a r n a .			
v. Pirquet	GRUPP I, innehåller + fall	GRUPP II, innehåller — fall	GRUPP III, innehåller + och — f. eller + resp. — och 0, eller 0 och 0
+	41 fall 58,6 %	17 fall 47,2 %	140 fall 70,0 %
?	24 » 34,3 %	15 » 41,7 %	42 » 20,0 %
—	5 » 7,1 %	4 » 11,1 %	19 » 10,0 %
Summa	70 » 23,6 %	36 » 12,1 %	201 » 65,8 % af 307 fall

Af denna tabell framgår, att barn efter föräldrar som äga en kraftig kroppskonstitution hafva större % + v. Pirquet än barn af föräldrar med svagare kroppsutveckling och en korrelationsberäkning efter vanlig formel ger en associationskoefficient  $q = 0,32$ .

$$\frac{ad - bc}{ad + bc} + \frac{(a) \ 41}{(c) \ 5} \mid \frac{(b) \ 17}{(d) \ 4} \quad \frac{164 - 85}{164 + 85} \quad \frac{79}{249} \quad q = 0,32,$$

hvilket visar det egendomliga förhållandet, att barn af kraftiga föräldrar oftare reagera + än barn af svagare föräldrar. Talen äro, liksom i näst föregående tabell, emellertid för låga för att vara säkert bevisande.

Såsom en pendant till ofvan anförda jämförelse har jag gjort en sammanställning af barn efter kraftiga föräldrar resp. svaga föräldrar och palpabla, resp. icke palpabla körtlar, som ter sig på följande sätt.

F ö r ä l d r a r n a.			
Körtlar	GRUPP I, innehåller + fall	GRUPP II, innehåller — fall	GRUPP III, innehåller + och — f. eller + resp. — och 0, eller 0 och 0
Med .....	59 fall 85,5 %	35 fall 97,2 %	173 fall 86,1 %
Utan.....	10 „ 14,5 %	1 „ 2,8 %	28 „ 13,9 %
Summa	69 „ 22,5 %	36 „ 11,8 %	201 „ 65,7 % af 306 fall

Denna tabell ger tydligt vid handen, att barn af kraftiga föräldrar äga mindre ofta palpabla körtlar på halsen än barn af svagare föräldrar. Här gäller liksom i föregående fall att ej tillmäta resultaten något absolut värde, då talen äro relativt små. Korrelationen ter sig i analogi med föregående som följer.

$$\frac{(a) 59}{(c) 10} \mid \frac{(b) 35}{(d) 1} \quad \frac{59 - 350}{59 + 350} \quad \frac{291}{409} \quad q = 0,71$$

En korrelation emellan första och tredje gruppen visar enligt samma beräkning

$$\frac{(a) 59}{(c) 10} \mid \frac{(b) 173}{(d) 28} \quad \frac{1652 - 1730}{1652 + 1730} \quad \frac{78}{3382} \quad q = 0,023$$

ett betydligt lägre värde, som å sin sida ger vid handen, att förutnämnda värde i väsentlig grad bör kunna reduceras, i all synnerhet som eventuella fel vid så låga siffervärden göra sig i hög grad gällande.

I detta sammanhang kan en jämförelse mellan de olika könen från följande synpunkter vara på sin plats.

E g e n s k a p e r	G o s s a r (123)	F l i c k o r (123)
Vikt .....	25,73 kg.	25,72 kg.
Bröstomfång .....	62,43 cm.	60,81 cm.
v. Pirquets .....	69 = 56 %	88 = 71 %
tuberkulin- .....	44 = 36 %	24 = 20 %
kutanreaktion .....	10 = 8 %	11 = 9 %
Körtlar .....	110 = 90 %	110 = 90 %
..... { med	13 = 10 %	13 = 10 %
..... { utan	57 = 46 %	44 = 36 %
Tänder .....	37 = 30 %	53 = 43 %
..... { goda	29 = 24 %	26 = 21 %
..... { medelgoda	58 = 47 %	70 = 57 %
..... { dåliga	65 = 53 %	53 = 43 %
Lungor .....		



Man finner således att vikten är lika, att gossarna hafva större bröstomfång än flickorna, att gossarna hafva mindre % + v. Pirquetreaktion men däremot mindre % goda lungor, att båda könen förete samma antal fall med palpabla körtlar, samt gossarna hafva större % goda men mindre % medelgoda tänder än flickorna. Att bröstomfånget är större hos gossarna än flickorna sammanhänger tydligtvis med den omständigheten, att gossarna äro i mera rörelse än flickorna. Däraf skulle också följa, att gossarna utsätta sig för rikligare inandning af bacillhaltig luft och sålunda få sämre lungor än flickorna, d. v. s. flera hårdar i lungväfven. I fråga om bröstomfånget var det af ett bestämdt intresse att se till huruvida kikhosta skulle kunna hafva något inflytande härvidlag. Jag uttog därför lika många fall i samma åldersgrupper med genomgången kikhosta, som sådana hvilka ej haft sjukdomen ifråga, för en jämförelse.

Af denna

	Fall med kikhosta (128)	Fall utan kikhosta (128)
bröstomfång	62,24 cm.	62,75 cm.

framgick, att kikhostan ej har någon betydelse för bröstomfånget.

#### **K. Om betydelsen af den ärftliga belastningen och af den tuberkulösa expositionen i barnaåren. Jämförelse mellan resultaten af bostadsundersökningen och af det v. Pirquetska tuberkulinkutanprovet, temperaturmätningarna och Röntgenundersökningen.**

En annan fråga af ej oväsentligt intresse är den ärftliga belastningen och den tuberkulösa expositionen under barnaåren. Den senare har varit föremål för ganska ingående undersökningar af bland andra normannen Tillisch. T. har undersökt 841 lungtuberkulösa med hänsyn till expositionen under barnaåren, och kunnat påvisa säker tuberkulös exposition i 20 %. Brusch och Steinberg hafva påvisat säker exposition i 29,5 %. Ritter och Wehling hafva undersökt 200 lungtuberkulösa patienter, 100 män och 100 kvinnor och därvid funnit, att 49 män och 60 kvinnor varit utsatta för smitta från föräldrar och syskon. Sistnämnda båda författare hafva tillerkänt anamnestisk betydelse åt, utom kroniska åkommor i luftvägarna, äfven kroniska körtelansvällningar, kronisk varflytning från öronens ben och ledsjukdomar, allmän svaghet och blodfattigdom, oduglighet till militärtjänst, nedsättning af den allmänna arbetsförmågan m. m.

Nilkoski har i Zeitsch. für Tuberkulose meddelat resultaten af en undersökning i fråga om anamnes för tuberkulos hos 58 lungtuberkulösa och 55 icke tuberkulösa. Hos de förra fanns tuberkulos i familjen i 87,9 %, hos de senare endast i 34,4 %.

I Uppsala Läkareförenings förhandlingar Bd 20 har A. Wallgren publicerat en undersökning: »Bidrag till frågan om betydelsen af den tuberkulösa expositionen i barnaåldern», däri han sammanfattar sina resultat från 100 lungsiktiga och

100 personer utan lungsjukdom under 40 år i följande: »tuberkulös exposition förefanns i 51 % hos de lungsiktiga samt i 13 % hos de friska. Expositionen före 5:te året i 15 % af de lungsiktiga och endast 1 % af de friska.»

Beträffande förhållandet mellan tuberkulös digifvande moder och barnet påpekar Cozzolino i en artikel »Zur Frage des Stillens bei Muttertuberkulose» i Archiv für Kinderheilkunde 1913, att visserligen urskiljandet af tuberkelbacillen från tuberkulösa kvinnors friska bröst är sällsynt, men att däremot tuberkeltoxiner tvifvelsutan lätt kunna hafva en allmän ofördelaktig försvagande verkan på barnen.

Det intima sambandet mellan tuberkulos i familjen och tuberkulosinfektion har underkastats en ingående granskning af Weinberg. (Die Kinder der Tuberkulösen, Deutsche Med. Woch. Schr. 1913.) Weinberg hade till sitt förfogande ett material på 5,000 familjer med mer än 18,000 barn, hvaras öde kunde följas ända till 20:de lefnadsåret. Hvad beträffar dödligheten hos barn af tuberkulösa intill 20 år har han funnit 47 % mot 40 % hos barn af icke tuberkulösa. En ännu större stegring af dödligheten kunde han påvisa, om modern eller ännu mer om båda föräldrarna voro döda i tuberkulos. Särskildt gällde detta det 1:sta till 5:te äfvensom det 16:de till 20:de lefnadsåret. Med stigande ålder hos de tuberkulösa föräldrarna aftog dödligheten. Ju närmare föräldrarnes död låg, desto större var dödligheten hos barnen. Han kunde bland annat påvisa, att af de under den tuberkulösa moderns sista lefnadsår födda  $\frac{3}{4}$  och af de i sista lefnadsmånaden omkring 90 % hade dött före 20:de året.

I sitt arbete »Die Lungentuberkulose unter den Volksschulekindern in Stockholm», skrifver G. Kellin »Die Lungentuberkulose ist bei Kindern aus tuberkulösen Familien gewöhnlicher als aus nicht tuberkulösen, und bei mindestens einem Viertel der kranken Kinder ist tuberkulöse Belastung nachweisbar». Calmette framhåller, att barn af svårt tuberkulösa föräldrar ofta redan vid födelsen förete stora rubbningar i den allmänna kroppskonstitutionen, hvilket skulle betyda en ökning af dispositionen för tuberkulos.

Att i detalj eller i önskelig utsträckning försöka utforska anamnesen hos föräldrarna med afseende på *tuberkulös belastning* visade sig vara omöjligt, då man sällan eller aldrig kunde vinna tillräckligt intresse eller förståelse för saken ifråga. Den ingrodde förskräckelsen för ordet lungsot eller lungtuberkulos gjorde, att många ej ville höra talas om sjukdomen. Det härskar dessutom ibland allmänheten en så ofantlig begreppsförvirring ifråga om tuberkulosens benämningar, att man redan därigenom har nästan onaturliga svårigheter att öfvervinna. Läkarna hafva, förklarligt nog, varit angelägna om att undvika ordet lungsot eller lungtuberkulos och i stället infört en hel del ganska vilseledande och otydliga beteckningar, som ingalunda motsvara eller än mindre tolka tuberkulossjukdomens begrepp. Sådana beteckningar och uttryck äro »slem på lungorna», »angripna eller skadade lungor», »klent bröst», »svaga lungor», »förtätade lungor» eller »förtätningar i lungorna», »sår på lungan» m. fl. Att få några absolut tillförlitliga uppgifter har därför hört till det omöjliga.

Till tuberkulösa individer har jag emellertid räknat sådana som påstått sig hafva haft »slem på lungorna», »angripna lungor», »skrofler», »halskörtlar», »lungsäcksinflammation», »lungblödning», fränsett naturligtvis dem, som själfva nämna ordet lungtuberkulos ibland genomgångna sjukdomar.

Med ofvan anförda sjukdomsbeteckningar till grund har jag fått följande sammanställning och uppdelning, hvarvid jag som indikator för barnens infektion användt v. Pirquetska kutanreaktionen.

Förhållandet mellan v. Pirquetska reaktionen och den ärftliga belastningen ifråga om förutnämnda sjukdomar framgår af följande tabell:

## GRUPP I.

## Fall, hos hvilka barnens föräldrar haft nedanstående sjukdomar.

	tbe.	hl.	2 g. slem p. l.	skrof.	l. säcksinfl.	l. blöd.	hals k.	empy.	angrip. l.	Summa	
Fatern	+	17	4	2	0	3	0	3	1	0	30
	?	1	1	0	1	0	2	0	0	0	5
	—	1	0	0	0	0	0	0	0	0	<u>1</u> 36
Modern	+	18	0	4	2	3	1	2	0	0	30
	?	10	0	0	0	0	2	0	0	1	13
	—	3	0	0	0	2	0	0	0	0	<u>5</u> 48
											Suma 84

## GRUPP II.

## Fall, hvilkas föräldrar varit fria från ofvannämnda sjukdomar.

+	144	144	
?	64	64	
—	22	22	84
		230	230
			314
Obs.! I tre fall förelåg ärftlig belastning på både fader o. moder.....			3
			Summa 311

Till de ärftligt tuberkulöst belastade barnen har jag kunnat hänföra 84 fall, till de, som varit fria från tuberkulös belastning 230. I tre fall förelåg ärftlig belastning från både fader och moder. I 81 fall gällde således beteckningen endera af föräldrarne, i 3 dem båda. I 36 fall låg det ärftliga påbrået hos fadern, i 48 hos modern. Af de 230 fall där ärftlig belastning ej kunde påvisas hade i 61 fall föräldrarne ej genomgått några som helst sjukdomar. Bland de från fadern ärftligt belastade företedde 30 positiv (+) v. Pirquetreaktion, 5 osäker (?) samt 1 negativ (—) reaktion. De på modernet ärftligt belastade hade 30 positiv (+), 13 osäker (?) och 5 negativ

(—) reaktion. Af den från ärftlig belastning fria gruppen visade 144 positiv, 64 osäker och 22 negativ kutanreaktion. Den vanliga korrelationsberäkningen enligt följande formel

$$\frac{(a) \ 60 \mid (b) \ 144}{(c) \ 6 \mid (d) \ 22} = \frac{1320 - 864}{1320 + 864} = q = 0,21$$

ger vid handen en ganska låg associationskoefficient, hvilket betyder, att endast ett obetydligt samband finnes mellan v. Pirquet kutanreaktionen och den ärftliga belastningen.

Frågan om *den tuberkulösa expositionen* hänger intimt samman med bostadsförhållandena, och har därför blifvit föremål för en ganska ingående undersökning.

Beträffande bostaden har jag först velat se efter hur denna förhöll sig i allmänhet och med afseende på resp. yrken. Som de flesta barnen kommo från arbetarehem, företedde bostaden ej några större variationer. Nedanstående tabell visar, hur bostadsfrågan förhåller sig till familjen, individen och yrket.

yrken	1 r. o. k.	i. på F.	2 r. o. k.	i. på F.	3 r. o. k.	i. på F.	öfver 3 r. o. k.	i. på F.
I	F. 67 i. 468	7,0	F. 53 i. 366	6,9	F. 8 i. 53	6,6	F. 3 i. 23	7,6
II	F. 67 i. 455	6,8	F. 23 i. 162	7,0	F. 4 i. 46	11,5	F. 1 i. 7	7,0
III	F. 6 i. 34	5,7	F. 7 i. 38	5,4	F. 4 i. 28	7,0	F. 5 i. 39	7,8
IV	F. 1 i. 8	8,0	F. 0 i. 0	0,0	F. 2 i. 7	3,5	F. 5 i. 28	5,6
V	F. 35 i. 214	6,1	F. 13 i. 100	7,7	F. 3 i. 13	4,3	F. 0 i. 0	0,0
Summa	F. 176 i. 1179	6,7	F. 96 i. 666	6,9	F. 21 i. 147	7,0	F. 14 i. 97	6,9

F = familjer, i = individer, I = yrkesarbetare, II = utearbetare, III = kontorsarbetare, IV = lättare yrken, V = okänt yrke, r. o. k. = rum och kök.

Det ojämförligt största antalet familjer komma således i lägenheter på 1 resp. 2 rum och rum kök. Af de undersökta familjerna bodde 176 i 1 rum och kök 96 i 2 rum och kök, 21 i 3 rum och kök. I en lägenhet på 1 rum och kök, användes köket såsom ett vanligt rum. Kubikinnehållet i en sådan lägenhet öfverstiger sällan 75 å 80 kbm. I Halmstad betinga (enligt uppgift af fackman, byggmästare S. A. Johansson) enrumslägenheterna i genomsnitt 39,25 kbm. för rummet och 35,86 för köket. I tvårumslägenheterna hålla rummen i genomsnitt 40 kbm. hvardera och köket 35 kbm. För de familjer, som bebodde 1 rumslägenheterna kom ca 11,9 kbm. pr. individ, under det att volymen pr individ i 2 rumslägenheterna utgjorde 16,57 kbm. I 3 rumslägenheterna blef luftvolymen pr individ efter samma beräkning af rummen som i 2 rumslägenheterna däremot 22,14 kbm.



pr individ. Vid en beräkning af individerna på lägenheterna har emellertid den egendomligheten visat sig, att det kommer ungefär samma antal individer på de olika lägenheterna, att således trångboddheten är indirekt proportionell till bostadens storlek. Vi se nämligen, att man i lägenheter på 1 rum och kök har 6,7 individer, i lägenheter på 2 rum och kök 6,9, i lägenheter på 3 rum och kök 7,0, samt i lägenheter på öfver 3 rum kök 6,9. Se grafiska tablån, fig. 15.

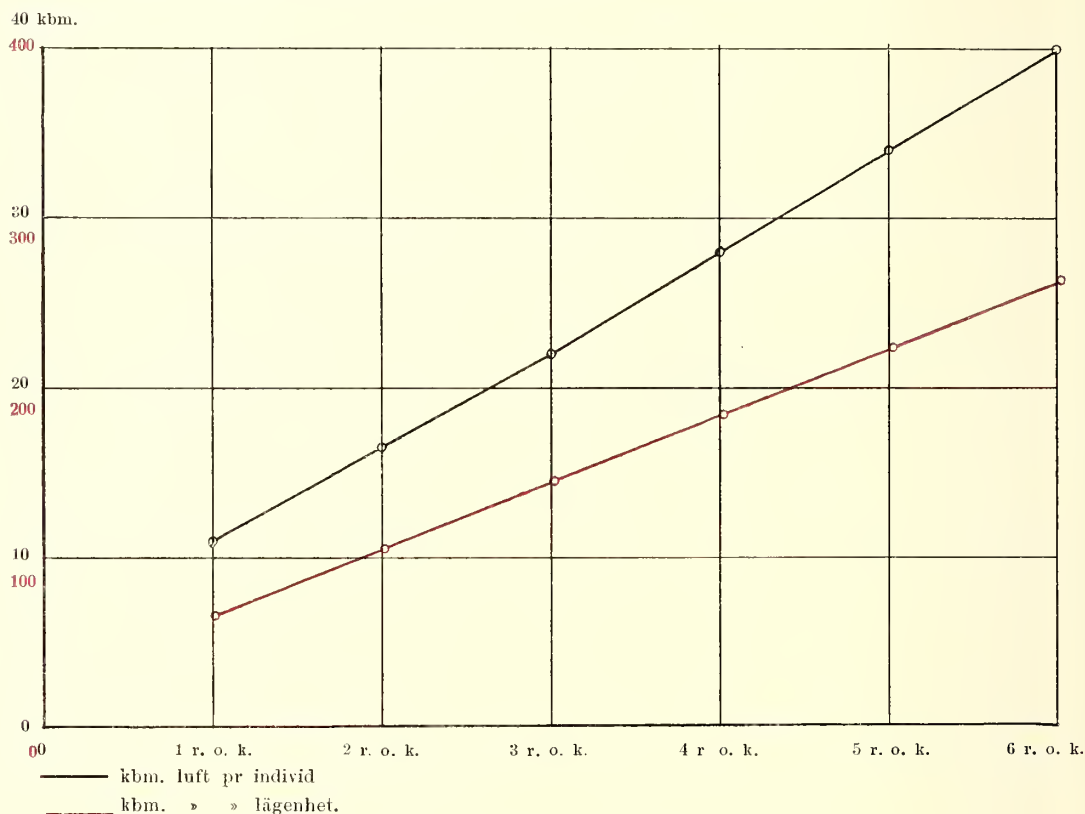


Fig. 15.

Grafisk framställning af luftvolym pr individ och lägenhet.

Om man nu först vill se efter, hvilken betydelse bostaden kan hafva för den allmänna kroppsutvecklingen och använder som indikator härför barnens vikt så framgår det vid en jämförelse mellan lika många individer af samma ålder från lägenheter på 1 rum och kök och 2 rum och kök, att de senare äro bättre, i det att genomsnittsvikten för dessa blir 27,20 kg. för de förra däremot 25,97 kg.

Det har också vid en undersökning framgått, att den personliga hygienien d. v. s. hemmets vård står i direkt förhållande till lägenhetens storlek. Jag har kontrollerat lägenheterna med afseende på denna faktor, och antecknat dem efter de resp. karaktererna god, medelgod och dålig samt därvid kommit till följande resultat, som framgår af nedanstående sammanställning.

Rum och kök	God		Medelgod		Dålig		Summa
	Fall	Procent	Fall	Procent	Fall	Procent	
1 .....	41	23,8 %	80	46,5 %	51	29,7 %	172
2 .....	51	54,2 %	33	35,5 %	9	9,7 %	93
3 .....	13	72,0 %	4	22,0 %	1	6,0 %	18
öfver 3 .....	11	79,0 %	3	21,0 %	0	0,0 %	14
							S:a 297
							uppgift saknas i 14 fall
							S:a 311

En korrelationsberäkning här visar, att ett mycket intimt samband mellan ifrågavarande båda faktorer existerar.

#### Hygien, hemmets skötsel eller vård.

$$\begin{array}{c}
 \text{god} \quad \quad \text{dålig} \\
 1 \text{ rum och kök} \quad \frac{(a) 41}{(c) 13} \mid \frac{(b) 51}{(d) 1} \quad q = 0,88 \\
 3 \text{ rum och kök}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \text{god} \quad \quad \text{dålig} \\
 1 \text{ rum och kök} \quad \frac{(a) 41}{(c) 51} \mid \frac{(b) 51}{(d) 9} \quad q = 0,75. \\
 2 \text{ rum och kök}
 \end{array}$$

Innan jag kontrollerade bostadsförhållandenas betydelse för eller samband med de Röntgenologiska fynden, gjordes ett par undersökningar för att se, huruvida något samband mellan förstnämnda faktor och v. Pirquetreaktionen eller temperaturförhållandena kunde fastslås.

För att utröna, i hvad mån bostadsfrågan kunde inverka på eller sammanhänga med den allmänna tuberkulosinfektionen gjorde jag en sammanställning mellan lika många fall boende i 1 rum och kök, 2 rum och kök resp. 3 rum och kök, samt tuberkulinkutanreaktionen enligt v. Pirquet. Tablåen ter sig på följande sätt:

Tuberkulinkutanreaktionen enl. v. Pirquet	1 rum och kök		2 rum och kök		3 rum och kök		Summa
	Fall	Procent	Fall	Procent	Fall	Procent	
+	67	68 %	61	62 %	26	76 %	154
±	26	26 %	30	30 %	2	6 %	58
—	6	6 %	8	8 %	6	18 %	20
S:ma	99	42 %	99	42,7 %	34	14,6 %	232

Om man nu först gör en korrelationsberäkning mellan ytterlighetsfallen d. v. s. fallen boende i 1 resp. 3 rum och kök och därefter mellan fall boende i 1 resp. 2 rum och kök,

$$\text{v. Pirquet } \frac{\begin{array}{c|c} 1 \text{ rum och kök} & 3 \text{ rum och kök} \\ + (a) \ 67 & (b) \ 26 \\ - (c) \ 6 & (d) \ 6 \end{array}}{q = 0,44}$$

$$\text{v. Pirquet } \frac{\begin{array}{c|c} 1 \text{ rum och kök} & 2 \text{ rum och kök} \\ + (a) \ 67 & (b) \ 61 \\ - (c) \ 6 & (d) \ 8 \end{array}}{q = 0,19}$$

så erhåller man associationskoefficienterna 0,44 resp. 0,19, hvilket tyder på, att *ett bestämdt samband föreligger mellan tuberkulinkutanreaktionen och bostadsförhållandena*.

En analog sammanställning mellan bostadsförhållandena och de i denna undersökning konstaterade temperaturegendomligheterna ter sig på nedanstående sätt:

Temperaturen	1 rum och kök		2 rum och kök		3 rum och kök		Summa
	Fall	Procent	Fall	Procent	Fall	Procent	
febril .....	83	84 %	71	72 %	30	88 %	184
feberfri.....	16	16 %	28	28 %	4	12 %	48
Summa	99	42,7 %	99	42,7 %	34	14,6 %	232

Associationskoefficienten mellan ytterlighetsfallen 1 resp. 3 rum och kök blir här 0,18 samt mellan fallen boende i 1 resp. 2 rum och kök 0,34. Härvidlag ser det således ut som om intet bestämdt samband föreläge, samt som om bostadsförhållandena ej skulle hafva någon större eller mera afsevärd inverkan på hälsotillståndet ifråga om feber, då det gäller en korrelation mellan fallen i 1 rum och kök och 3 rum och kök. Jämför man däremot fallen i 1 rum och kök med fallen i 2 rum och kök, framträder en otvetydig positiv korrelation. Antalet fall i 3 rum och kök är emellertid ganska ringa i jämförelse med antalen för 1 resp. 2 rum kök, så att resultaten därigenom i viss mån förryckas.

Granskar man bostadsförhållandena med hänsyn till temperaturkurvan, så finna vi följande tablå:

Bostadsförhållanden	Temperatur under 37,5		Temperatur mellan 37,5 o. 37,8		Temperatur öfver 37,8	
	Fall	Procent	Fall	Procent	Fall	Procent
1 rum och kök .....	56	60,9 %	102	58,0 %	19	47,5 %
2 rum och kök .....	32	34,8 %	52	29,5 %	15	37,5 %
3 rum och kök .....	4	4,3 %	22	12,5 %	6	15,0 %
Summa	92	29,9 %	176	57,1 %	40	13,0 % af 308 fall

M. Mosse skrifver i sitt arbete »Tuberkulose und Soziale Lage»: Die Statistik lehrt uns also einen engen Zusammenhang zwischen dem Grade des Wohlstandes und der Häufigkeit der Tuberkulose.

Det återstod nu att söka utröna huruvida något samband förelåg mellan ifråga-  
varande faktor, bostaden, och de Röntgenologiska fynden. Följande tabell visar  
en sammanställning efter den förut gifna gruppindelningen.

Bostadsförhållanden	GRUPP I. Fall med lungfält som kunde betecknas med 2 och 3		GRUPP II. Fall med ett eller flera med 1 betecknade lungfält	
	Fall	Procent	Fall	Procent
1 rum och kök .....	89	54,6 %	88	60,7 %
2 rum och kök .....	59	36,2 %	40	27,6 %
3 rum och kök .....	7	4,3 %	11	7,6 %
öfver 3 rum och kök	8	4,9 %	6	4,1 %
Summa	163	53,0 %	145	47,0 % af 308 fall

Obs.! För ett fall saknas uppgift.

För två fall saknas uppgift.

Räknas till Grupp I endast sådana fall som hafva högst två med siffran 2  
betecknade lungfält, får sammanställningen följande utseende:

Bostadsförhållanden	GRUPP I. Fall med högst två med 2 betecknade lungfält		GRUPP II. Fall med ett eller flera med 1 betecknade lungfält	
	Fall	Procent	Fall	Procent
1 rum och kök .....	50	55,6 %	88	60,7 %
2 rum och kök .....	31	34,5 %	40	27,6 %
3 rum och kök .....	3	3,3 %	11	7,6 %
öfver 3 rum och kök	6	6,6 %	6	4,1 %
Summa	90	38,3 %	145	61,7 % af 235 fall

Obs.! För ett fall saknas uppgift.

För två fall saknas uppgift.

Man finner af ofvanstående sista tabell att *Grupp II*, som representerar de  
sämre lungorna, har större % fall boende i 1 rum och kök än *Grupp I*. Men man finner  
också större % fall af dem; som bebo 3-rumslägenheterna i andra gruppen, d. v. s.  
bland de sämre lungorna, än i Grupp I, som innehåller de bättre lungorna. Som  
emellertid antalet af de i 1-rumslägenheterna boende är så ojämförligt mycket större  
än det, som kommer på 3-rumslägenheterna, torde en dylik jämförelse knappast  
vara berättigad. Håller man sig till resp. fallen i 1- och 2-rumslägenheterna, blir  
förhållandet mera påtagligt. De i 2-rumslägenheterna boende hafva mindre %  
inom Grupp II än de, som bebo 1-rumslägenheterna.

#### L. Närmare matematisk behandling af vissa förutnämnda faktorer.

I fråga om mitt material ha vissa faktorer underkastats en mera ingående  
matematisk behandling.



Tabell tillhörande den mera ingående matematiska behandlingen.

N:o	r/i	f. t.	m. t.	P.	v. l.	h. l.	g. t.	N:o	r/i	f. t.	m. t.	P.	v. l.	h. l.	g. t.
1	—	37,7	37,18	1350	233	333	17	61	4/7	38,2	37,77	35	323	323	16
2	1/5	37,8	37,56	72	333	322	16	62	1/7	38,2	38,00	20	313	322	14
3	1/5	37,5	37,35	0	221	121	8	63	1/12	39,5	38,34	64	223	222	13
4	2/6	38,2	37,72	160	333	333	18	64	2/9	38,1	37,94	25	223	223	14
5	1/3	38,2	37,80	100	212	321	11	65	2/8	38,2	37,80	30	323	233	16
6	2/7	38,1	37,67	0	322	222	13	66	3/3	38,4	38,02	25	322	321	13
7	1/6	38,2	37,70	0	333	322	16	67	3/12	38,2	37,74	36	322	221	12
8	2/6	37,7	37,38	160	223	333	16	68	2/5	38,0	37,57	16	323	322	15
9	2/6	37,9	37,50	176	322	322	14	69	2/8	37,7	37,50	56	322	122	12
10	1/6	37,8	37,62	30	323	333	17	70	2/6	38,0	37,32	66	323	323	16
11	1/5	37,9	37,40	25	112	332	12	71	2/7	38,3	38,10	?	312	122	11
12	3/7	38,0	37,61	81	312	321	12	72	1/7	38,2	37,65	30	322	211	11
13	2/10	38,0	37,70	80	321	322	13	73	1/7	38,2	37,78	20	323	322	15
14	5/5	38,1	37,95	?	333	333	18	74	2/7	38,1	37,87	64	321	322	13
15	3/4	38,2	37,68	16	222	221	11	75	1/8	37,5	37,23	180	323	213	14
16	1/4	38,1	37,78	77	323	322	15	76	1/8	37,5	37,21	49	321	222	12
17	1/3	37,9	37,57	16	322	122	12	77	1/8	37,1	36,58	20	333	322	16
18	1/3	37,5	37,21	20	233	222	14	78	2/9	37,9	37,77	15	222	322	13
19	1/6	37,8	37,40	16	323	322	15	79	2/7	37,7	37,25	?	333	333	18
20	1/6	38,0	37,58	12	322	232	14	80	1/7	37,9	37,77	?	333	333	18
21	—	38,0	37,51	25	312	221	11	81	1/9	37,9	37,68	56	323	322	15
22	1/8	38,1	37,70	6	223	211	11	82	2/10	38,3	37,95	40	323	322	15
23	2/7	38,4	37,80	25	223	222	13	83	2/9	37,8	37,49	24	233	322	15
24	5/5	38,6	38,16	91	112	121	8	84	2/4	38,0	37,84	247	313	322	14
25	2/9	38,2	37,63	25	312	322	13	85	1/5	37,9	37,68	110	313	323	15
26	3/7	38,2	37,57	25	333	322	16	86	1/7	37,8	37,51	28	323	321	14
27	2/5	38,5	38,10	25	233	333	17	87	1/8	38,1	37,82	20	123	222	12
28	2/5	38,3	37,91	20	333	323	17	88	2/9	37,7	37,22	49	323	322	15
29	3/9	38,0	37,74	96	333	333	18	89	1/5	37,8	37,18	120	322	211	11
30	1/4	38,2	37,70	48	333	333	18	90	2/9	38,1	37,51	28	323	332	16
31	1/6	37,2	36,59	156	322	321	13	91	2/9	37,8	37,40	16	333	333	18
32	1/6	37,9	37,10	20	233	322	15	92	1/6	38,0	37,68	?	313	311	12
33	1/6	37,3	36,85	0	333	322	16	93	1/6	37,7	37,45	35	312	322	13
34	1/6	36,8	36,45	30	333	332	17	94	1/9	37,0	36,77	0	223	312	13
35	3/10	38,0	37,70	40	323	322	15	95	1/9	37,2	36,84	16	333	323	17
36	1/8	38,7	37,80	45	223	321	13	96	1/8	37,9	37,44	60	323	332	16
37	4/6	38,0	37,77	66	223	222	13	97	1/8	38,0	37,68	15	323	321	14
38	2/6	38,0	37,87	?	313	323	15	98	1/8	38,1	37,71	54	322	321	14
39	1/7	38,1	37,62	0	323	322	15	99	2/6	37,8	37,50	?	333	322	16
40	1/4	38,4	37,85	0	322	322	14	100	1/7	38,2	37,71	?	312	322	13
41	1/9	38,3	37,80	20	323	322	15	101	1/9	37,5	37,01	?	233	222	14
42	1/4	38,0	37,77	36	333	312	15	102	2/4	37,3	36,71	35	323	323	16
43	3/12	38,5	37,97	150	233	323	16	103	2/4	38,3	37,04	25	333	322	16
44	1/9	38,3	37,78	25	323	321	14	104	1/6	38,0	37,18	85	233	321	14
45	3/5	38,4	37,70	15	323	221	13	105	1/8	37,9	37,65	?	323	322	15
46	3/5	37,9	37,55	25	323	322	15	106	1/5	38,7	38,12	25	313	311	12
47	1/5	38,0	37,43	24	123	311	11	107	1/7	38,2	38,10	?	233	333	17
48	2/6	37,9	37,50	9	233	323	16	108	2/9	37,9	37,15	?	313	312	12
49	1/8	38,3	37,62	81	313	311	12	109	1/8	37,5	37,19	361	323	332	16
50	1/8	37,5	37,25	140	323	223	15	110	1/8	38,1	37,38	49	233	322	15
51	1/8	37,7	37,28	49	323	322	15	111	1/8	37,8	37,51	289	333	322	16
52	1/9	37,8	37,65	100	323	332	16	112	1/7	38,8	37,85	25	333	332	17
53	1/9	37,9	37,65	?	223	222	13	113	2/5	38,1	37,90	90	322	322	14
54	1/9	37,8	37,60	36	333	333	18	114	2/10	38,3	38,04	?	323	322	15
55	1/7	37,9	37,58	56	333	332	17	115	2/9	38,1	37,74	20	222	221	11
56	5/7	38,3	37,73	9	223	331	14	116	1/8	37,9	37,67	80	223	223	14
57	1/8	38,4	37,82	36	323	222	14	117	1/8	38,0	37,90	36	322	322	14
58	2/4	38,1	37,77	0	323	322	15	118	1/9	37,9	37,54	24	323	332	16
59	1/6	38,0	37,64	36	323	322	15	119	2/6	38,8	38,07	?	323	312	14
60	4/9	37,8	37,57	0	312	222	12	120	2/6	38,4	38,06	100	323	311	13

N:o	r/i	f. t.	m. t.	P.	v. l.	h. l.	g. t.	N:o	r/i	f. t.	m. t.	P.	v. l.	h. l.	g. t.
121	4/8	38,2	37,60	49	333	332	17	184	1/7	37,5	37,25	234	312	321	12
122	2/4	38,6	37,96	110	323	321	14	185	2/8	37,6	37,33	100	321	311	11
123	1/6	37,2	36,89	400	123	112	10	186	3/5	37,5	37,44	100	112	111	7
124	1/6	37,2	36,71	289	233	233	16	187	2/8	37,4	37,12	64	333	333	18
125	1/9	37,1	36,87	?	333	323	17	188	2/8	37,6	37,32	?	323	322	15
126	1/6	37,2	36,77	64	312	222	12	189	2/8	38,1	37,44	0	323	223	15
127	1/6	38,1	37,58	63	311	321	11	190	2/7	37,9	37,31	121	322	332	15
128	1/6	38,7	38,26	20	233	221	13	191	1/7	38,3	37,82	132	211	312	10
129	2/6	38,2	37,83	49	223	322	14	192	1/4	38,9	37,80	42	323	332	16
130	1/8	38,3	37,80	?	323	322	15	193	1/8	37,9	37,47	80	333	332	17
131	1/8	38,2	38,00	?	321	311	11	194	1/2	37,9	37,45	117	311	212	10
132	2/7	38,5	37,72	?	333	322	16	195	2/5	37,7	37,30	25	112	211	8
133	1/5	38,5	38,18	?	312	221	11	196	2/5	38,0	37,75	81	322	311	12
134	2/6	38,3	37,77	0	321	321	12	197	1/11	38,0	37,68	144	313	211	11
135	3/7	37,7	37,50	0	323	312	14	198	1/6	37,8	37,52	384	312	211	10
136	2/5	37,4	37,25	?	322	312	13	199	1/4	38,0	37,68	?	222	322	13
137	2/7	38,2	37,65	39	323	311	13	200	2/9	37,6	37,20	?	233	322	15
138	2/5	38,0	37,85	?	222	221	11	201	2/6	37,9	37,54	100	222	312	12
139	2/9	38,0	37,38	?	223	222	13	202	1/5	37,9	37,58	64	223	322	14
140	2/6	38,3	37,85	80	323	323	16	203	1/7	37,9	37,54	16	322	312	13
141	1/4	38,0	37,70	81	223	322	14	204	1/8	38,0	37,38	25	223	221	12
142	1/12	37,9	37,50	?	322	331	14	205	1/9	37,9	37,67	?	323	332	16
143	1/8	37,9	37,35	0	322	331	15	206	1/9	38,1	37,67	64	223	322	14
144	1/9	37,8	37,31	?	333	332	17	207	2/7	37,8	37,63	258	323	332	16
145	1/6	37,7	37,32	?	333	333	18	208	2/7	38,3	37,78	?	223	322	14
146	9/4	37,8	37,57	0	333	332	17	209	2/7	37,8	37,38	169	333	333	18
147	1/4	38,2	37,98	30	122	321	11	210	2/5	38,0	37,80	121	133	133	14
148	1/6	38,2	37,87	25	233	332	16	211	2/8	38,2	37,85	100	323	323	16
149	2/11	37,6	37,52	0	323	322	15	212	1/7	38,7	37,61	64	233	323	16
150	1/5	37,6	37,32	?	312	221	11	213	1/3	38,1	37,69	?	212	211	9
151	1/5	38,3	37,74	?	323	321	14	214	1/7	37,8	37,43	64	333	233	17
152	2/8	37,8	37,42	36	323	323	16	215	1/7	37,9	37,51	?	233	233	16
153	1/4	37,9	37,40	?	323	312	14	216	6/7	38,4	38,21	165	333	332	17
154	1/7	37,8	37,44	?	122	232	12	217	4/10	37,8	37,58	368	211	221	9
155	1/4	38,0	37,72	289	323	321	14	218	1/9	38,3	37,73	?	212	311	10
156	5/5	37,9	37,50	?	323	321	14	219	2/6	37,7	37,47	?	323	312	14
157	2/8	37,5	37,06	25	323	321	14	220	2/11	37,7	37,45	0	313	311	12
158	2/10	37,8	37,51	30	333	323	17	221	2/8	37,6	37,25	?	323	323	16
159	2/11	37,7	37,51	20	323	333	17	222	1/10	37,9	37,77	361	212	312	11
160	3/7	38,1	37,82	36	323	322	15	223	4/10	37,7	37,35	0	322	111	10
161	1/8	37,9	37,50	?	322	322	14	224	1/9	38,1	37,52	100	223	211	11
162	2/5	38,5	37,50	?	312	222	12	225	1/6	38,3	37,85	0	213	222	12
163	2/9	37,8	37,16	0	312	311	11	226	1/4	38,0	37,82	?	312	211	10
164	2/9	37,2	36,93	25	312	311	11	227	1/3	37,9	37,80	8	322	221	12
165	2/9	37,3	37,06	?	233	313	15	228	1/4	37,5	37,25	30	313	223	14
166	2/7	38,0	37,32	20	323	322	15	229	1/7	38,4	37,76	?	223	222	13
167	1/5	37,8	37,60	56	323	323	16	230	3/11	37,5	37,25	25	122	221	10
168	1/8	37,9	37,41	0	323	333	17	231	1/6	38,2	37,74	36	312	311	11
169	1/6	37,9	37,60	42	222	333	15	232	1/6	37,7	37,30	?	312	211	10
170	2/11	38,1	37,67	?	333	322	16	233	2/10	37,5	37,14	?	233	323	16
171	1/6	38,0	37,66	56	333	332	17	234	2/5	39,5	37,77	?	222	222	12
172	1/8	37,5	37,15	36	223	323	15	235	1/3	38,1	37,80	?	111	121	7
173	1/7	37,8	37,68	?	323	323	16	236	2/6	37,9	37,51	?	323	323	16
174	1/8	37,9	37,71	100	223	223	14	237	1/7	37,6	37,38	?	333	332	17
175	2/5	37,8	37,40	30	313	312	13	238	1/4	38,0	37,71	?	313	322	14
176	1/10	37,9	37,45	169	211	211	8	239	3/4	38,3	37,80	80	211	211	8
177	1/6	37,9	37,48	?	322	322	14	240	1/7	38,0	37,16	?	323	322	15
178	1/6	37,9	37,62	?	323	321	14	241	—	37,7	37,40	143	313	322	14
179	1/5	37,9	37,56	340	312	331	13	242	1/5	37,9	37,43	0	333	333	18
180	1/7	38,1	37,55	144	212	211	9	243	2/6	37,7	37,31	64	223	213	13
181	1/4	38,3	37,52	49	111	212	8	244	2/5	38,2	37,78	?	323	322	15
182	1/7	37,5	37,19	36	233	332	16	245	1/7	37,5	36,84	?	323	333	17
183	1/7	37,4	37,23	300	313	332	15	246	1/4	38,2	37,34	630	211	211	8



N:o	r/i	f. t.	m. t.	P.	v. l.	h. l.	g. t.	N:o	r/i	f. t.	m. t.	P.	v. l.	h. l.	g. t.
247	2/6	37,4	37,01	45	323	322	15	280	1/3	38,2	37,92	441	223	223	14
248	2/7	38,0	37,35	238	233	322	15	281	2/7	37,8	37,54	100	323	322	15
249	1/6	38,0	37,57	736	213	321	12	282	1/9	38,1	37,84	81	312	322	13
250	1/6	38,0	37,61	?	133	322	14	283	1/6	38,3	37,88	0	223	323	15
251	1/6	37,7	37,38	35	323	323	16	284	1/6	38,0	37,75	100	212	111	8
252	2/6	38,0	37,48	?	112	111	7	285	2/6	38,0	37,64	49	313	221	12
253	2/8	39,0	37,78	1870—	212	211—	9	286	2/5	38,2	38,01	?	213	311—	11
254	1/4	38,1	37,35	100	313	311	12	287	1/8	37,7	37,22	42	333	333	18
255	1/8	37,7	37,30	25	323	333	17	288	1/4	38,1	37,88	?	211	211	8
256	1/8	37,5	37,17	?	233	322	15	289	2/6	38,2	37,94	64	322	232	14
257	1/10	37,8	37,65	169	323	312	14	290	1/8	38,0	37,81	50+	333	333	18
258	1/3	37,9	37,57	156	313	311	12	291	2/8	37,9	37,71	48	333	233	17
259	2/8	38,0	37,62	?	322	311	12	292	1/3	38,2	37,90	500	223	222	13
260	1/8	37,9	37,65	?	233	322	15	293	2/7	38,1	37,82	300—	123	222	12
261	1/4	37,9	37,47	?	322	212	12	294	1/6	38,0	37,64	484	323	322	15
262	1/4	37,7	37,41	?	312	311	11	295	1/6	38,2	37,84	144	333+	323	17
263	1/11	38,3	37,84	286	321	332	14	296	1/6	38,3	37,85	?	313	333	16
264	1/11	38,0	37,80	0	323	333	17	297	1/11	38,5	37,97	?	333	311	14
265	1/10	37,5	37,22	?	323	333	17	298	4/10	38,1	37,71	0	323	323	16
266	2/6	38,0	37,62	400	223	223	14	299	1/10	37,8	37,21	16+	333+	333	18
267	1/7	38,5	37,91	100	213	212	11	300	1/8	38,0	37,68	180	312	311	11
268	1/8	38,1	37,75	0	211	212	9	301	5/4	38,0	37,81	0	323	322	15
269	2/7	38,4	38,15	?	323	333	17	302	2/2	37,2	36,82	144—	112	111	7
270	3/12	38,2	37,77	228	223	322	14	303	—	—	—	—	—	—	—
271	2/9	38,0	37,58	?	113	222	11	304	2/4	38,6	37,43	?	312	311	11
272	2/6	37,6	37,47	0	333	333	18	305	1/6	38,1	37,78	?	211	211—	8
273	1/5	37,6	37,34	?	233	323	16	306	1/5	37,9	37,77	144+	323	321	14
274	3/4	38,9	38,21	81	323	221	13	307	1/6	37,9	37,52	?	333+	333	18
275	1/6	38,1	37,82	40	333	333	18	308	1/9	37,8	37,63	100+	323	313	15
276	3/3	38,3	38,15	36	212	211	9	309	1/6	38,3	37,82	?	123	212	11
277	2/7	38,4	37,81	?	233	333	17	310	1/9	37,8	37,61	0	323	333	17
278	2/3	37,9	37,62	100	312	311	11	311	1/5	37,9	37,80	70	313	211	11
279	1/9	37,9	37,57	2+	333+	333	18	312	2/5	38,0	37,62	49+	333	322	16

r = rum, i = innevånare, f. t. = temperatur, m. t. = medeltemperatur, P = v. Pirquet, v. l. = vänster lunga, h. l. = höger, lunga g. t. = grad af tuberkulos (summa för alla fälten).

Tabell I visar i form af en vanlig korrelationstabell fördelningen af egenkaperna *lungtuberkulos* (enligt Röntgenfotografierna) och *trångboddhet*. Till vänster i marginalen äro de olika graderna af lungtuberkulos angifna medelst 13 olika siffror, 6—18, af hvilka 18 ange att lungan är felfri, 6 att alla dess fält äro starkt angripna. Dessa siffror ha så erhållits, att uppskattningssiffrorna (1 = dålig, 2 = medelgod, 3 = god) adderats samman för de 6 olika fält, som var för sig blifvit efter plåten starkt karakteriserade. I öfre marginalen anges bostadsförhållandet, hvarvid det uppdelats i klasserna 0,1—0,2; 0,2—0,3; 0,3—0,4; 0,4—0,5; 0,5—0,6; 0,7—0,8 etc. rum pr. individ.

Siffrorna i fältet ange antalet observerade fall, som ha lungornas karaktäriseringssiffra, såsom angifvet i marginalen, till vänster samtidigt som de i ofvanstående på bostadsförhållandet falla inom den klass, som angifves i marginalen ofvanför. Till höger står angifvet horisontalarrayernas summor. Dessa siffror gifva frekvensfördelningen af tuberkulosen ensam. Likaså gifves nedtill vertikalarrayernas summor,

hvilka utgöra frekvensfördelningen af bostadsklasserna. Ytterst till höger finnes så angifna medeltalen af bostadssiffrorna för respektive (i marginalen till vänster angifna) grad af tuberkulos. Motsvarande medeltal af tuberkulosen för de olika bostadsklasserna äro angifna i nedersta horisontalraden.

Ur materialet ha uteslutits 9 individer af hvilka alla i fråga om bostadsförhållandet så märkbart skilja sig från de andra (8 af dem ha öfver 1 rum pr individ) att de tydligen tillhöra en annan samhällsklass än dessa, så att deras bibehållande endast kunde väntas störa materialets homogenitet.

I figur I äro de ofvannämnda medeltalen i arrayerna angifna grafiskt (0 anger medeltalet af bostadsrummen för alla individer med tuberkulos som angifvet till vänster; + anger medeltalet af tuberkulos för alla individer med bostad som angifvet nedtill). De streckade linjerna äro de så kallade *regressionslinjerna*.

TABELL I.  
Korrelation mellan bostad och lungor.

Antal rum pr individ											
		0,1—0,2	0,2—0,3	0,3—0,4	0,4—0,5	0,5—0,6	0,6—0,7	0,7—0,8	0,8—0,9	Summa	Regression
Grad af tuberkulos i lungorna.	18	9	6	3	—	—	—	—	—	18	0,22
	17	20	4	—	2	1	—	—	—	27	0,22
	16	18	13	6	3	3	—	—	—	43	0,26
	15	23	15	3	3	1	—	—	—	45	0,23
	14	23	13	7	3	2	1	1	—	50	0,26
	13	11	10	3	2	—	2	1	—	29	0,28
	12	11	9	6	5	—	—	—	—	31	0,27
	11	11	13	1	2	1	1	1	—	30	0,27
	10	5	2	—	1	1	—	—	—	9	0,25
	9	2	1	1	1	—	—	—	—	5	0,27
	8	3	4	—	1	—	—	1	—	9	0,29
	7	—	—	2	—	—	1	—	—	3	0,45
	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S:ma		136	90	32	23	9	5	4	—	299	
Regr.		14,3	13,7	13,7	13,2	14,3	11,6	11,5	—		

9 fall uteslutna, med mer än 1,0 rum pr individ.

Af tabellen och figur 16 framgår nu med all önskvärd tydlighet, att *i detta material* sjunker i medeltal karakteriseringssiffran för tuberkulosen med stigande bostadsutrymme; d. v. s. *lungans beskaffenhet är i medeltal sämre hos de i bostadshänseende bättre lottade barnen än hos de trångboddade*. D. v. s. korrelationen mellan tuberkulos och trångboddhet är negativ.

En blick på figuren kan öfvertyga om att detta måhända oväntade resultat ej är att hänföra till slumpen och tillfälligheternas spel utan saken måste ha en verklig lokal eller allmän grund.



Ehuru vid korrelation mellan egenskaper, som i likhet med dessa äro starkt osymmetriskt fördelade den s. k. korrelations-koefficienten ej alltid har adekvat betydelse, må dock här nedan denna jämte korrelationstabellens öfriga karakteristikon angifvas (se Charlier, Grundlagen af den matematiska statistiken. Statsvetenskaplig Tidskrift 1910; äfven i bokhandeln.)

Vi beteckna härvid antalet rum pr. individ med  $x$ .

Karakteriseringssiffran för lungorna med  $y$ .

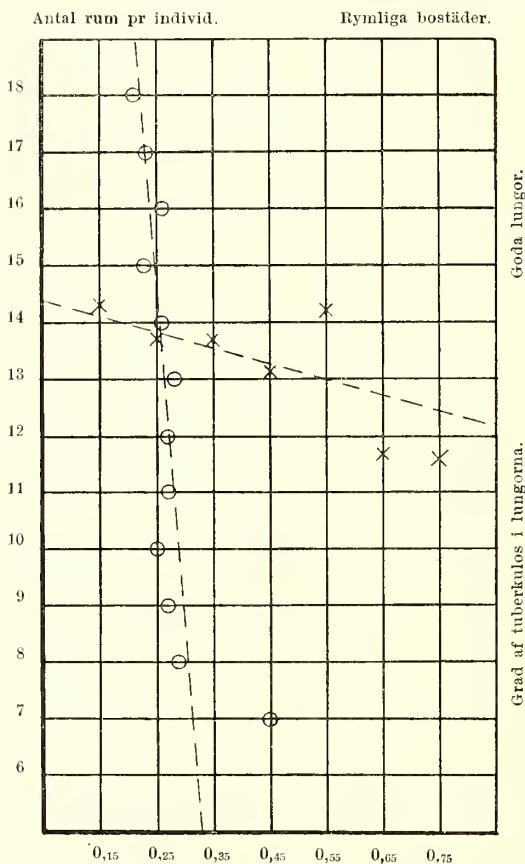


Fig. 16.

Regression af trångboddhet och tuberkulos.

Man får då

Medeltalet af alla  $x$ :  $m_x = 0,25 \pm 0,009$

Dispersionen i »  $x$ :  $\sigma_x = 0,136 \pm 0,006$

Medeltalet af alla  $y$ :  $m_y = 13,9 \pm 0,15$

Dispersionen i »  $y$ :  $\sigma_y = 2,52 \pm 0,11$

Korrelationskoefficienten

$$r = -0,151 \pm 0,050$$

Tilläggsstalen med  $\pm$  äro de s. k. medelfelen i vederbörande tal. En korrelationskoefficient som uppgår till 3 ggr. medelfelet och däröfver anger korrelation på vars objektiva existens man kan våga 1000 mot 3.

Betecknar man medeltalet af  $x$  för alla individer med fixt  $y$ -värde med symbolen  $\bar{x}_y$  och omvänt medeltalen af  $y$  för alla individer med fixt  $x$ -värde med symbolen  $\bar{y}_x$  så gifvas de så kallade *regressionslinjerna* af ekvationerna.

$$\bar{x}_y = m_x + r \cdot \frac{\sigma_x}{\sigma_y} (y - m_y),$$

$$\bar{y}_x = m_y + r \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - m_x).$$

Dessa ekvationer gälla alltid då regressionen är hvad man kallar *linsär*, d. v. s. då räta linjer passa något så när in i de uttryckade medeltalen i arrayerna.

I föreliggande fall blir regressionslinjernas ekvationer

$$\bar{x}_y = 0,25 - 0,0081 (y - 13,9)$$

$$\bar{y}_x = 13,9 - 2,80 (x - 0,25).$$

Tabell II och figur II illustrera på samma sätt *sambandet mellan lungornas grad af tuberkulos och medeltemperaturen*.

TABELL II.

Korrelation mellan lungornas tuberkulosgrad och medeltemperaturen.

Grad af tuberkulos i lungorna (dåliga lungor).														
	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	Suma	Regr.
38,2—38,4	—	1	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	4	14,00
38,0—38,2	—	3	—	1	2	2	1	4	—	1	1	—	15	12,87
37,8—38,0	3	5	7	7	13	5	4	6	2	—	3	1	56	13,71
37,6—37,8	5	5	12	15	17	12	9	9	1	3	2	—	90	13,84
37,4—37,6	5	7	11	7	11	4	11	7	2	2	1	2	70	13,79
37,2—37,4	5	4	5	11	4	3	4	2	3	—	3	—	44	14,14
37,0—37,2	1	1	4	6	3	—	1	2	—	—	—	—	18	14,72
36,8—37,0	—	2	1	—	1	—	—	1	1	—	—	—	6	14,17
36,6—36,8	—	—	2	—	—	1	1	—	—	—	—	—	4	14,25
36,4—36,6	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	3	15,33
Summa	19	29	43	47	51	31	31	31	9	6	10	3	310	
Regr.	37,54	37,58	37,49	37,54	37,64	37,68	37,56	37,66	37,48	37,70	37,66	37,63		

1 fall uteslutet. Lungan 7. Temp. 36,9.

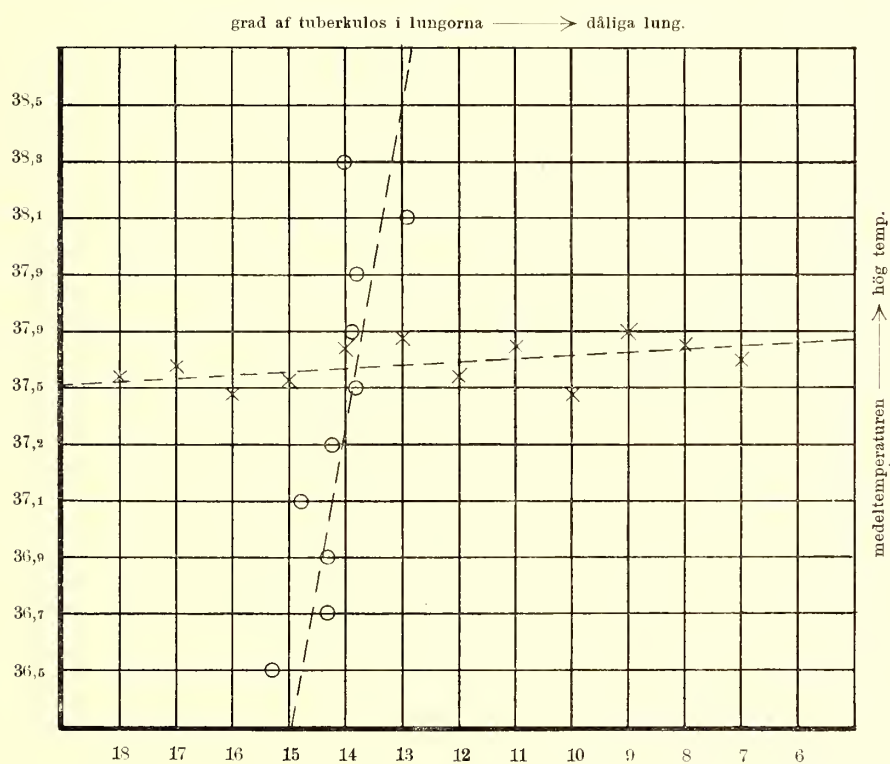


Fig. 17.

Regression af tuberkulos på medeltemperatur och af medeltemperaturen på tuberkulosen.

Man ser här att ett svagt positivt samband äger rum så, att *med dåliga lungor följer i medeltal hög temperatur och vice versa.*

Sätter vi här tuberkulosgrad =  $x$

och medeltemperatur =  $y$

har materialet följande karakteristiker

$$m_x = 13,88 \pm 0,14$$

$$\sigma_x = 2,55 \pm 0,10$$

$$m_y = 37,59^0 \pm 0,02$$

$$\sigma_y = 0,314^0 \pm 0,013$$

$$r = + 0,113 \pm 0,056.$$

En korrelationskoefficient uppgående till endast 2 ggr. medelfelet torde kunna väntas förekomma sporadiskt ungefär 3 ggr. af 100 utan att det ligger något objektivt samband under. Man kan alltså här våga 100 mot 3 på korrelationens existens. Regressionen angifves här af ekvationerna

$$\bar{x}_y = 13,88 + 0,183 (y - 37,59^0)$$

$$\bar{y}_x = 37,59 + 0,070 (x - 13,88).$$

Dessa linjer äro streckade i figur 17.

De öfriga tabellerna III—V innehålla *sambandet mellan Pirquetreaktionernas (rodnadens) yta å ena sidan och tuberkulosgraden (tabell III) i lungorna, antalet bostadsrum pr individ (tabell IV) samt medeltemperaturen (tabell V) å andra sidan.*

TABELL III.

Korrelation mellan lungor och v. Pirquetreaktion.

		Ytan af rodnaden = reaktionens storlek.											
		0; ?	0—50 ∧	50—100	100—150	150—200	200—250	250—300	300—350	350—400	400 ∧	Summa	reaktion + i %
Grad af tuberkulos i lungorna	18	8	6	3	—	2	—	—	—	—	—	19	73 %
	17	12	11	4	1	1	—	—	—	—	—	29	59 %
	16	14	15	6	2	2	—	3	—	1	—	43	67 %
	15	18	19	2	5	—	1	—	1	—	1	47	62 %
	14	16	13	7	6	3	2	2	—	—	2	51	69 %
	13	8	11	7	1	1	—	—	1	—	1	30	73 %
	12	11	9	6	1	1	1	—	1	—	1	31	65 %
	11	11	9	2	7	1	—	—	—	1	—	31	65 %
	10	4	1	—	2	—	—	—	—	1	1	9	55 %
	9	2	1	—	1	—	—	—	—	1	—	5	60 %
	8	3	2	2	1	1	—	—	—	—	1	10	70 %
	7	2	—	—	2	—	—	—	—	—	—	4	50 %
	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summa		109	97	39	29	12	4	5	3	4	7	309	—
Regr.		13,9	14,3	14,0	12,4	14,3	13,8	15,2	13,3	11,5	12,3	—	—

2 fall uteslutna, med rodnad öfver 1000.

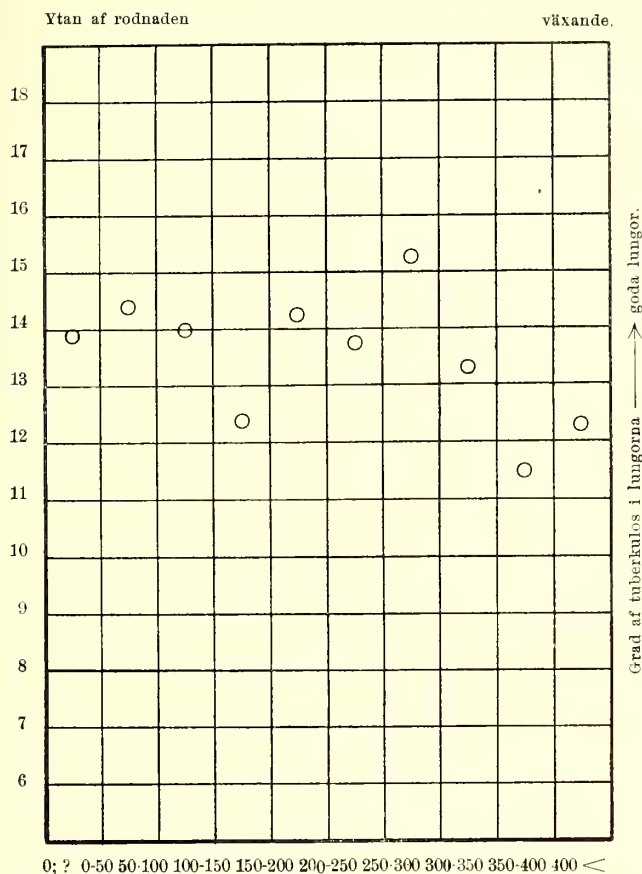


Fig. 18.

Regression af tuberkulos på grund af v. Pirquetreaktionen.

*Som framgår af såväl procenttalen som regressionstalen och punkterna i fig. 18—20 är sambandet mellan Pirquetreaktionens styrka och lungans röntgenutseende, bostadsförhållandet samt individens temperatur i föreliggande material ytterst ringa för att icke säga absolut intet.*

TABELL IV.

Korrelation mellan antalet bostadsrum pr. individ och v. Pirquetreaktionen.

		Ytan af rodnaden (växande).										Summa	reaktion i %
		0; ?	0—50	50—100	100—150	150—200	200—250	250—300	300—350	350—400	400		
Antal rum pr. individ.	0,1—0,2	50	42	17	11	5	1	3	1	3	3	136	63 %
	0,2—0,3	33	28	10	8	2	2	2	2	—	1	88	65 %
	0,3—0,4	10	8	5	3	4	—	—	—	—	3	33	70 %
	0,4—0,5	10	8	3	1	—	—	—	—	1	—	23	57 %
	0,5—0,6	2	4	—	2	—	1	—	—	—	—	9	78 %
	0,6—0,7	—	2	1	2	—	—	—	—	—	—	5	100 %
	0,7—0,8	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	4	100 %
	0,8—0,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,9—1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Summa	105	94	38	27	11	4	5	3	4	7	298	—

11 fall uteslutna: 9 med mer än 1,0 rum pr. individ, 2 med rodnaden öfver 1000.



TABELL V.

Korrelation mellan medeltemperaturen och v. Pirquetreaktionen.

		Ytan af rodnaden.											Summa	+ reaktion i %
		0; ?	0—50 ^	50—100	100—150	150—200	200—250	250—300	300—350	350—400	^400			
Medeltemperaturen.	38,2—38,4	—	1	2	—	1	—	—	—	—	—	4	100 %	
	38,0—38,2	8	5	1	1	—	—	—	—	—	—	15	47 %	
	37,8—38,0	17	19	8	7	1	1	1	1	—	2	57	70 %	
	37,6—37,8	31	26	15	8	3	1	2	—	1	2	89	65 %	
	37,4—37,6	26	21	8	7	3	—	1	1	2	1	70	63 %	
	37,2—37,4	17	14	2	4	3	2	—	1	—	1	44	61 %	
	37,0—37,2	7	6	2	1	—	—	—	—	1	—	17	59 %	
	36,8—37,0	2	2	—	1	—	—	—	—	—	1	6	67 %	
	36,6—36,8	1	1	1	—	—	—	1	—	—	—	4	75 %	
	36,4—36,6	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	3	100 %	
Summa		109	97	39	29	12	4	5	3	4	7	309	—	
Regr.		31,59	37,58	37,67	37,61	37,52	37,55	37,50	37,57	37,45	37,56	—	—	

2 fall med rodnaden öfver 1000 uteslutna.

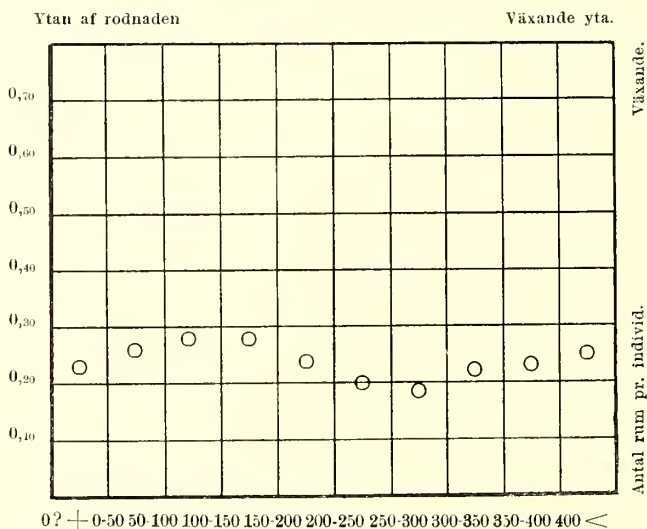


Fig. 19.

Regression af rum pr individ på grund af  
v. Pirquetreaktionen.

Skulle man fästa afseende *hufvudsakligen* vid de små reaktionerna 0—100 torde sambandet dock på det hela taget kunna sägas vara svagt förhanden, dock så att här åter samma negativa sammanband med bostadssiffrorna synes vara antytt. I tabellerna III till V ha respektive 2, 11 och 1 individer blifvit uteslutna.

### M. Jämförelse mellan resultaten av Röntgenundersökningar, företagna å samma person med vissa tidsintervaller.

Som förut nämnt är, ingick det som min sista uppgift att försöka utröna, huruvida och hur pass snabbt en förändring af de sjukliga processerna i lungorna sådana de framträdte på Röntgenplåten kunde gifva sig till känna. Redan några veckor efter den första Röntgenfotograferingen företogs en ny, och ungefär efter ett år egde den tredje Röntgenografiska undersökningen rum.

Det skulle helt naturligt varit af ett mycket stort intresse att kunna konstatera, att t. ex. en absolut distinkt och oomtvistlig hård i en lunga hade ökats eller

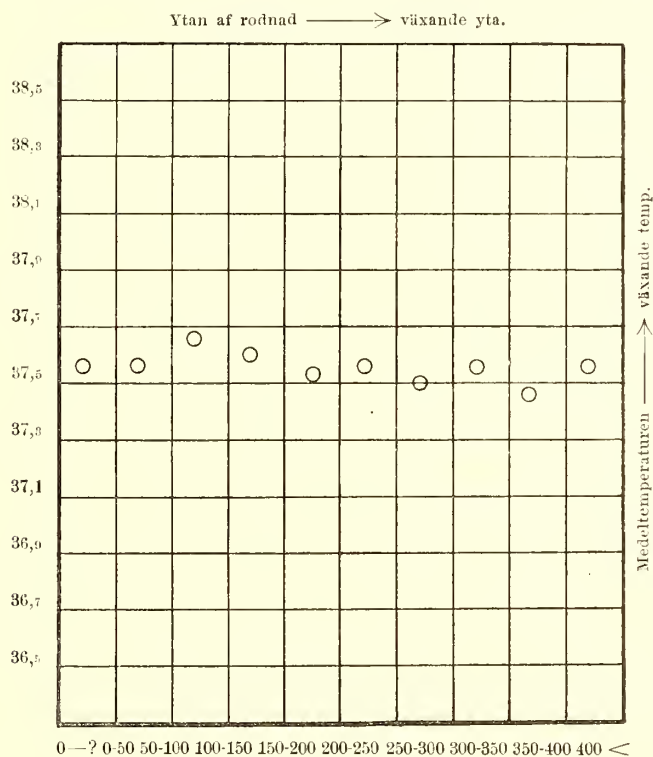


Fig. 20.

Regression af temperaturen på grund af v. Pirquetreaktionen.

minskats till volym eller förändrat sitt utseende. En sak som emellertid vid dessa undersökningar ofta framkom var den, att en teckning, som på den första plåten föreföll mindre suspekt, på den senare och sista uppenbarade sig som en distinkt hård, och vice versa, att en väl uttalad och tydligt markerad hård på den första plåten, på den andra visade sig otydlig och suddig för att åter på den sista plåten framträda med absolut tydlighet. Detta lär, att man, då det är fråga om suspekta lungor ej gärna får nöja sig med endast en plåt. På det rent tekniska tillväga-

gångssättet sättes stora fordringar, och det gäller att ej för mycket schablonisera, utan försöka att i hvarje särskildt fall väl afväga inställningen, exponeringstiden och framkallningen. I en del fall vinner plåten på snabb exponering, men om det ej gäller allt för små barn, torde exponering på tid vara att föredraga.

Det lönar mödan mer än väl att försöka lugnt klargöra för barnet, hvad saken gäller, och öfva det i att behärska sin respiration. Man bör alltså låta en yngre gärna först åse fotograferingen af en äldre mera försigkommen och orädd individ.

Granskar man två på olika tider tagna *fullgoda* Röntgenogram af samma individ, så frapperas man oftast af en påfallande kongruens. Man kan återfinna hårdar och fläckar af ett knappnålshufvuds storlek. Härvid beror det likvisst oändligt mycket på fläckarnes, resp. hårdarnes, täthet, så till vida som en redan kalkvandlad hård sticker distinkt af mot omgifningen, och kan därför säkert urskiljas, under det att i de fall, där tätheten ej är mycket större än den omgifvande lungteckningen, det ofta ställer sig nästan omöjligt att säkert utdifferentiera en sådan hård. En ej kalkvandlad hård aftecknar sig nämligen ganska obetydligt från omgifningen och kan därför, om den vid ena tillfället kommer att ligga mellan refbenen, men i det andra öfver ett sådant, i senare fallet lätt undandraga sig uppmärksamheten. En aldrig så obetydlig olikhet i exponeringen kan äfven göra, att en vid ett tillfälle synlig hård vid ett annat blir mindre tydligt framträdande och knappast urskiljbar. Respirationsrörelsen spelar härvid en mycket stor roll. Det är tydligt att en tätare bildning framträder bättre, om den omgifvande lungväfven är starkt luftfylld. Att en hård i ena fallet blifvit mera framträdande och tydligare än i det andra, kan understundom hafva berott på att den kommit att tagas på höjden av inspiriet under det att den senare kanske exponerats vid början af en inspirationsfas eller under expiriet.

När det gällt att jämföra en hård i lungan på Röntgenplåtar från olika tillfällen, har man därför nästan uteslutande varit hänvisad till de mer eller mindre kalkvandlade hårdarne eller sådana som ifråga om sin form varit särskildt markanta. Det har då visat sig, att man vare sig vid den förnyade undersökningen, som företogs några veckor senare, eller den som ägde rum ett år efter den första, kunnat finna något som tydde på, att en hård kan försvinna eller undergå några förändringar i öfrigt. Hårdarna återfinnas på samma ställe och i samma storlek på den andra och tredje plåten som på den första. Att alltså en förändring af eller i en redan kalkvandlad tuberkulös hård ej har kunnat konstateras under vanliga förhållanden under loppet af ett år, har med all tydlighet framgått af föreliggande undersökning. Därmed är dock ej uteslutet, att hårdens innan det inträdt förkalkning i väggarna kunnat resorberas och försvinna, och på dylikt vis kvarstår alltjämt den i början framhållna möjligheten, att en undersökning vid autopsi kan gifva till resultat ett väsentligt mindre antal hårdar, än de som i denna med Röntgenmetod företagna undersökning visats förekomma.

---

### III. Sammanfattning af resultaten.

Föreliggande undersökning har verkställt i syfte att utröna i hvilken utsträckning latent tuberkulos i lungorna förefinnes hos den svenska arbetareklassens barn i åldern 5—13 år. Sedan man fastslagit att tuberkulosen hos människan i sitt första stadium ej är kliniskt påvisbar, gällde det att försöka påvisa, i hvilken form tuberkulosen uppträdde under detta förkliniska stadium, och för utredningen häraf har jag i detta arbete i främsta rummet använt mig av en ingående Röntgenundersökning af de ifrågavarande barnens lungor och intrathorakala lymfkörtlar.

Dessutom gällde det att visa i hvad mån detta, den röntgenologiska undersökningens resultat, öfverensstämde med sådana moment, som man förut betraktat såsom prædisponerande för lungtuberkulos, och att slutligen se till, huruvida en Röntgenologisk påvisbar förändring i en lunga kunde undergå någon förändring under loppet af till en början ett år.

Meningen är också att *det material*, som här samlats, *skulle kunna ligga till grund för framtida kontrollundersökningar efter regelbundna tidsintervall för att se det öde, som väntar de individer, hvilka redan under barnaåren företett påtagliga tecken på tuberkulos i lungorna.*

Mitt material omfattar 311 kliniskt friska barn i åldern 5—13 år, d. v. s. sådana, som enligt egna, föräldrars, lärares resp. lärarinnors utsago voro friska.

Barnen undersöktes från anamnestisk synpunkt, underkastades vägning, längdmätning och mätning af bröstomfång. De kontrollerades ytterligare med afseende på palpabla halskörtlar, karierade tänder och temperatur. Hvarje barn undersöktes Röntgenografiskt och medelst tuberkulinkutanprofvat enligt v. Pirquet. Slutligen undersöktes den allmänna hygienien och bostadsförhållandena.

Från röntgenologisk synpunkt har jag indelat hvarje lunga i trenne fält, som betecknats efter tre olika karaktärer, goda = siffran 3, suspekta = 2 och dåliga = 1. Med goda har sådana lungfält betecknats, som varit absolut fria från patologiska förändringar, med suspekta sådana som företett osäkra förändringar och med dåliga sådana lungfält, i hvilka man kunnat påvisa ofrånkomliga, säkra förändringar eller härdar.

I 147 fall funnos härdar i lungorna. Härdarne förekommo oftare i högra än i venstra lungan (som 176 till 114 = 1,6 till 1), oftast i högra nedre fältet, därefter



i de båda mellersta samt minst i de öfre lungfälten. De äro oftast belägna ett stycke från hilus. Härdarne förekomma i olika storlekar, från ett knappåls-lufvuds till en hasselnöts storlek, och utvecklingsstadier från distinkta, hvita (kalkvandlade) till sådana af ungefär samma täthet som lungteckningen.

Hilusteckningen var alltid förstärkt och förstorad, då härdar förekommo i lungorna.

Förstärkt lungteckning förekom, utan att härdar kunde påvisas. Lungteckningen var oftast förstärkt i högra nedre lungfältet längs lufvudbronchen.

Förstärkning af lungteckningen från hilus upp mot spetsarne kunde ofta påvisas. I hilus kunde man understundom påvisa kalkvandlade körtlar utan att finna härdar i lungväfven.

I de stråk, som bildade en förstärkt lungteckning, fanns understundom rundade utbuktningar af större täthet (sekundära härdar). Det vill synas som en primär lunghärd oftast är omgifven af en fri zon af lungväf, under det att den sekundära alltid är förbunden med hiluskörtlarne genom ett tydligt stråk.

Hos kliniskt friska barn finner man sällan andra förändringar än nu nämnda.

Högra diaphragmakupolen står alltid något högre än den venstra. Höjdskillnaden är tydligare markerad, då lungan är säte för tuberkulösa förändringar. När det sistnämnda är fallet med den venstra lungan, kunna de båda diaphragmakupolerna antingen stå lika eller den venstra något högre.

Till de moment, som man velat tillmäta betydelse för en tidig tuberkulosdiagnos, har man i första hand räknat ett positivt tuberkulinkutanprof, kontinuerlig temperaturstegring, ansvällda lymfkörtlar på halsen m. m. Likaledes har man ansett såsom särskildt prädisponerande för uppkomsten af tuberkulos infektionssjukdomarne, enkannerligen mässling och kikhosta, ärftlig belastning, svag kroppskonstitution samt hygieniska missförhållanden.

Vid de undersökningar häröfver som jag företagit och vid den därefter verkställda jämförelsen mellan resultaten af dessa och af den Röntgenologiska analysen, har jag kommit fram till följande slutledningar:

Vid jämförelsen mellan de Röntgenologiska fynden och tuberkulinkutanprofvet har jag funnit, att en obetydlig skillnad mellan fall med lunghärdar och fall utan lunghärdar förefinnes. Likvisst konstateras någon större % positiv v. Pirquet hos fall med lunghärdar.

Vid jämförelsen mellan de Röntgenologiska fynden och temperaturen har jag funnit, att något större samband ej förefinnes. Dock vill det synas, som om temperaturen steg med stigande Röntgenologiska förändringar i lungorna.

Vid jämförelsen mellan de Röntgenologiska fynden och ansvällda lymfkörtlar på halsen har jag funnit, att ett ganska afsevärdt samband förefinnes.

Vid jämförelsen mellan de Röntgenologiska fynden och mässling har jag funnit, att något större samband ej föreligger.

Vid jämförelsen mellan de Röntgenologiska fynden och kikhosta har jag funnit, att intet säkert stöd för samband förefinnes.

Vid jämförelsen mellan de Röntgenologiska fynden och ärftlig belastning har jag funnit, att det Röntgenologiska fyndet är lika hos barn af föräldrar med god, medelmåttig och underhaltig kropps-konstitution samt att föräldrarnas föregående sjukdomar ej spela någon säker roll för uppkomsten af tuberkulos i lungorna hos barnen.

Vid jämförelsen mellan de Röntgenologiska fynden och de hygieniska förhållandena i fråga om bostäderna har jag funnit, att det ej föreligger något större samband mellan bostadsförhållandena och det Röntgenologiska fyndet i lungorna.

Vidare har det framgått:

*att* en jämförelse af v. Pirquetska tuberkulinkutanprovet och temperaturen visar ett visst positivt samband, samt att det positiva tuberkulinprovet ökas med stigande temperatur;

*att* en jämförelse mellan tuberkulinprovet och tändernas tillstånd ger en positiv associationskoefficient = 0,478;

*att* mellan tänderna och febertillståndet intet samband förefinnes;

*att* det emellan mässling, kikhosta och tuberkulinreaktionen vill synas som om ett bestämdt positivt samband förelåg;

*att* barn af kraftiga föräldrar oftare reagera positivt än av svaga föräldrar;

*att* barn af kraftiga föräldrar ega mindre ofta palpabla körtlar än barn af svaga föräldrar;

*att* gossarna ega större bröstomfång än flickorna;

*att* gossarna hafva mindre % positiv v. Pirquetreaktion, men också mindre % goda lungor än flickorna;

*att* ett ganska obetydligt samband mellan den v. Pirquetska tuberkulinkutanreaktionen och den ärftliga belastningen föreligger;

*att* ett ganska intimt samband mellan hygien (hemmets vård) och lägenhetens storlek föreligger;

*att* ett bestämdt samband synes föreligga mellan tuberkulinkutanreaktionen och bostadsförhållandena;

*att* bestämdt samband synes föreligga mellan bostadsförhållandena och temperaturstegringen;

*att* en tydligt markerad hård i lungan ej undergår någon förändring under loppet af ett år.

---

## Slutord.

Det är mig en kär plikt att till professor KARL PETRÉN här uttala ett ärligt och innerligt tack för det intresse, han alltid visat mitt arbete och nu särskildt för hans många och goda råd vid undersökningen och behandlingen af här föreliggande arbetsmaterial, samt den välvilja, hvilkén han vid alla tillfällen visat mig i min läkaregärning.

Till professor EINAR SJÖVALL frambär jag samtidigt mitt varma tack för de många och stora tjänster han gjort mig genom en välvillig ingående granskning af arbetet.

För den mera ingående matematiska behandlingen af vissa faktorer i mitt material står jag i tacksamhetsskuld till mina båda vänner, docenterna SVEN WICKSELL och WALTER GYLLENBERG i Lund.

Slutligen frambär jag mitt hjärtliga tack till min broder Röntgenteknikern GUSTAF BERGLUND, som ständigt varit mig behjälplig dels vid Röntgenundersökningen af materialet dels vid granskningen och bearbetningen af resultaten.

---

## Litteraturförteckning.

- ACHELIS, Deutsches Archiv für klinische Medizin 1911 Bd. 1 u. 4.  
—, Münchener Medizin. Wochenschrift 1910 Nr. 36. 1875.  
ALBRECHT, E., Thesen zur Frage der menschlichen Tuberculose. Frankfurter Zeitschrift f. Pathologie. Bd. I 1907.  
ALBRECHT, H., Über Tuberculose des Kindes Alters. Wiener klinische Wochenschrift 1909.  
—, Über Tuberculose des Kindesalters. Wiener klin. Wochenschr. 1909 No. 10.  
ANSPERGER, Die Röntgenuntersuchung der Brustorgan. Leipzig 1913.  
—, Verhandl. d. VII. Röntgen-Kongr. Berlin 1911.  
ASSMANN, Fortschr. auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen 1912. No 1 u. 2.  
—, Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen Bd. 17 u. 18 samt 1912 No. 1 u. 2 XVIII 1911-12.  
—, Verhandlungen der Deutschen Röntgengesellschaft 1911 Bd. VII S. 49.  
BARTEL, J., Status thymicolymphaticus und Status hypoplasticus. 1912.  
—, Die Infektionswege bei der Fütterungstuberculose. Wiener klin. Wochenschrift 1904.  
BECK, Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen. Bd. 18. Stereoskopie.  
—, Fortschr. auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen XV.  
BRAUER, Die Röntgendiagnose der Pleurakrankungen. Groedel, Atlas und Grundriss der Röntgendiagnostik.  
DE LA CAMP, Die klinische Diagnose der Vergrößerung intrathorakaler Lymphdrüsen. Medizinische Klinik 1906. No. 1.  
COHN, Berl. klin. Woch. 1911. No. 1.  
—, Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. 1911 No. 1.  
V. DEHN, Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. Bd. 16. No. 5.  
DIETL, Brauers Beiträge zur Klinik der Tuberculose. Bd. XXV.  
EISLER, Die interlobäre pleuritische Schwarte der kindlichen Lunge im Röntgenbild. Münchener Med. Wochenschr. 1912. No. 35.  
EISLER, Die interlobäre pleuritische Schwarte der kindlichen Lunge in Röntgenbild. Münchener Med. Wochenschr. 1912 No. 35.  
ENGEL, Beiträge zur Röntgendiagnostik der Bronchialdrüsenvergrößerungen. Med. Klinik 1913, No. 9.  
FLÜGGE, Deutsche Med. Wochenschr. 1897. No. 42 und 47.  
FOEDISELL, Mitteilungen der Gesellschaft für innere Medizin und Kinderheilkunde in Wien. Jahrg. IX. 1910.  
GOCHT, »Die Röntgenliteratur.« 1913.  
—, Die Topographie des Bronchialbaums. 84. Vers. Naturf. u. Ärzte 1912. Ref. Med. Klinik 1912, No. 9.  
GOHN, A. (o. ö. Professor der pathologischen Anatomie an der deutschen Universität in Prag), Der primäre Lungenherd bei den Tuberculose der Kinder. Wien 1912.  
GRAU, Die Lokalisation der beginnenden Lungentuberculose im Röntgenbilde. Med. Klin. 1910 No. 20.



- GROEDEL, F., Münchener Med. Wochenschr. 1908.
- HAMBURGER, A., Tuberkulose der Kinder. Handbuch der Tuberkulose Prof. Dr. L. Brauer, Dr. Schröder, Dr. F. Blumenfeld.
- HAMBURGER u. MONTI, Münch. Med. Wochenschr. 1909. No. 9.
- HASSELWANDER u. BRUGEL, Anatomische Beiträge zur Frage nach der Lungenstruktur im Röntgenbild. —, Fortsch. a. d. Geb. d. Röntgenstr. 1911 Nr. 1.
- HEDRÉN, G., Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten. Bd. 73. Leipzig 1913.
- HESSLER u. SCHALL, Brauers Beiträge Bd. 14.
- HOFFMAN, F. A., Atlas der Anatomie des Mediastinum im Röntgenbilde. Leipzig W. Klinkhardt 1909.
- HOLZKNECHT, Die Röntgendiagnose der Brusteingeweide. Hamburg 1901.
- JAMIN, Fortsch. in der Diagnose der Lungenkrankheiten. Deutsche Med. Wochenschr. 1908 Nr 27.
- KLEWITZ, F., Der heutige Stand der Röntgenkunde in der inneren Medizin. (Aus der II medizinischen Klinik der Kölner Akademie f. prakt. Medizin.) —, Schmidts Jahrbücher der in- und ausländ. Gesamten medicin. 82 Jahrgang Bd. 321. Heft I. Jan. 1915.
- KRAUSE, Die Röntgenuntersuchung der Lungentuberkulose. —, Der Wert der Röntgenuntersuchung für die Frühdiagnose der Lungentuberkulose. 4. Röntgenkongress 1908. —, Die Röntgendiagnose der Lungentuberkulose in F. M. Groedels Atlas 1909. —, In Groedels Atlas und Grundriss der Röntgendiagnose in der inneren Med. München 1909. —, Verh. d. VII Röntgen-Kongr. 1908. Zeitschr. f. Tuberk. 1909 No. 1. Med. Klin. 1908. S. 1093. Ferner in Groedel, Röntgenatlas I. c.
- KREUZFUCHS, Münchener Medicin. Wochenschrift 1912. Nr. 2.
- KÜPPERLE, FRÄNKEL LOREY, Das anatomische Substrat der sog. Hiluszeichnung im Röntgenbild. Fortschritte auf dem Geb. der R strahlen XIV. —, Verhandl. der deutschen Röntgen-Gesellschaft. Bd. 7. 1911. Verh. d. VII. Röntgen-Kongr. Berlin 1911.
- KÜSS, G., De l'hérédité paracitaire de la tuberc. humaine. Paris 1898.
- KÖHLER, Zur Röntgendiagnostik der kindlichen Lungendrüsentuberkulose. Hamburg 1906.
- LEVY-DORN und CORNET, Das Röntgenbild des normalen Thorax mit Rücksicht auf die Diagnose der Phthisis incipiens. Berl. klin. W. 1908. —, Der Wert der Röntgenstrahlen für die Diagnose der Lungentuberkulose. Berl. klin. W. 1911. Nr. 14.
- LIEBERMEISTER, Kongress f. inn. Med. Wiesb. 1907.
- LOREY, ALEX., Das Röntgenverfahren bei der Lungentuberkulose. —, Verhandlungen der deutschen Röntengesellschaft 1911. Bd. VII. S. 50. —, Handbuch der Tuberkulose (Brauer, Schröder, Blumenfeld). —, Fortsch. a. d. Geb. d. Röntgenstr. Bd. 20. No. 3.
- MARAGLIANO, Il controllo anatomo-patologico della Röntgendiagnosi della tubercolosi pulmonare. Annal. dell' Istituto Maragliano 6, 5.
- NEUBAUS, Beitrag zur Röntgendiagnostik der kindlichen Bronchialdrüsentuberkulose. —, Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen. Bd. 1. Heft 1. Ref. Internat. Ztbl. f. ges. Tuberkuloseforschung 1913. Heft 9. S. 512.
- OTTEN, Fortsch. auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen XV.
- PHILIPPI, Das klinische Gesamtbild der endothorakalen Drüsen- und Lungenhilustuberkulose der Erwachsener. Beiträge zur Klin. der Tuberkulose. Bd. 21. 1911.
- V. PIRQUET, Deutsche Med. Wochenschr. 1908. No. 30.
- POLLAK, R., Wiener Med. Wochenschrift 1910.
- RACH, Die Röntgendiagnostik der Lungentuberkulose im Kindesalter. Ztschr. f. Kinderheilkunde. Bd. VIII. Heft 3 n. 4.
- READE und CALEY, Value of X-Rays the diagnosis of tuberculosis in children. Lancet 1912 30 nov.: Ref. Ztschr. f. Tuberculose. Bd 20. Heft I. S. 75.
- RIBBERT, Über primäre Tuberkulose, und über die Anthrakose der Lungen und der Bronchialdrüsen. Deutsche Med. Wochenschr. 1907. No. 42.

- RIBADEAU-DUMAS, WEIL, MAINGOT, Étude radiologique de la tuberculose pulmonaire du nourrisson. Arch. générale de méd. Mai 1913.
- RIEDER, H., Die Röntgenuntersuchung der Lungen und der Bronchien.
- , Der Wert der Röntgenuntersuchung für die Frühdiagnose der Lungentuberkulose. 4. Röntgenkongress 1908.
- , Die frühzeitige Erkennung der Lungentuberkulose mit Hilfe der Röntgenstr. Deutsches Archiv f. klin. Med. Bd. 95 1908.
- , Zur Röntgendiagnostik der Anfangstuberkulose der Lungen. Beiträge zur Klinik der Tuberkulose. Bd. XII H. 2.
- , Kawernen bei beginnender und bei vorgeschrittener Lungentuberkulose. Fortschritte auf dem Geb. der Röntgenstrahlen »Kurg. Klin. Lund.« 1910—1911 Bd. XVI sid. 1.
- ROZENBLAT, H., Beiträge zur Frage der cutanen Tuberkulinreaktion bei Kindern. Zeitschr. f. Kinderheilkunde. Bd. 8. 1913.
- SCHLEENBERG, Zeitschr. f. Tuberk. 1907. No. 11.
- , Die normale und pathologische Lungenzeichnung des erwachsenen Menschen im Röntgenbilde. Zeitschr. f. Tuberkulose Bd. XII. Heft 6.
- Der Wert der Röntgenuntersuchung für die Frühdiagnose der Lungentuberk. 4. Röntgenkongresse 1908.
- SCHLAYER, Über die Grenzen des Röntgenverfahrens bei der Frühdiagnose der Lungentub. 4. Röntgenkongress 1908.
- , Über den Wert des Röntgenverfahrens für die Frühdiagnose der Lungentuberk. Deutsche Med. W. 1908. No. 20.
- SCHUT, Brauers Beiträge. Bd. 24. 1912.
- SCHÖNBERG, ALBERS, Die Röntgentechnik.
- SCHÖNBERG, ALBERS, Verhandl. d. Deutsch. Röntgengesellsch. Bd. 4.
- , Deutsch. Med. Wochenschr. 1908 No. 20. Die Röntgentechnik.
- SEWALL u. CHILDS, A comparison of physical signs and x-ray pictures of the chest in early stages of tuberculosis.
- , Arch. of int. med. Juli 1912, Ref. Ztschr. f. Tuberkulose. 1913 Bd. 20 Heft 6 S. 595
- SLUKA, Ein weiterer Beitrag zur Hilustuberkulose des Kindes im Röntgenbild. Wien. klin. Wochschr. 1913. No. 7. Wien. mediz. Wochschr. 1911.
- SIMON, Über den röntgenographischen Nachweis des primären Lungenherdes bei der Bronchialdrüsentuberkulose.
- , Beiträge zur Klinik der Tuberkulose 1913, Bd. 26, Heft 2.
- STRAU u. OTTEN, Einseitige vom Hilus ausgehende Lungentuberkulose. Beiträge zur Klinik der Tuberkulose. Bd. XXIV. Heft. 3.
- STUERTZ, Atlas der Radiographie der Brustorgane. Wien u. Leipzig.
- , 4. Versammlung der Tuberkulose Ärzte zu Berlin 1907.
- , Die trockene Tuberkulose im Röntgenbilde.
- , Vorläufige Mitteilung über den Zusammenhang der Lungenspitzen und Hilusdrüsentuberkulose. 3. Röntgenkongress 1907.
- SUKIENNIKOW, Topographische Anatomie der bronchialen und trachealen Lymphdrüsen. Berliner klin. Wochenschr. 1903.
- VOGL, Zur Röntgendiagnose der miliaren Lungentuberkulose.
- WEBER u. OWEN, Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. 1911 Nr. 1.
- WEICHSELB, A. und BARTEL, L., Zur Frage der Latenz der Tuberkulose. Wiener Klinische Wochenschrift 1905.
- WEINBERGER, Atlas der Radiographie der Brustorgane. Wien u. Leipzig. Emil M. Engel, 1912.
- WOLFF, Brauers Beiträge, Bd. XXV.
- WOLFF, F., Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. XIII.
- , Münch. Med. Wochenschr. 1892, No. 39 u. 40, 1904, No. 34.

## Innehållsförteckning.

### I. Sammanställning och diskussion af föregående undersökningar.

A. Den patologisk-anatomiska forskningens betydelse för uppfattningen om tuberkulosens uppkomst och spridning .....	3
B. Den numera mest spridda uppfattningen om människotuberkulosens uppkomst och spridning .....	13
C. Betydelsen af kännedomen om tuberkulosens tidigaste stadier.....	17
D. Röntgenundersökning af tuberkulösa processer i bröstorgauen .....	18
E. Tekniken vid Röntgenundersökning af lungorna .....	20
F. Den normala bilden af thorax och speciellt lungorna vid Röntgenundersökning.	
1. Den normala thoraxbilden .....	22
2. Den normala lungröntgenbilden jämte några ord om indelningen af de intra-thorakala lymfkörtlarna .....	23
G. Röntgenundersökningen af förändrade intrathorakala lymfkörtlar, jämte en hänvisning till de kliniska symptomen vid tuberkulos i dessa körtlar och några historiska data angående särskilt Röntgenstudiet af dem .....	27
H. Röntgenforskningen af tidiga tuberkulösa förändringar i lungorna och den på Röntgenundersökning grundade uppfattningen om tuberkulosens uppkomst och spridning .....	34
I. Röntgenundersökningens användning vid mera framskridna stadier af lungtuberkulos.....	41
K. Betydelsen af kombinerad Röntgen- och annan undersökning vid lungtuberkulos .....	44

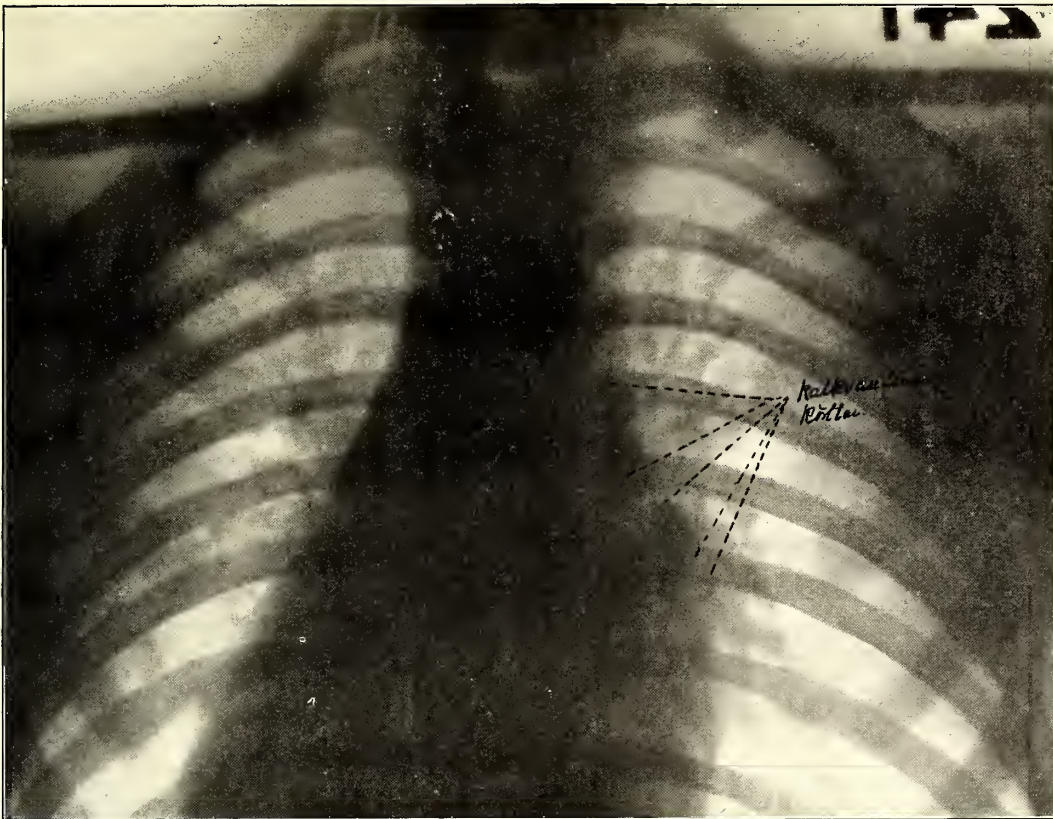
### II. Egna undersökningar.

A. Undersökningens föremål. Materialanskaffning. Undersökningens omfattning .....	49
B. Röntgenundersökningen .....	51
C. Notiser till tydningen af Röntgenbilden samt om densammas registrering .....	53
D. Resultatet af Röntgenundersökningen .....	61
E. Jämförelse mellan resultaten af Röntgenundersökningen och af det v. Pirquetska tuberkulinkutanprovet .....	66
F. Jämförelse mellan resultaten af Röntgenundersökningen och temperaturmätningar .....	70
G. Granskning af materialet med hänsyn till förekomsten af palpabla körtelansvällningar å halsen, och jämförelse mellan resultaten af denna och de förutnämnda undersökningarna samt af en undersökning öfver tändernas beskaffenhet .....	74
H. Om sambandet mellan tuberkulos hos barn och infektionssjukdomarne .....	77
I. Om sambandet mellan föräldrarnas, resp. barnens kroppskonstitution och de senares tuberkulos .....	84
K. Om betydelsen af den ärftliga belastningen och af den tuberkulösa expositionen i barna-åren. Jämförelse mellan resultaten af bostadsundersökningen och af det v. Pirquetska tuberkulinkutanprovet, temperaturmätningarna och Röntgenundersökningen .....	88
L. Närmare matematisk behandling af vissa förutnämnda faktorer .....	95
M. Jämförelse mellan resultaten af Röntgenundersökningar, företagna å samma person med vissa tidsintervall .....	105

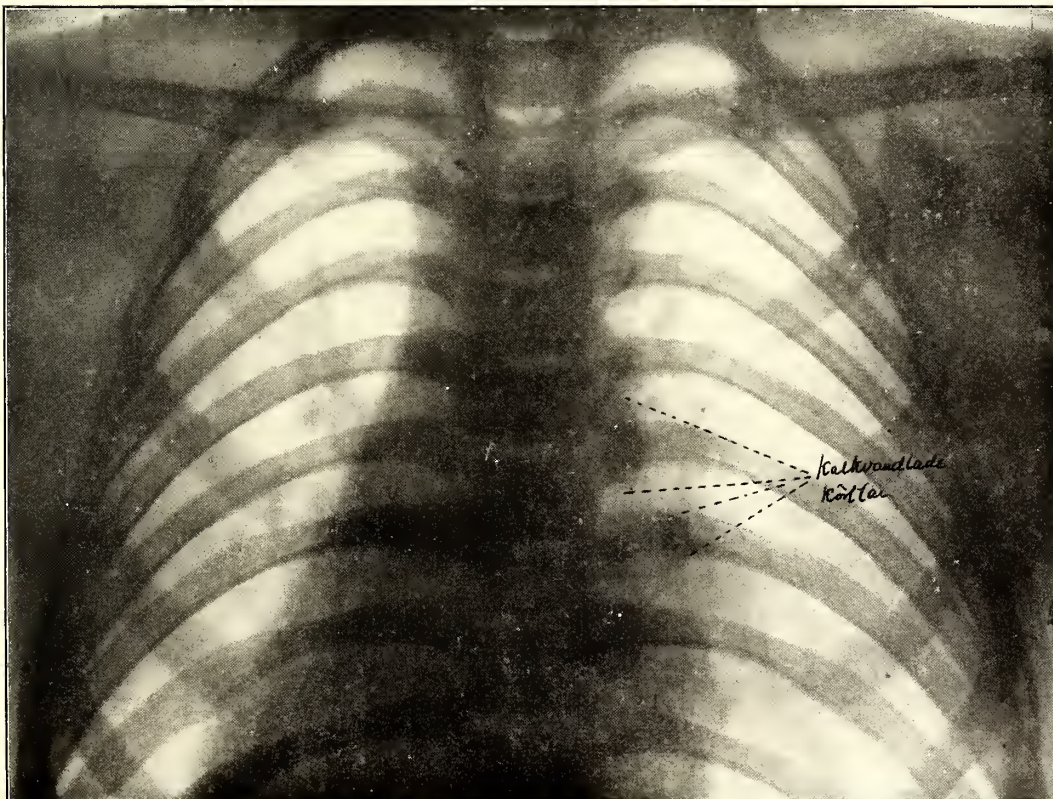
### III. Sammanfattning af resultaten .....

Slutord .....	110
Litteraturförteckning .....	111





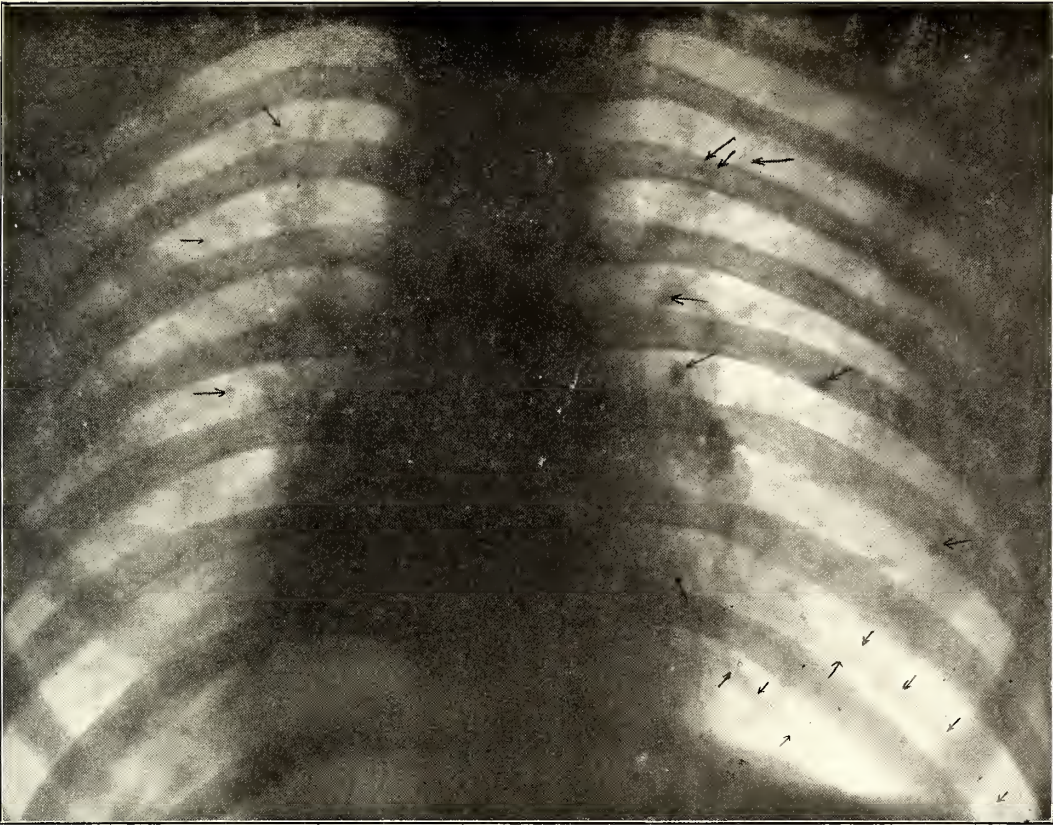
1. Bilden visar en tydligare lungteckning men otydligare skelettkonturering i de öfre partierna än den efterföljande. Man ser här i högra hilus två mer än bönstora kalkvandlade körtlar utan några skönjbara härdar i lungväfven.



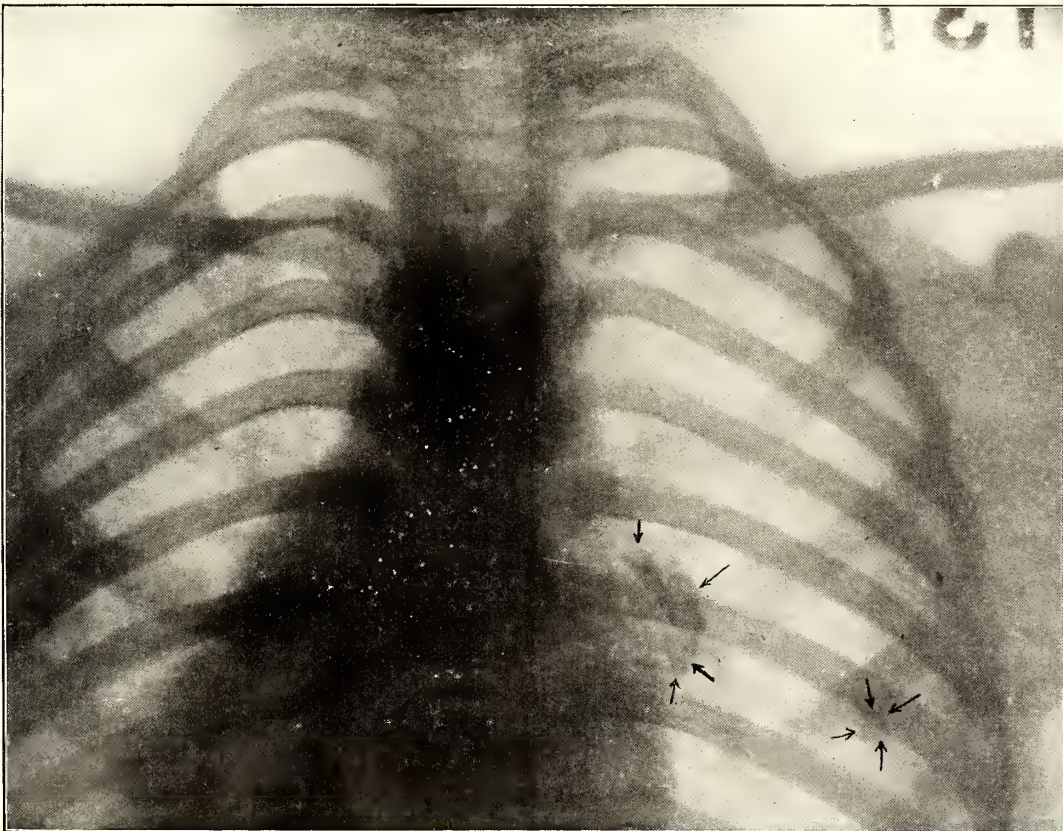
2. Bilden visar att hiluskörtlar kunna förekomma, utan att man har påvisbara härdar.







1. Figuren visar spridda med pilar angifna härdar i lungväfven af varierande storlek samt ett väl markeradt, temligen jämntjockt, utåt mot Sinus pnenico-costalis frilöpande stråk från hilus utgående.



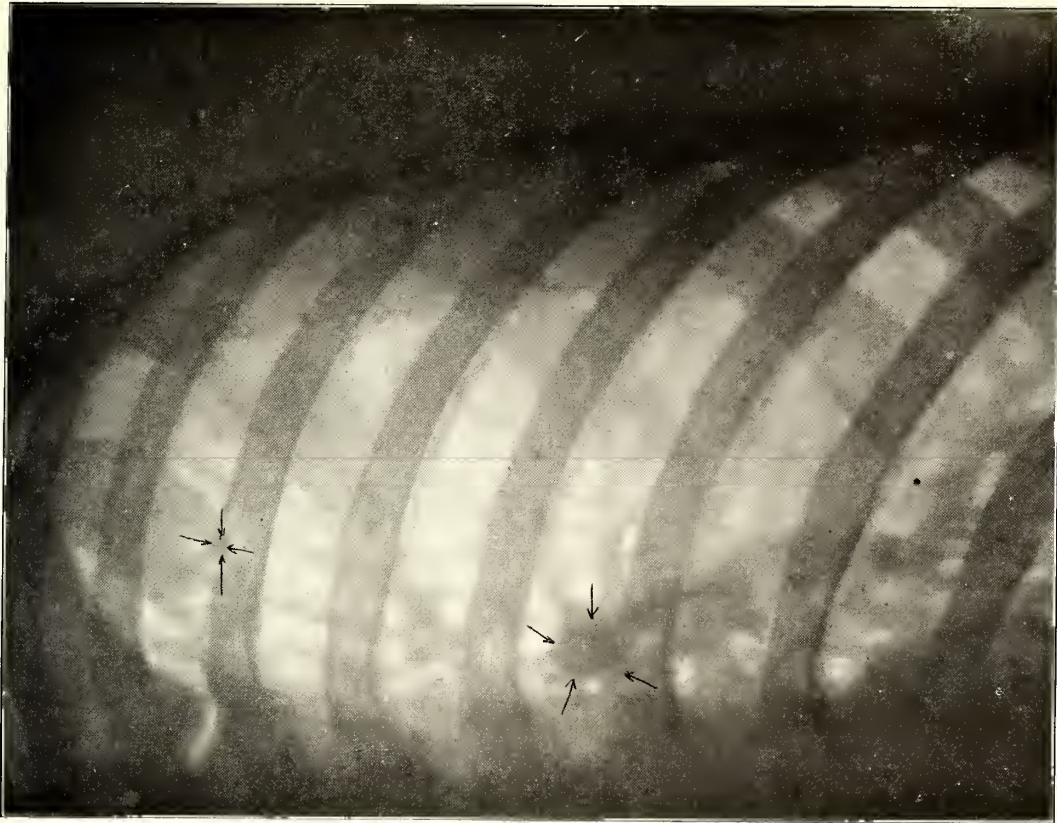
2. Härd i lungväfven med regionär körtel af samma täthet.







2. Bilden visar en distinkt h rd af mer än en ärtas storlek i högra öfre lungf llet, starkt förstorad hilusbeckning samt från nedre hiluspolen nedåt f rts ttande tjocka stråk.



1. Bilden visar en tydlig h rd i öfre lungf llet samt den därtill h r nde k rtelf r ndringen i hilus och flera från hilus uppåt och nedåt fril pande stråk.

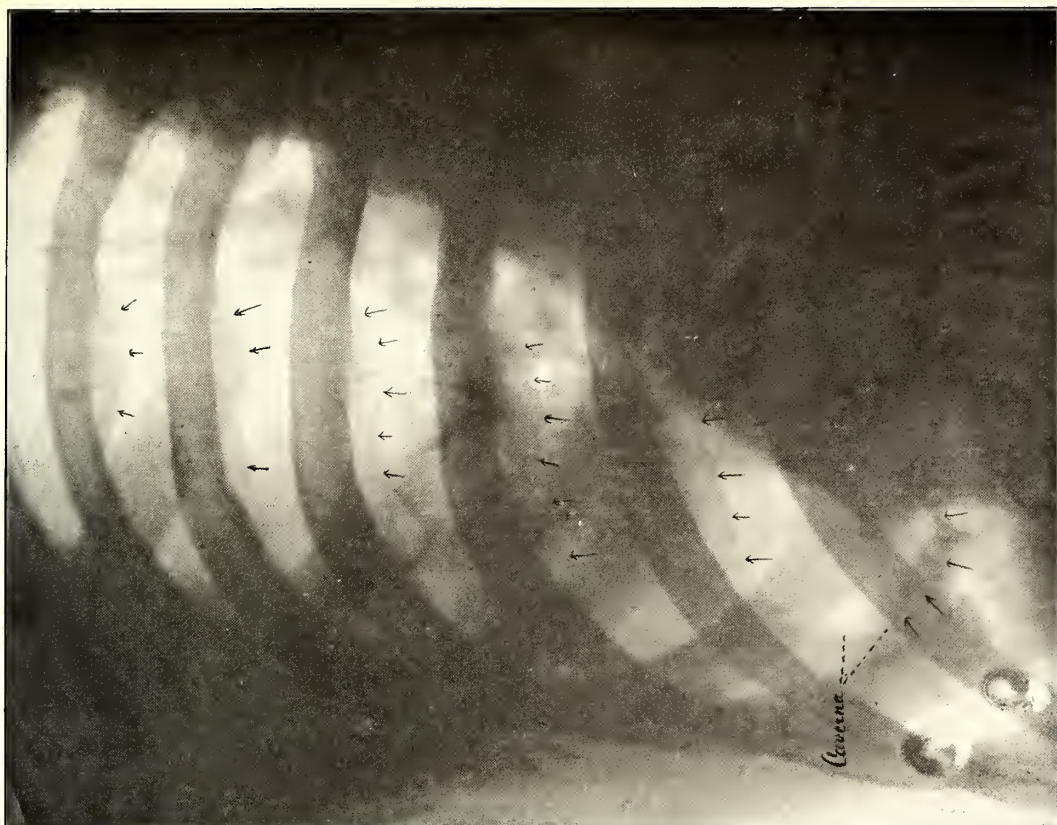




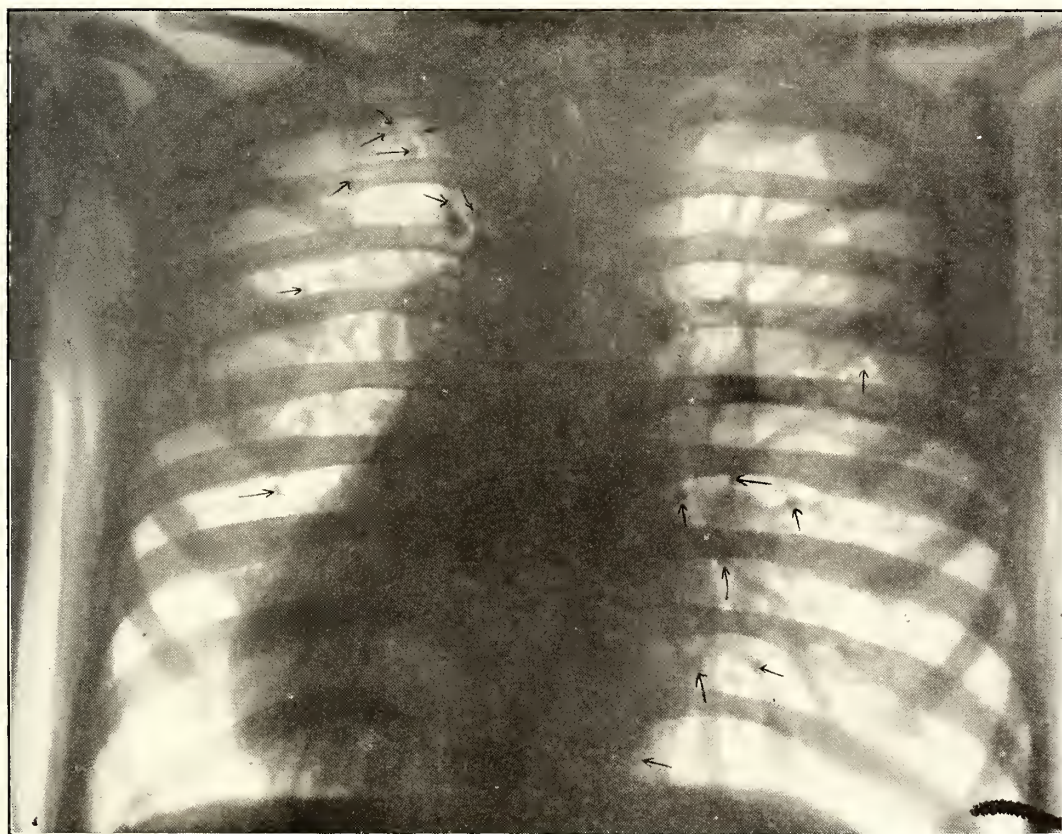








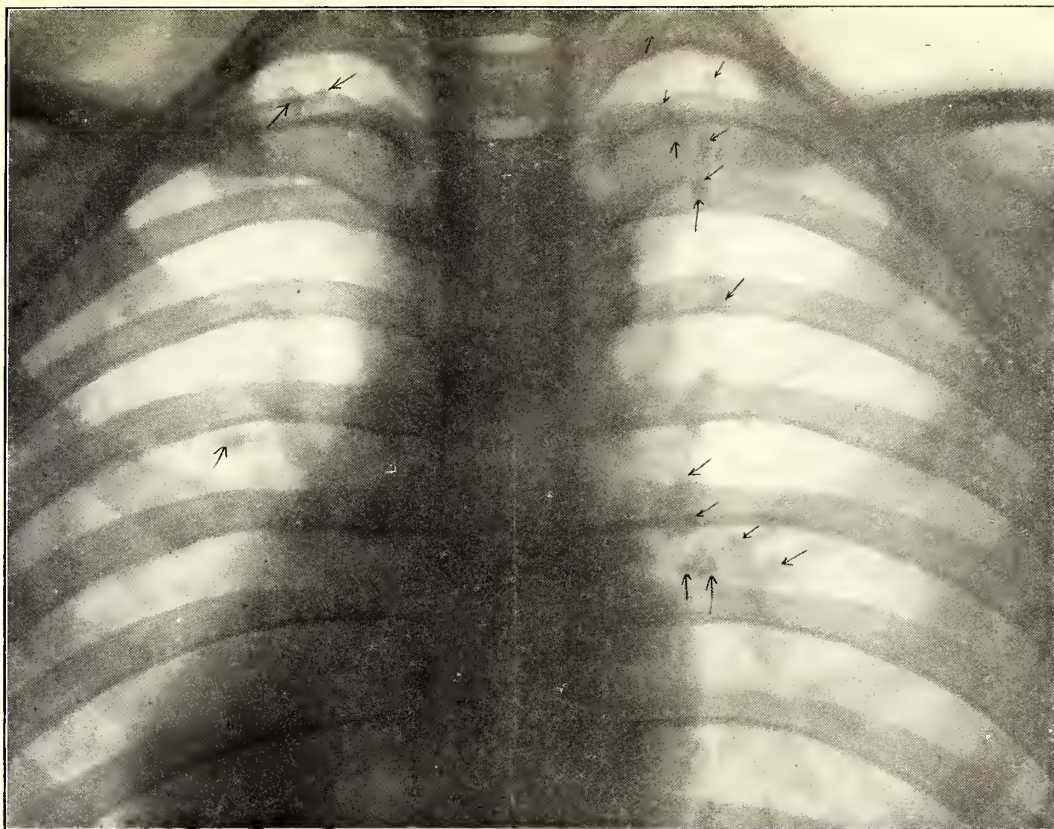
1. Synnerligen starkt utbildade Sulcus costales. I nedre lungfältet en tydligt markerad kaverna, der, ofvannför en mer än hönsäggstor enfiltration. (Patienten lider af en lungabscess). Från öfre polen å hilus fortsätta upp mot spetsfältet förtjockade peribronchitiska stråk.



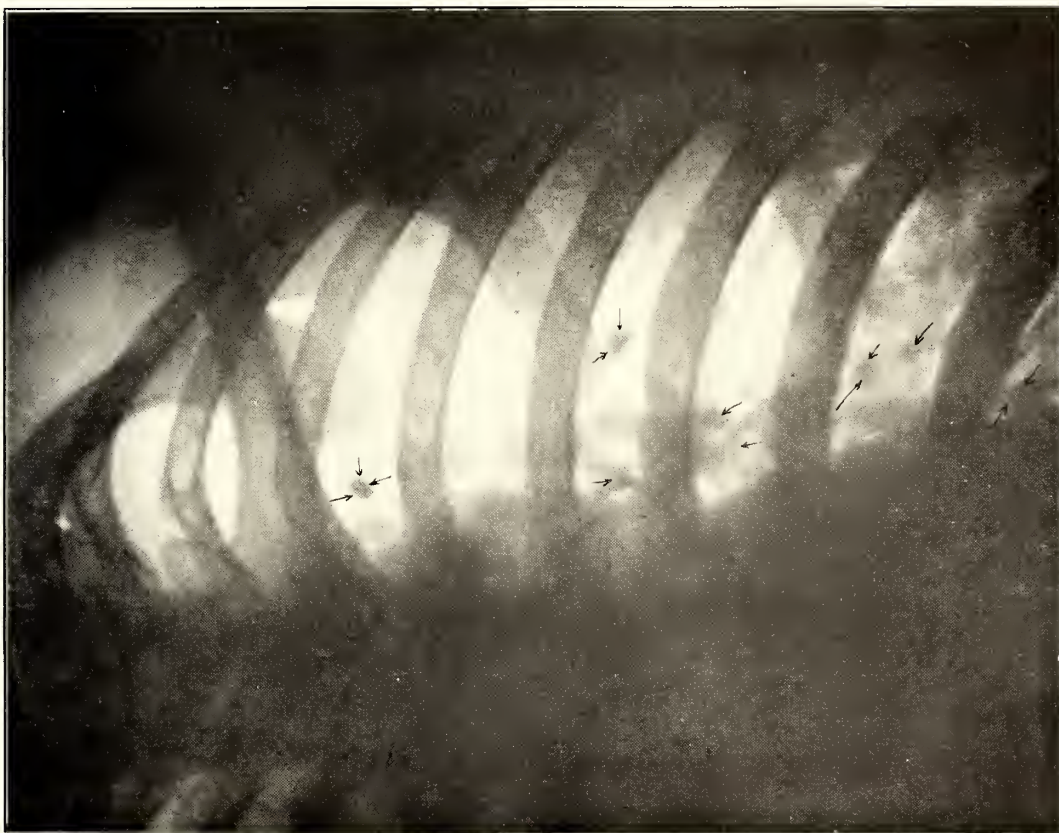
2. Figuren visar spridda hårdar i lungväfven och starkt förstörade och förstärkta hilusteckningar samt tjocka peribronchitiska stråk divergerande uppåt och utåt från hilus.





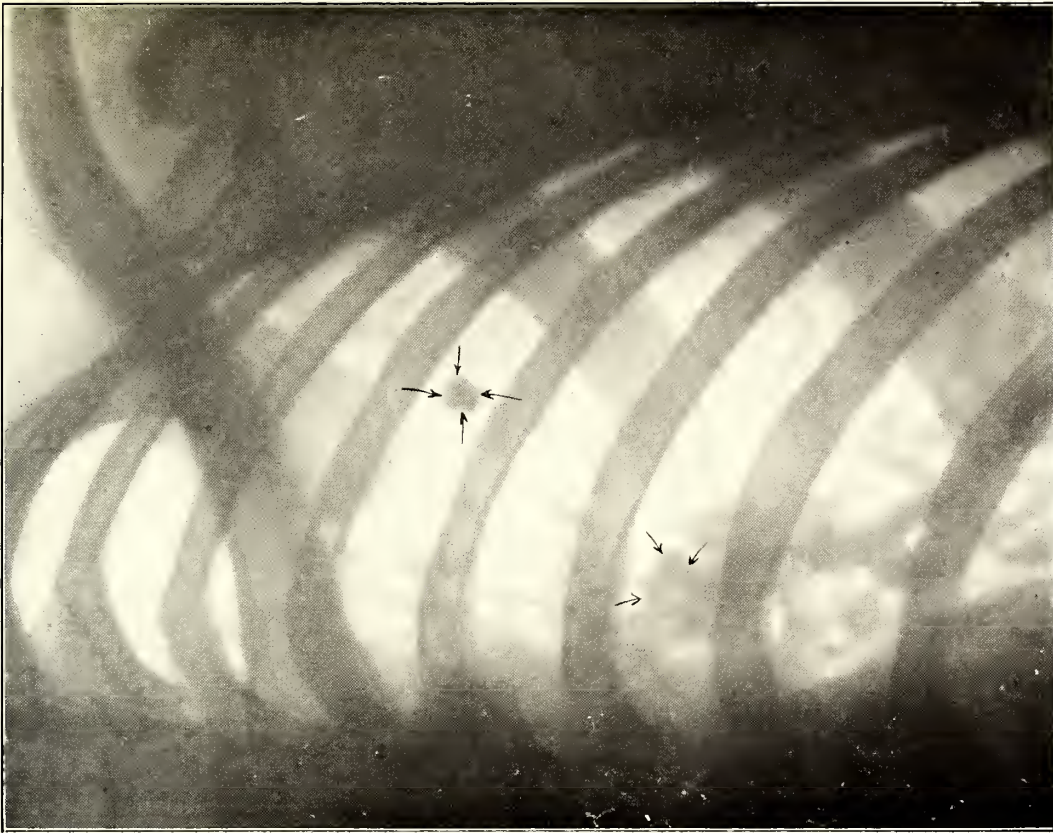


1. Bilden visar spridda härdar af olika form och i olika utvecklingsstadier samt starkt förtätade och förstörade hilusskuggor.

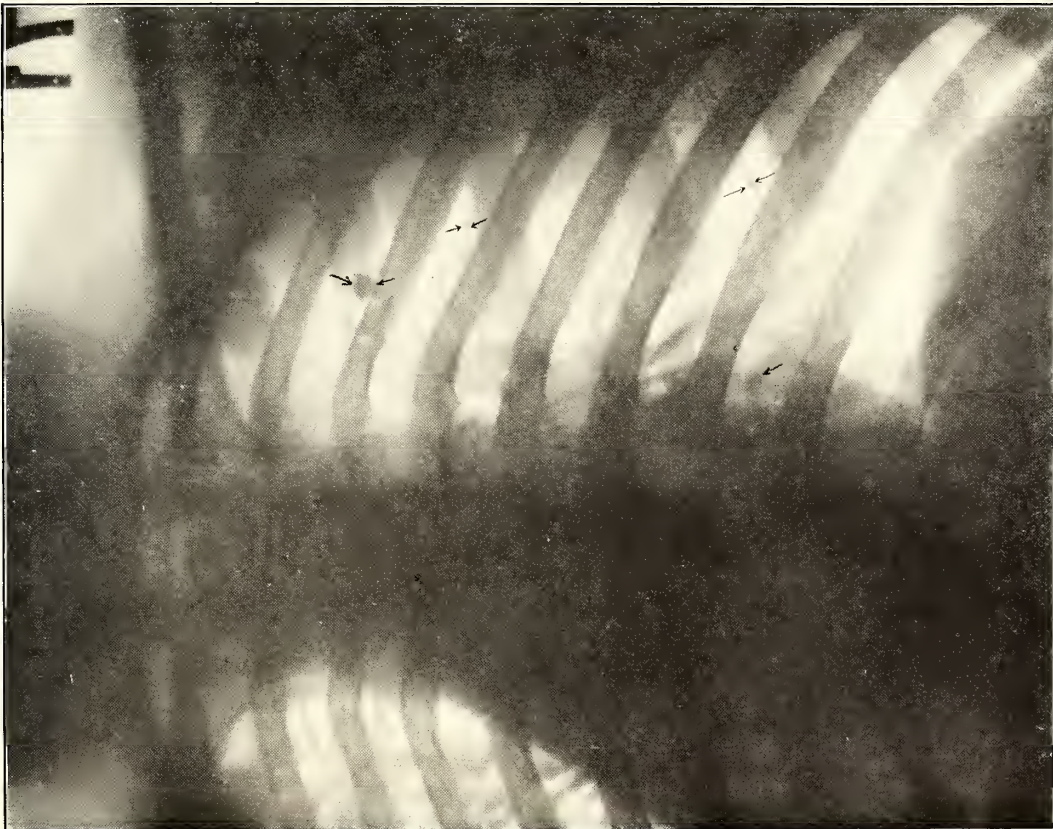








1.



2.









# STUDIER

ÖFVER

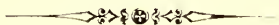
DE POSTOPERATIVA CHOLÄMISKA BLÖDNINGARNA

OCH ÖFVER

BLODKOAGULATIONEN VID IKTERUS

AF

GUSTAF PETRÉN



LUND  
C. W. K. GLEERUP

LEIPZIG  
OTTO HARRASSOWITZ



Föredragen i K. Fysiografiska Sällskapet den 17 maj 1916. .

LUND 1916  
HÅKAN OHLSSONS BOKTRYCKERI

Ifrågavarande arbetes första del utgöres af en klinisk studie öfver de postoperativa letalt förlöpande cholämiska blödningsarna, som är baserad på en relativt stor från svenska sjukhus samlad kasuistik. Denna kasuistik har kunnat komma till stånd tack vare vederbörande sjukhusläkares välvilliga tillmötesgående att åt mig öfverlåta sina hithörande fall och står jag därför uti stor tacksamhetsskuld till d:r C. ADLER-KREUTZ i Ängelholm, med d:r F. BAUER i Malmö, professor J. BERG i Stockholm, d:r B. BERGENHEM i Nyköping, professor J. BORELIUS i Lund, professor K. P. DAHLGREN i Göteborg, professor G. EKEHORN i Stockholm, med d:r K. H. GIERTZ i Umeå, d:r N. HELLSTRÖM i Eskilstuna, professor ISRAEL HOLMGREN i Stockholm, d:r S. HYBBINETTE i Stockholm, med d:r F. KAJSER i Hernösand, med d:r E. KEY i Stockholm, d:r E. LANDELIUS i Hudiksvall, d:r G. PALLIN i Alingsås, med d:r S. PERMAN i Stockholm, med d:r J. RISSLER i Stockholm, d:r I. SEGELBERG i Borås, med d:r E. TENGWALL i Växjö, med d:r G. V. TÖRNQVIST i Vadstena, med d:r H. v. UNGE i Norrköping, d:r J. WALDENSTRÖM i Falun samt d:r V. ÅKERBLOM i Linköping.

Uti senare delen af arbetet meddelas resultaten af dels de bestämningar af blodkoagulationstiden å ikteriska patienter, som jag utfört å kirurgiska klinikens laboratorium i Lund, dels de undersökningar öfver gallsyrornas inverkan på blodkoagulationen, som jag utfört å Lunds medicinskt-kemiska Institution. Klinikcheferna professor J. BORELIUS och professor K. PETRÉN bringar jag härmed ett tack därför att de satt mig i tillfälle att undersöka blodkoagulationen å alla ikteruspatienter, som sedan slutet af år 1915 vårdats å Lunds kirurgiska och medicinska kliniker. Till professor I. BANG, som hjälpte mig i gång med koagulationsförsöken och äfven sedan under arbetet ofta bistått mig med goda råd och upplysningar, står jag såväl härför i stor tacksamhetsskuld som ock för det synnerliga tillmötesgående, med hvilket han beredt mig tillfälle att å sin institution utföra ifrågavarande undersökningar. Slutligen ber jag få tacka d:r W. MÖLLER för välvillig assistans vid djuroperationer och d:r J. FEX för mikroskopiska undersökningar af lefvern från opererade försöksdjur.

---

## Innehållsförteckning.

Inledning .....	Sid 5
-----------------	-------

### I. De letalt förlöpande postoperativa cholämiska blödningarna.

Sidd. 7—33.

Patienternas kön och ålder .....	Sid. 9
Ikterus grundsjukdom vid postoperativa cholämiska blödningar .....	» 10
Efter hvilka operationer förekomma dödsfall af cholämisk blödning? .....	» 12
Ikterus grad och ålder vid cholämiska efterblödningar. Föregående symtom af hämorrhagisk diates .....	» 13
De postoperativa cholämi-blödningarnas klinik .....	» 16
Till frågan om de postoperativa cholämiska blödningarnas profylax och terapi .....	» 29

### II. Om blodkoagulationen vid ikterus.

Sidd. 34—102.

Kort öfversikt af läran om blodkoagulationen .....	Sid. 34
Om bestämning af blodets koagulationstid .....	» 37
Om blodkoagulationstiden vid ikterus .....	» 57
Om gallsyrornas inverkan på blodkoagulationen .....	» 68
Djurförsök med underbindning af ductus choledochus.....	» 96

### Bilaga med sjukhistorier.

Sidd. 1\*—38\*.

Postoperativa dödsfall af cholämisk blödning. Fallen 1—58 .....	Sid. #1
Dödsfall af cholämisk blödning utan föregående operation. Fall 59 .....	» #31
Ikterus-fall, hvilkas blodkoagulation undersökts. Fallen 60—69 .....	» #32
Hundar, å hvilka d. choledochus underbundits. Hundar 1—7 .....	» #37

Det är sedan länge känt, att efter operationer å individer med höggradig ikterus ibland uppträda svåra eller t. o. m. ostillbara blödningar, som ej sällan kosta den opererade lifvet. Dessa s. k. cholämiska efterblödningar äro särskildt oangenäma och af kirurgen fruktade dels därför att de ej äro möjliga att med säkerhet förutse dels också på grund af de föreslagna och använda profylax- och terapiåtgärdernas osäkerhet och opålitlighet. Risker för cholämisk blödning med event. letal utgång hänger därför, ehuru väl endast en och annan af de laparotomiserade ikteruspatienterna träffas därpå, dock som ett Damoklessvärd öfver en hvar, som måste opereras vid långvarig och höggradig ikterus.

Och denna operationskomplikation har i samband med gallkirurgiens utveckling under senare år kommit att spela en allt större och större roll. Så länge flertalet eller åtminstone många kirurger under gallkirurgiens tidigare skeden företrädesvis opererade mera enkla och okomplicerade gallfall, förekom cholämisk blödning i samband med operation relativt sällan; men efterhand som operationsindikationerna vidgats och kirurgerna sett sig berättigade och förpliktade att oftare operativt ingripa å äfven mera komplicerade gallfall med svår och långvarig ikterus, i samma mån har faran för cholämisk efterblödning ökats och dödsfallen af denna operationskomplikation blifvit vanligare.

För att få närmare belyst, af hur pass stor praktisk betydelse den cholämiska blödningen verkligen är som dödsorsak uti de kirurgiska »gallmaterialen», torde det vara tillräckligt att anföra exakta sifferuppgifter från några kirurgiska kliniker. Här nedan meddelas dylika från dels *Körtes* afdelning i Berlin dels ett par af de skandinaviska universitetsklinikerna.

Urban Krankenhaus Berlin <sup>1</sup> (KÖRTE), åren 1890—1904: 306 gallvägsoperationer — 27 dödsfall — 3 af cholämisk blödning.

Rikshospitalet Kristiania <sup>2</sup> (STRÖM), åren 1890—1912: 235 gallvägsoperationer — 31 dödsfall — 3 af cholämisk blödning.

---

<sup>1</sup> KÖRTE, Beiträge zur Chirurgie der Gallenwege und der Leber. Berlin; 1905; S. 150.

<sup>2</sup> PAUS, Beiträge zur operativen Behandlung der Gallenwegeskrankheiten. Nord. med. Arkiv; 1912; I; s. 154—157. Sammanställningen omfattar operationerna för gallsten, malign tumör och diffus cholangit.



Universitets- och privatkliniken Köpenhamn<sup>1</sup> (ROVSING), till år 1913: 320 gallstensoperationer — 57 dödsfall — 6 af cholämisk blödning.

Serafimerlasarettet Stockholm<sup>2</sup> (BERG och ÅKERMAN), 1896—1914: 504 gallvägsoperationer — 75 dödsfall — 10 af cholämisk blödning.

Kirurgiska kliniken Lund (BORELIIUS), åren 1898—1915: 526 gallvägsoperationer — 41 dödsfall — 8 af cholämisk blödning.

Dessa siffror på antalet dödsfall och antalet dödsfall uti cholämisk blödning hafva knappast i och för sig något större intresse, då de gifvetvis äro beroende af ganska variabla faktorer som gallfallens art uti de olika materialen, vederbörande kirurgs operationsindikationer m. m., men visa dock i stort sedt uti de olika serierna så pass god öfverensstämmelse, att de säkerligen gifva rätt pålitlig upplysning om den cholämiska blödningens betydelse som postoperativ dödsorsak. Af dessa kasuistik-siffror torde sålunda framgå, att *cholämisk blödning* under de sista 10—20 åren på de större skandinaviska sjukhusen varit dödsorsak uti 10 å 15 % af de opererade letalt förlöpande »gallfullen» och kostat 1 å 2 % af alla opererade »gallpatienter» lifvet.

Denna fråga om de postoperativa cholämiska blödningarna finner man afhandlad uti de kirurgiska handböckerna och äfven, helt naturligt, uti de större specialarbetena om gallvägskirurgi men i allmänhet endast mera en passant och frågan har icke, så vidt jag kunnat finna i litteraturen, varit föremål för någon mera monografisk bearbetning. Det har under sådana förhållanden syns mig befogadt att uti detta arbetes första del försöka gifva en mera ingående framställning af den postoperativa letalt förlöpande cholämiska blödningens klinik.

<sup>1</sup> ROVSING, Underlivskirurgi; bd II; S. 131—133. Köpenhamn; 1915.

<sup>2</sup> Siffrorna för Serafimerlasarettet har jag erhållit ur de tryckta årsrapporterna för ifrågavarande år genom att summerna alla de där upptagna operationerna, resp. dödsfall efter operationerna för gallsten, för tumör i gallblåsan, gallvägar, pankreas eller lever och för andra sjukdomar med ikterus. Den erhållna siffran på antalet operationer kan emellertid ej göra anspråk på att vara exakt utan endast approximativ, då det för enstaka fall ej är möjligt att af enbart rapportens uppgift med säkerhet bedöma, om operationen bör medräknas eller ej.

## I. De letalt förlöpande postoperativa cholämiska blödningarna.

För att med stöd af eget material kunna kliniskt belysa frågan om de cholämiska efterblödningarna har jag försökt att från de svenska sjukhusen samla så många fall som möjligt av postoperativ letalt förlöpande cholämisk blödning. Af yttre rent praktiska grunder har jag ej kunnat medtaga fallen med större eller mindre cholämiska efterblödningar, som gått till hälsa. Icke heller hafva de fall medtagits, där man vid sektionen funnit en mindre eller måttlig blödning men den väsentliga dödsorsaken tydligen varit en annan som peritonit eller pneumoni; och vidare icke heller de dödsfall, där den opererade ikteruspatienten aflidit af en plötslig ymnig efterblödning af arteriell natur, som vid sektionen visat sig bero på bristfällig ligaturanläggning eller kärlläsion, sålunda ej på den haemorrhagiska diatesen. Så afgränsad omfattar denna svenska kasuistik 58 fall, i hvilka sålunda cholämisk blödning varit den påtagliga eller väsentliga postoperativa dödsorsaken. Denna sammanställning, som kunnat komma till stånd tack vare resp. öfverläkares och lasarettsläkares stora tillmötesgående och välvilliga hjälp, representerar säkerligen ej alla hithörande fall, som förekommit i Sverige, men tvifvelsutan flertalet.

Sjukhistorierna äro, enhetligt uppställda och för många af fallen i förkortad form samt ordnade i tidsföljd, vidfogade arbetet som kasuistikens fall 1—58. Ut i 46 af dessa fall är sektion gjord; uti de återstående 12 fallen framgår diagnos och dödsorsak af de kliniska symtomen. Kasuistikens fall 59 är ett icke-opereradt cholämifall, som är af intresse och medtagits på grund af den spontana letala blödningen i bukhålan.

De 58 fallen stamma från följande sjukhus:

Serafimerlasarettets kirurgiska kliniker .....	13 fall
Lunds kirurgiska klinik .....	8 »
Sabbatsbergs sjukhus .....	5 »
Malmö sjukhus .....	4 »
Falu lasarett .....	3 »
Sofia-Hemmet .....	3 »
Växjö lasarett .....	3 »
Ängelholms lasarett.....	2 »
Härnösands » .....	2 »

Norrköpings lasarett .....	2 fall
Sahlgrenska sjukhuset.....	2 »
Umeå laserett .....	2 »
Uppsala kirurgiska klinik .....	2 »
Alingsås lasarett .....	1 »
Borås » .....	1 »
Hudiksvall » .....	1 »
Maria sjukhus .....	1 »
Nyköpings lasarett .....	1 »
Söderköpings » .....	1 »
Vadstena » .....	1 »

Hur ifrågavarande fall fördela sig på de olika åren — fränset det äldsta fallet på de sista 18 åren — framgår af efterföljande tabell:

år 1892 .....	1 fall
» 1898 .....	1 »
» 1899 .....	3 »
» 1901 .....	1 »
» 1902 .....	2 »
» 1903 .....	1 »
» 1904 .....	2 »
» 1905 .....	3 »
» 1906 .....	3 »
» 1907 .....	3 »
» 1908 .....	5 »
» 1909 .....	2 »
» 1910 .....	4 »
» 1911 .....	4 »
» 1912 .....	1 »
» 1913 .....	3 »
» 1914 .....	7 »
» 1915 .....	12 »

Utaf de 9 äldsta fallen i kasuistiken — fallen t. o. m. år 1903 — stamma ej mindre än 7 från Uppsala-kliniken och Stockholmssjukhusen (Serafimerlasarettet och Sabbatsbergs sjukhus), där man tidigare än annorstädes å de svenska lasaretten hade ett relativt stort gallmaterial och säkerligen tidigare än annorstädes operativt ingrep vid äfven svåra ikteriska tillstånd. Fallen från de sista 10 åren stamma däremot från ett stort antal — ett 20-tal — olika lasarett. Af den sista tabellen framgår, att flertalet af kasuistikens fall opererats under de senare åren, och det är säkerligen ingen tillfällighet att ej mindre än 19 af de 57 fallen från tidsperioden 1898—1915, *alltså  $\frac{1}{3}$  af alla fallen tillhöra de 2 sista åren: 1914—*

1915. Dessa 19 dödsfall i cholämisk efterblödning under dessa 2 år vittna på *sitt* sätt om gallvägskirurgiens — jag vill ej direkt säga framsteg — men utveckling under de allra sista åren i Sverige. Å andra sidan vittna de också oförtydligt om, hur önskvärd och välbehöflig fortsatt forskning och fördjupad kunskap är på detta område, hur frågan om de cholämiska blödningarna är ett aktuellt och praktiskt viktigt spörsmål inom den nutida gallkirurgien.

### Patienternas kön och ålder.

Af kasuistikens 58 fall äro 18 män och 40 kvinnor. Denna disproportion mellan könen sammanhänger givetvis därmed, att gallsten förekommer relativt vida oftare hos kvinnor och komplicerade gallstensfall med höggradig ikterus därför också äro vida vanligare bland kvinnor än män. Ut i flertalet kliniska gallstensmaterial utgöra kvinnorna ungefär  $\frac{3}{4}$  eller  $\frac{4}{5}$  af alla fallen. Om man uti ifrågavarande kasuistik tillser, hur de 30 fall, där sten i gallvägarna varit orsak till cholämin, fördela sig på de båda könen, finner man: 6 män och 24 kvinnor, de båda könen representerade i proportion 1 : 4 sålunda i samma proportion som uti kliniska gallstensmaterial öfverhufvud. Af kasuistikens 25 fall med cancer som grundsjukdom finnas 10 vara män och 15 kvinnor; alltså inom denna grupp ingen väsentlig frekvensskillnad mellan de båda könen. Ifrågavarande kasuistik angifver sålunda icke trots den stora majoritet, med hvilken kvinnorna äro företrädade i densamma, att patientens kön i och för sig är af någon som helst betydelse för uppkomsten af postoperativ cholämisk blödning.

Ifrågavarande cholämipatienters lefnadsålder framgår af följande tabell:

20—24 år .....	1 fall
25—29 » .....	2 »
30—34 » .....	2 »
35—39 » .....	8 »
40—44 » .....	8 »
45—49 » .....	8 »
50—54 » .....	9 »
55—59 » .....	15 »
60—64 » .....	2 »
65—69 » .....	3 »

Den yngsta pat. är en 23 års och den äldsta en 69 års kvinna. Som af tabellen synes, tillhöra det stora flertalet af dessa patienter åldersklasserna 35—60 år, och endast ett fåtal äro under 35 år eller över 60 år. Flertalet patienter med letal cholämisk efterblödning tillhöra sålunda medelåldern och den begynnande högre åldern — den största frekvenssiffran har 50-års decenniet. Detta förhållande finner osökt sin förklaring däruti, att flertalet operationer för gallsten och för cancer



i gallvägar och pankreas utföras å medelålders eller äldre individer. Huruvida fördehningen af dessa fall på de olika åldersklasserna någorlunda öfverensstämmer med alla ikteriska operationsfalls fördehning på samma åldersklasser, är ej möjligt att exakt afgöra; efter att hafva granskat ålderssiffrorna uti några större galloperationskasuistiker är jag emellertid benägen förmoda, att så i stort sedt är händelsen. I hvarje fall kan man ej af tabellen afläsa, att någon åldersklass skulle som sådan vara särskildt skyddad för eller hotad af cholämisk efterblödning.

*Letalt förlöpande cholämisk blödning synes efter operation å ikterisk patient uppträda oberoende af dennes kön och ålder.*

### **Ikterus grundsjukdom vid postoperativa cholämiska blödningar.**

Grundsjukdomens art uti ikterusfallen med cholämisk efterblödning framgår af efterföljande tabell. Utaf kasuistikens fall har ikterus med cholämin förorsakats af:

Choledochussten .....	i 28 fall
Choledochusstenos (inflammatorisk, efter sannolikt sten) .....	» 1 »
Cholelithiasis + cholangitis purulent. + pericholangit. chron. fibros. (?) ..	» 1 »
Cancer pancreatis .....	» 11 »
Cancer duct. hepatic. s. choledoch. s. papillae Vateri .....	» 10 »
Cancer vesic. fell et portae hepatis .....	» 2 »
Cancer hepatis et portae hepatis .....	» 1 »
Cancer duct. cystic. et portae hepatis + choledochussten .....	» 1 »
Choledochusstenos af pancreascirrhos .....	» 1 »
Choledochusstenos af sannolikt duodenalulcus .....	» 1 »
Choledochusstenos af retroperitoneala tbc-lymfom .....	» 1 »

Som af tabellen framgår, finner man uti ifrågavarande kasuistik flertalet af de sjukdomar, som bruka kompliceras med höggradig och långvarig ikterus och bruka behandlas operativt, fylligt företrädda samt dessutom enstaka fall med mera ovanlig ikterusorsak. Kasuistikens största grupp utgöres af de fall, där ikterus och cholämin förorsakats af gallsten, och helt naturligt nästan alltid af choledochussten; denna grupp omfattar ej mindre än 30 fall, alltså mer än hälften af hela samlingen. I flertalet af dessa fall har man vid operationen, resp. obduktionen funnit duct. choledochus' lumen så fast tilltäppt af gallgrus eller ett flertal stenar eller någon större sten, att uppkomsten af höggradig och långvarig ikterus varit lättförklarlig. I ett par af de hithörande fallen hafva emellertid förhållandena ej varit så klara: så fanns i fall 54 sten i gallblåsan och varig cholangit med kronisk pericholangit men ingen choledochussten; i fall 43 (ej obduceradt) anträffades vid operationen icke heller sten i choledochus; i fallen 8 och 25 funnos endast relativt små konkrement i hufvudgallgången, så att operatören i det senare fallet förmodade, att en af den skrupna adherenta gallblåsans dragning åstadkommen

»Knickung» på choledochus varit det egentliga hindret för gallpassagen; i det sär-  
egna fallet 53 hafva de små stenarna i hufvudgallgången knappast varit det vä-  
sentliga utan den egendomliga utvidgningen af hela gallgångsträdet upp i levern  
med annan genes; uti fall 5 åter är den fullständiga stenoseringen af d. chole-  
dochus i ärrvävnaden rimligtvis en följd af gallstenslidandet.

Den andra stora gruppen i kasuistiken omfattar cancer-fallen, tillsammans 25  
fall: af dessa 11 fall med cancer pancreatis, i hvilka den större eller mindre tu-  
mören i pankreashufvudet på känt sätt förträngt d. choledochus, ibland så hög-  
gradigt, att gången ej ens vid sektionen kunnat sonderas. Vidare likaledes 11 fall  
med primär cancer i gallgångarna, nämligen 5 med cancer i d. choledochus, 4  
med cancer i d. hepaticus, 1 med cancer i papilla Vateri samt 1 med cancer i d.  
cysticus och cancerinfiltrerade portakörtlar. I dessa fall har gallgångens lumen  
 varit mer eller mindre fullständigt stenoseradt af tumören i väggen och gallgån-  
garna ofvanför hindret betydligt, ibland kolossalt dilaterade. Af de återstående  
cancerfallen hade den ena gallblåsan och porta hepatitis alldeles cancerinfiltrerade,  
den andra gallblåsan, gallgången och porta-körtlar uppgångna uti en stor cancer-  
kaka samt en tredje cancer i lefvern och cancerinfiltrationer i porta hepatitis.

Uti kasuistikens 3 återstående fall har choledochushindret förorsakats af resp.  
pancreascirrhos (fall 55), ärr efter sannolikt ulcus duodeni (fall 11) samt slutligen  
uti fall 23 på högst ovanligt sätt af retroperitoneala tuberkulösa lymfom.

En fråga af intresse, som nu bjuder sig i detta samband, är den, huruvida  
grundsjukdomens art är af någon betydelse för den postoperativa blödningsrisken  
vid ikterus. Att gifva ett bestämdt och pålitligt svar på den frågan med stöd af  
ifrågavarande kasuistik, är vanskligt. Det synes mig emellertid anmärkningsvärdt  
och påfallande, att cancerfallen äro *relativt* talrikt representerade i sammanställ-  
ningen och särskildt talrikt fallen med primär cancer uti gallgångarna, då man be-  
tänker, hur pass sällsynt<sup>1</sup> denna cancerlokalisering är. Att de ikteriska cancer-  
fallen relativt ofta — och relativt oftare än ikterusfallen beroende på choledochus-  
sten — träffas af cholämisk efterblödning, finner säkerligen sin förklaring däruti,  
att ifrågavarande cancerfall i allmänhet komma sent och med höggradig ikterus  
till operation, och detta beroende dels därpå, att cancerfallen oftast tidigt, event.  
redan som första symptom få ikterus, medan smärtor och andra symptom, som förmå  
pat. att söka operativ hjälp, ej sällan uppträda — olikt det vanliga förloppet vid  
choledochussten — först relativt sent dels därpå, att ikterus i svulstfallen från  
början jämt tilltager, medan choledochusstenen oftare förlöper med en mera inter-  
mitterande ikterus, som växlar i intensitet.

*Letalt förlöpande cholämisk blödning kan uppträda efter operation å ikterisk  
patient så väl vid choledochussten som vid cancer i pankreas, gallgångar eller porta*

<sup>1</sup> Se exempelvis BORELIUS: Om primär cancer i hufvudgallgångarna. Hygieas Festband;  
1908. Ur denna uppsats kan i detta sammanhang särskildt förtjäna anföras, att af 14 svenska fall  
med primär cancer i hufvudgallgångarna dogo ej mindre än 5 direkt af cholämiska blödningar,  
däraf 4 efter operation.

*hepatitis äfvensom vid choledochushinder af andra mera ovanliga orsaker. Cancerpatienterna och särskildt de med cancer i hufvudgallgångarna torde träffas relativt oftare än andra ikteruspatienter af denna operationskomplikation.*

### **Efter hvilka operationer förekomma dödsfall af cholämisk blödning?**

Efterföljande tabell visar, efter hvilka olika operationer den cholämiska blödningen uppträdt uti ifrågavarande kasuistiks fall.

Efter explorativ laparotomi .....	uti	8 fall
» cholecystotomi .....	»	1 »
» cholecystostomi .....	»	4 »
» cholecystektomi .....	»	6 »
» hepaticotomi ... ..	»	1 »
» choledochotomi .....	»	5 »
» transduodenal choledochotomi .....	»	4 »
(uti ett af fallen samtidig cholecystostomi)		
» cholecystostomi + choledochotomi .....	»	6 »
» cholecystektomi + choledochotomi .....	»	11 »
(uti ett af fallen senare gastrostomi)		
» excision af gallfistel efter cholecystektomi ...	»	1 »
» cholecystenterostomi .....	»	11 »
(uti ett af fallen samtidig enteroanastomos och uti ett annat samtidig explorativ duodenotomi).		

Som synes äro uti denna kasuistik mest alla de olika ingrepp, som kunna komma till användning vid svår ikterus, företrädta med ett större eller mindre antal fall och följaktligen kan lifsriskabel cholämisk blödning uppträda å ikterisk patient efter hvilken laparotomi som helst, sålunda efter så väl en enkel proflaparotomi som efter en större operation med ingrepp af ett eller annat slag å galblåsa eller gallgångar.

Om man närmre granskar antalet fall efter de olika operationerna uti kasuistiken så öfverraskas man af det relativt stora antalet cholämidödsfall (ej mindre än 11) efter cholecystenterostomi, en operation, som af de årliga lasaretsrapporterna att döma utföres jämförelsevis sällan å de svenska sjukhusen. Denna relativt höga mortalitet i cholämisk blödning efter cholecystenterostomi beror säkerligen delvis derpå, att denna operation oftast kommer till användning å just cancerpatienter med långvarig och höggradig ikterus, men sannolikt ej enbart härpå; den beror delvis även på operationens egen art. Det kommer nemligen att framgå af den efterföljande framställningen, att den cholämiska blödningens utgångspunkt uti ifrågavarande fall ofta är — ej laparotomisåret — utan själfva cholecystenterostomisårranden. Uti dessa fall skulle sålunda exempelvis en enbar proflaparotomi trots pat:s ikterus och cholämiska tillstånd ej hafva fört till allvarlig blödning, hvilket däremot cholecystenterostomin gjort.



*Vid cholämiska tillstånd kan sålunda letalt förlöpande blödning uppträda efter hvilken laparotomi som helst: efter proflaparotomi, efter alla de olika ingreppen å gallblåsa eller gallvägar och efter anastomosanläggning mellan gallblåsa och tarm. Den sistnämnda operationen, cholecystenterostomi, synes under de förhållanden, då den faktiskt utföres, vara förenad med särskildt stor blödningsrisk.*

### **Ikterus grad och ålder vid cholämiska efterblödningar. Föregående symtom af hämorrhagisk diates.**

Så till den praktiskt viktiga frågan om ikterus grad och ålder uti fallen med cholämisk efterblödning. I litteraturen möter man hos gallvägskirurgerna tämligen genomgående den allmänna uppgiften, att risken för cholämi och cholämisk blödning i regel kommer först vid långvarig och höggradig ikterus. Så säger exempelvis KÖRTE<sup>1</sup>: »Schwerer seit längerer Zeit bestehender Icterus trübt die Prognose, weil die Patienten zu den ominösen »cholämischen Blutungen« neigen». Och uti ungefär samma riktning går KEHR<sup>2</sup> erfarenhet: »Meist kommen die Gefahren der Cholämie erst nach Wochen und Monaten»; dock kan cholämin enligt KEHR ibland komma tidigare, och han har en gång t. o. m. uppleft<sup>3</sup>, att en pat. dukade under för en cholämisk blödning, som uppträdde redan 5 dygn efter ikterus insättande. För att uppnå bättre resultat vid operationerna vid svåra ikteriska tillstånd, uttalar KEHR<sup>4</sup> därför som ett allmänt önskemål, att läkarne alltid måtte skicka sina oförbättrade ikterusfall senast 6 veckor efter sjukdomens början till kirurgen, och ROVSING<sup>5</sup> råder praktici att vid ikterus, som förlöper utan feber och utan tecken på infektion, dröja 2 högst 3 veckor, ej längre. Några fullständiga och exakta uppgifter om ikterus grad och ålder uti något större choläminmaterial har jag ej funnit uti litteraturen, och det kan då hafva sitt intresse att tillse, hur det härmed förhåller sig uti ifrågavarande kasuistikens 58 fall. Efterföljande tabell visar, hur länge dessa patienter haft ikterus före operationen:

1—2	veckor	.....	4 fall
2 1/2—3	»	.....	4 »
3 1/2—4	»	.....	11 »
5—6	»	.....	12 »
7—8	»	.....	10 »
3—4	mån.	.....	6 »
5—6	»	.....	3 »
»flera mån.», »sen lång tid», »långvarig»		.....	6 »
8 mån.—2 år		.....	2 »

<sup>1</sup> KÖRTE, l. c.; s. 51.

<sup>2</sup> KEHR, Die Praxis der Gallenwege-Chirurgie; 1913; bd II; s. 215.

<sup>3</sup> KEHR, lbd. bd I; s. 91.

<sup>4</sup> KEHR, Die gut- und bösartigen Neubildungen der Gallenblase und der Gallengänge. Ergebnisse d. Chir. u. Orthop.; bd 8; 1914; s. 622.

<sup>5</sup> ROVSING, l. c.; s. 77.



En stor del af dessa cholämiska patienter — 17 af de 58 fallen — hafva, som af tabellen framgår, vid laparotomin haft sin ikterus sedan länge, månadsvis, sedan 3 à 4 à flera månader, medan flertalet af kasuistikens fall — ej mindre än 33 — varit ikteriska ej längre än sen  $3\frac{1}{2}$  à 8 veckor och bland dessa ganska många sedan blott  $3\frac{1}{2}$  à 4 veckor; uti ett fåtal af fallen slutligen — tillsammans 8 fall — hafva pat. haft gulsot endast 3 veckor eller än kortare tid före operationen. Bland dessa har ikterus varit af anmärkningsvärd kort duration uti fallen 22 och 30, där resp. patienter utan att förut hafva haft ikterus (åtminstone i fall 22) bekommit sådan enligt sjukhistoriernas bestämda uppgifter först 2 veckor före laparotomin. Mera oklara äro fallen 6 och 54, i hvilka den cholämin förorsakande gulsoten skulle vara af än färskare datum. Uti det förra fallet blef pat. nämligen gul först 6 dygn före operationen, men hade han nyss förut haft »tänligen stark» ikterus, så att fallet kan knappast anföras som bevis för möjligheten af cholämi efter 6 dygns ikterus. Och uti fall 54 iaktogs visserligen ikterus af läkare först 11 dygn före laparotomin, men anger den redan dessförinnan af pat. själf iakttagna mörka färgen på urinen, att det ikteriska tillståndet börjat tidigare. Beträffande dessa båda fall kan dessutom förtjäna tilläggas, att den dödande blödnungen kom först resp. 8 och 24 dygn efter operationen, så att äfven fall 6 vid exitus varit ikterisk i 2 veckor.

Ifrågavarande kasuistik gifver sålunda otvifvelaktiga exempel på letalt förloppande cholämisk efterblödning å patienter med 2 veckors ikterus, men omfattar inga säkra dylika fall vid kortvarigare ikterus än 2 veckor.

Om man nu betänker, att å de svenska sjukhusen säkerligen hvarje år göres laparotomi å ett stort antal patienter, som haft ikterus 1 à 2 à 3 veckor och så bland dessa talrika operationsfall från de sista 18 åren finner blott 8 af kasuistikens 58 cholämidödsfall, så kan man tryggt våga påstå, *att risken för lifsfarlig cholämisk efterblödning, om den också rent undantagsvis kan finnas vid redan 2 veckors ikterus, dock i allmänhet är mycket liten för operationsfall med ikterus af kortare duration än 3 veckor. Allvarlig blödningsrisk inträder enligt denna kasuistik först när ikterus stått  $3\frac{1}{2}$  à 4 veckor.*

Tabellen visar, som synes, ungefär lika många fall (10 à 12) uti hvardera gruppen:  $3\frac{1}{2}$  à 4 veckor, 5 à 6 veckor, 7 à 8 veckor, och sedan 6 fall uti gruppen 3 à 4 månader etc. Att ens tillnärmelsevis angifva det relativa antalet operationsfall inom dessa olika ikterusåldersgrupper, är gifvetvis ej möjligt, men det lider knappast något tvifvel, att ej antalet operationsfall för hvarje grupp med långvarigare ikterus rätt raskt minskas, då laparotomifallen med många veckors och än mera månaders ikterus säkerligen äro relativt sällsynta å de svenska lasaretten. Under sådana förhållanden talar ifrågavarande kasuistik, så som cholämidödsfallens siffror te sig i tabellen, uti den riktningen — som också är den a priori sannolika och rimliga —, *att blödningsrisken tilltager efter 4:de veckan med ikterus duration.*

Om *kirurgen* sålunda skall kunna känna sig någorlunda trygg vis à vis operationskomplikationen cholämisk blödning, *bör han om möjligt, alldeles som Rovsing*

påyrkar, få *ikterusfallen*, för *hvilka laparotomi är indicerad*, under de första 3 *veckorna efter gulsotens insättande*. KEHR's kraf — skicka *ikterusfallen* till kirurg och operation inom 6 veckor —, hvilket möjligen är formuleradt med tanke på det praktiskt uppnåeliga och gifvetvis bättre än ingen regel alls, är efter denna kasuistiks lärdomar ej strängt nog, ej tillräckligt effektivt, medför ingalunda nödig garanti vis à vis de postoperativa cholämiska blödningarna.

Beträffande *ikterus'* grad uti fallen med letal cholämisk blödning efter laparotomi, så finner man uti nästan alla kasuistikens sjukhistorier uppgiften, att patienten företett stark eller höggradig eller intensiv *ikterus*, eller att pat. varit alldeles citrongul eller saffransgul eller intensivt mörkgul. Vidare upplyses beträffande mer än hälften af fallen, att pat:s afföringar varit fullständigt akoliska — uti flertalet av de återstående sjukhistorierna finnes ingen uppgift om faeces färg och utseende. Symtomet svår klåda har också enligt sjukhistorierna funnits hos en stor del af dessa *ikteruspatienter*. Endast uti ett enda af kasuistikens fall (fall 33) uppgifves, att pat:s *ikterus* varit lindrig. Denna pat. hade sedan 1 månad varit lindrigt *ikterisk* (på grund af choledochussten) med ibland starkt gallfärgad urin, ibland urin, som gaf negativa gallfärgreaktioner, med oftast färgade faeces men dessemellan någon gång akoliska faeces — sålunda hade hon dock sannolikt haft *ikterus* af åtminstone växlande grad; före operationen beskrifves hon som »lätt *ikterisk*» och uti obduktionsprotokollet som »obetydligt *ikterisk*»; anmärkningsvärdt är dock, att hon före operationen hade hudklåda. Af beskrifningen att döma har sålunda pat. uti detta enda fall ej företett höggradig *ikterus* och dock efter laparotomin dukat under för en efterblödning, som tett sig som en cholämisk.

Gulsoten har uti kasuistikens olika fall efter sitt insättande tett sig rätt växlande: i många fall jämt tilltagit, i en del fall länge före operationen stått mer eller mindre stationär, i andra fall åter visat under förloppet en betydlig växling i intensitet och i något fall slutligen varit på tydlig retur, när pat. opererats. Så i fall 47, där pat. inkom å lasarettet med en stark, sen 11 dygn förefintlig *ikterus*, som emellertid raskt gick tillbaka, så att den vid laparotomin 7 dygn senare var »nästan försvunnen» och urinen fri från gallfärgämnen. Och dock uppträdde cholämisk blödning, som ledde till mors efter 3 dagar. Till denna fråga om cholämisk blödnings uppträdande vid *ikterus*, som är på återgång, återkommer jag senare i ett annat samband.

*Risk för lifsfarlig cholämisk efterblödning förefinnes* sålunda med mycket sällsynta undantag blott, när pat. har eller nyligen haft höggradig *ikterus*.

Vid studiet af sjukhistorierna finner man som något påtagligt och öfverraskande, hur sällan det förekommit, att dessa cholämiska patienter före operationen haft några, åtminstone kliniskt iakttagbara symtom af hämorrhagisk diates i form af spontana slemhinne- eller subkutana blödningar. Endast i 5 af alla sjukhistorierna finner man nämligen sådana omnämnda:

uti fall 51 uppträdde, då pat. varit *ikterisk* 3 veckor, mindre suggillationer på ryggen under de 2 sista dygnen före laparotomin.

uti *fall 1* fick pat. efter 5 veckors ikterus 1 vecka före operationen »subkutana blödningar här och hvar öfver hela kroppen, mest å buken»,  
och *fall 36* hade under de sista 3 veckorna före operationen upprepade näsblödningar, någon gång ymnig.

Uti de 2 återstående fallen äro blödningarna omnämnda endast uti sektionsprotokollen, men då dessa båda patienter afledo redan resp. operationsdagen och 1 dygn efter oper., så hafva blödningarna sannolikt funnits äfven före laparotomin:

*fall 11* hade här och där mindre subkutana blödningar,

*fall 50* hade talrika hudblödningar å särskildt underarmar och underben.

Nu äro visserligen en del af sjukhistorierna så defekta och kortfattade, att man ej kan draga några som helst slutsatser af frånvaron af dylika uppgifter i dessa fall, men å andra sidan äro flertalet sjukhistorier så pass fullständiga — i synnerhet i sin ursprungliga, ofskottade form —, att spontana blödningar med säkerhet skulle varit omnämnda, om de iakttagits. Af ifrågavarande kasuistik att döma, är det sålunda endast ett fåtal af fallen med *letal cholämisk blödning efter laparotomi*, som förut visat symptom af *hämorrhagisk diates*. Å andra sidan framhåller en på detta område så erfaren man som KEHR<sup>1</sup>, att cholämisk diates ingalunda kontraindicerar operation: »Ich habe bei ausgedehnten subkutanen Blutungen operiert und doch noch völlige Heilung erzielt». Under sådana förhållanden är det utan vidare klart, hur liten hjälp kirurgen har af förefintligheten eller frånvaron af spontana blödningar å den högggradigt ikteriske patienten för att bedöma blödningsrisken efter en eventuell laparotomi.

### De postoperativa cholämi-blödningarnas klinik.

Som af det nyssanförda framgår, gifver sig den hämorrhagiska diatesen i dessa sedermera olyckligt förlöpande cholämifall oftast icke till känna före operationen. Hur ter sig då blödningen vid själfva operationen uti dessa fall? Större delen af kasuistikens sjukhistorier — äfven de med utförliga och fullständiga operationsberättelser — meddela inga som helst uppgifter, att vederbörande förmärkt eller besvärats af riklig eller abnorm blödning under laparotomin; i somliga af fallen (som i fall 30, 49 m. fl.) påpekas t. o. m. direkt: »ingen särskild blödning under operationen». I några af kasuistikens fall är dock sådan omnämnd: så uti fall 5 »rätt riklig parenchymatös blödning», i fall 20 »påfallande blödning», i fall 45 »påtagligt liflig blödning ur hudkärnen under operationen», uti fall 36, som haft näsblödning upprepade gånger redan förut, »olycksbådande benägenhet för blödning under operationen» samt uti fallen 28, 43 och 58 »riklig eller betydande cholämisk blödning» under ingreppet; i fall 35 slöts buksåret med särskildt noggrann suturering för blödningens skull, som dock fortsatte; och i operationsberättelsen till fall 26 slutligen är anmärkt: »blödning ur lefverbädden» efter gallbläs-

<sup>1</sup> KEHR, Die Praxis der Gallenwege-Chirurgie. 1913; bd 1; s. 254.



extirpationen. Endast beträffande dessa 9 af alla kasuistikens fall omnämnas abnormt riklig blödning eller besvärande blödning af parenchymatös typ under operationen. Äfven om uppgifterna beträffande denna punkt uti en del af sjukhistorierna äro bristfälliga, så kan man dock af ifrågavarande kasuistik våga draga följande slutsats: *vid operation å cholämisk patient ger sig blödningsrisken i allmänhet ej tillkänna under operationen själf utan först efteråt.*

Vi öfvergå så till frågan om de postoperativa cholämiska blödningarnas klinik. Härvidlag må först till granskning upptagas spørsmålet: hur fort efter operationen uppträda de letalt förlöpande cholämiska blödningarna, och huru fort föra de pat. till exitus? Beträffande den förra punkten, frågan om tiden för den cholämiska blödningens första uppträdande efter operationen, får man i flertalet af kasuistikens sjukhistorier upplysning i form af uppgifter antin genom blödning i såret utåt eller om plötslig försämring under efterförloppet med anämisymtom, som angifva blödningens, ev. mera ymnig blödnings inträde. Uti en del af sjukhistorierna — ett 10-tal fall — äro uppgifterna knapphändiga eller ofullständiga eller har efterförloppet tett sig så, att man af de kliniska symtomen ej kan bestämma tiden för den inre blödningens början: uti ett par fall slutligen (fallen 17, 20, 24, 44) saknas alla uppgifter om efterförloppet. Beträffande dessa oklara fall kan man blott säga, att blödningen börjat *senast* den dag, då exitus inträddt, men ofta eller oftast sannolikt tidigare.

Uti ett rätt stort antal af kasuistikens fall befinnes den cholämiska blödningen hafva börjat redan samma dag, som pat. opererats. Dessa fall anföras med korta utdrag ur sjukhistorierna:

- Fall 43: afled 3 tim. efter oper., som var förenad med betydlig cholämisk blödning.  
 Fall 51: blef aldrig åter klar efter oper.; hjärtverksamheten försämrades och mors inträdde på e. m. af intraperitoneal blödning.  
 Fall 3: låg dålig efter oper. och afled efter några tim. af en stor retroperitoneal blödning.  
 Fall 22: pulsen försämrades op.-dagen timme för timme och exitus på e. m. af intraperitoneal blödning.  
 Fall 28: dålig efter oper., blödning i förbandet och knappt kännbar puls efter ett par timmar; mors på e. m. af äfven intraperitoneal blödning.  
 Fall 36: medtagen efter oper. med liten puls; på e. m. blödning genom dränageröret och mors.  
 Fall 41: plötslig försämring oper.-dagen på e. m. och mors af en relativt liten intraperitoneal blödning.  
 Fall 21: ligger oper.-dagen dålig, orolig i vända och kallsvettas; mors på kvällen af intraperitoneal blödning.  
 Fall 49: medtagen efter oper.; låg under dagen med stigande pulsfrekvens, oredig och kallsvettades, afled på aftonen af intraperitoneal blödning.  
 Fall 50: försämrades på middagen och dog på aftonen af intraperitoneal blödning.  
 Fall 16: medtagen efter oper.; hastig försämring på e. m. och mors på natten af blödning i bukhålan.  
 Fall 33: dålig puls efter oper.; försämring på aftonen och blödning i förbandet; mors på efternatten af intraperitoneal blödning.  
 Fall 5: upprepade blödning op.-dagen i förbandet; död efter 1 dygn.  
 Fall 24: död efter något mer än 1 dygn af blödning uti tarmen.



Fall 30: efter  $\frac{1}{2}$  dygn blodkräkningar, som fortsatte; exitus efter 2 dygn.

Fall 23: medtagen efter oper.; från det hopsyddas buksåret ständig blodsippling, tills mors inträder efter 2 dygn.

Fall 27: kontinuerlig ostillbar blödning i tamponaden ur hela såret, som fortsätter till exitus efter 3 dygn.

Fall 35: fortsatt ostillbar blödning till exitus efter 3 dygn.

Fall 38: från aftonen op.-dagen tilltagande pulsfrekvens och blekhet; mors följande e. m. af blödning i bukhålan.

Uti dessa 19 fall har blödningen tydligen uppträdd redan operationsdagen och uti rätt många af dem — flera af de först anförda — har blödningen säkerligen börjat tämligen snart efter eller omedelbart efter eller under operationen.

Uti vidare ett afsevärdt antal af kasuistikens fall har blödningen börjat senast 1 à 2 à  $2\frac{1}{2}$  dygn efter laparotomin. Fallen anföras:

Fall 11: blodkräkning på natten op.-dagen och mors följande dag.

Fall 32: på natten op.-dagen blödning ur såret, som fortsatte; död efter 2 dygn.

Fall 26: död uti cholämisk blödning efter 20 tim.

Fall 9: 1 dygn efter oper. blodkräkning, som fortsatte; mors efter 6 dygn.

Fall 55: efter 1 dygn dålig puls, sen försämring och mors efter 4 dygn af blödning i gallvägar och tarm.

Fall 45: jämt lösa och svarta afföringar efter oper.; död efter 8 dygn af blödning i tarmen.

Fall 4: plötslig försämring  $1\frac{1}{2}$  dygn efter oper. och död efter 2 dygn af blödning i bukhålan.

Fall 7: blodkräkning 2:dra dagen; mors efter 5 dygn på grund af blödning i tarmen.

Fall 6: efter 2 dygn svartfärgade kräkningar, som återkommo 6 dagar senare; mors af blödning i magsäck och tarm.

Fall 34: blödning från buksåret; efter 2 dygn försämring med dålig puls och mors samma dag.

Fall 1: efter 2 dygn blödning i tamponaden och galldränagen; död efter 3 dygn.

Fall 18: efter  $2\frac{1}{2}$  dygn hastig försämring och mors på grund af blödning i bukväggen.

Fall 47: hastig puls ända sen oper.; efter  $2\frac{1}{2}$  dygn försämring och mors af blödning i buksår och bukhåla.

Uti dessa 13 fall har blödningen med säkerhet börjat senast 1 à  $2\frac{1}{2}$  dygn efter operationen, och så har med stor sannolikhet varit händelsen dessutom uti ett eller annat af de ofullständigt beskrifna, i efterföljande grupper medtagna fallen. Vid närmare granskning af de ofvan anförda fallen finner man, att uti åtminstone 30 af kasuistikens 58 fall har den cholämiska blödningen börjat inom 2 dygn efter laparotomin.

Senast 3 à 4 dygn efter operationen har blödningen inträdd uti följande 14 af kasuistikens fall.

Fall 48 fick efter 3 dygn blodig afföring med symtom af anämi; fall 46 visade påtaglig försämring efter 3 dygn; fall 10 fick efter  $3\frac{1}{2}$  dygn anämisymtom och hämatom i bukväggen och fall 42 efter 4 dygn likaledes hämatom i bukväggen; fallen 53 och 54 visade blödning i såret efter 4 dygn; uti fall 40 tyckes slemhinneblödningen hafva börjat flera dagar före exitus, som inträdde efter 7 dygn; uti fallen 12, 13, 15, 17, 20 och 37, hvilka gingo till mors efter 3 eller 4 dygn, är det oklart, när blödningen dessförinnan börjat; likaså i fall 56, som dog efter 5 dygn af en ostillbar blödning, som börjat tidigare.

Uti vidare 10 fall har den första blödningen uppträdt senast 5 à 7 dagar efter operationen.

Fallen 2 och 8 visade blödning i såret efter 5 dygn och fallet 39 efter 6 dygn, fall 19 blodkräkning efter 5 dygn och fallen 57 och 25 symtom af anämi efter resp. 6 och 7 dygn; fall 58 fick blodkräkning och svarta afföringar 5  $\frac{1}{2}$  dygn efter gastrostomin; uti fallen 44, 29 och 31, som afleda efter resp. 5, 7 och 8 dygn, kan man af uppgifterna ej få klart, när blödningen börjat.

Uti alla dessa nu anförda fallen, tillsammans 56 af kasuistikens 58 fall, har den postoperativa cholämiska blödningen alltså börjat under den 1:sta veckan efter operationen. Blott 2 fall återstå, där blödningen inträdt senare.

Fall 52: tillfredsställande tillstånd under 9 dygn efter oper. med gallflöde utåt, så plötslig försämring med alla tecken på akut anämi, som vid sektionen visade sig bero på en stor retroperitoneal blödning.

Fall 14: efter ung. 3 veckor hudblödningar och efter 4 veckor stor bloduttömning per rectum; fortsatta svartfärgade afföringar med död 2 dagar senare på grund af blödning från mag- och tarmslemhinnan.

Med afseende på det sista fallet, där allvarlig blödning uppträdt först 1 månad efter operationen och alls icke utgått från operationssåret utan tett sig som en spontan cholämisk slemhinneblödning, sådan den kan uppträda ibland hos äfven icke-opererade cholämipatienter, är det ganska tvifvelaktigt, om operationen öfver hufvud kan anses hafva spelat någon roll för blödningens uppkomst, om det sålunda är fråga om en i verklig mening postoperativ blödning.

Beträffande så frågan om tidpunkten för exitus inträde efter operationen af cholämisk blödning lämna samtliga sjukhistorier i kasuistiken exakta uppgifter, hvilka äro sammanförda uti efterföljande tabell. Den opererade har affidit af cholämisk blödning:

operationsdagen	uti .....	10 fall
$\frac{1}{2}$ à 1 à 1 $\frac{1}{2}$ dygn efter oper.	» .....	7 »
2 à 2 $\frac{1}{2}$ » » » »	» .....	6 »
3 » » » »	» .....	7 »
4 » » » »	» .....	5 »
5 » » » »	» .....	3 »
6 » » » »	» .....	5 »
7 » » » »	» .....	5 »
8 » » » »	» .....	4 »
9 » » » »	» .....	3 »
10 » » » »	» .....	1 »
> 10 » » » »	» .....	2 »

Af kasuistikens 58 fall hafva sålunda de 30 dukat under för den cholämiska blödningen under de första 3 dygnen efter operationen, vidare 24 dött under 4—10:de dygnen efter operationen och endast 2 senare än efter 10 dygn (nämligen fallen 54 och 14 efter resp. 24 och 30 dygn).

För så vidt det är berättigadt att draga allmänna slutsatser af en kasuistik ej större än den ifrågavarande, skulle resultaten af den nu gjorda granskningen beträffande tidpunkten för de cholämiska blödningarnas uppträdande och för de af dem förorsakade dödsfallen kunna formuleras på följande sätt. Den postoperativa, cholämiska blödningen med letal utgång börjar ofta — i minst  $\frac{1}{3}$  af alla fallen — redan operationsdagen, i mer än  $\frac{1}{2}$  af fallen under de 2 första dygnen, i flertalet fall under de första 3 à 4 dygnen och nästan alltid under första veckan efter laparotomin. Dödsfallen af cholämisk efterblödning inträffa uti mer än  $\frac{1}{2}$  af fallen under de första 3 dygnen efter operationen, uti flertalet af de återstående fallen under den följande veckan och endast undantagsvis senare än efter  $1\frac{1}{2}$  vecka. *Efter en laparotomi vid högradig och långvarig ikterus är sålunda risken för livsfarlig cholämisk blödning störst under 1:sta och 2:dra dygnet, blir sedan mindre för hvarje dag och är, sedan första veckan lyckligen passerat, mycket liten; och lever den opererade ännu  $1\frac{1}{2}$  vecka efter laparotomin, så är risken för honom att senare träffas af letal cholämisk efterblödning obetydlig.*

Vi komma så till frågan om de postoperativa cholämiska blödningarnas källa och plats. Hvar och hvarifrån uppträda dess blödningar? Denna fråga låter sig någorlunda exakt besvaras för nästan alla de kasuistikens 46 fall, som kommit till sektion; för de återstående 12 (ej obducerade) fallen äro däremot uppgifterna ofullständiga, då man beträffande dem endast har att hålla sig till de kliniska symtomen under efterförloppet.

En vanlig form af postoperativ hämorrhagi i cholämifallen är helt naturligt *blödning i operationssåret* själf med antingen synbar blödning utåt i förbandet *eller hämatombildning i bukväggen*. Så har uti 15 af kasuistikens fall uppträdt dylik mer eller mindre ymnig öfvergående eller ända till exitus kontinuerligt fortsättande blödning i tamponaden eller genom dränagen i buksåret, och uti ytterligare 4 fall, som varit fullständigt suturerade, har förbandet genomdränkts af blod, »af ständigt sipprande blod» (fall 23) mellan hudsuturerna ur det hopsyddas buksåret.

I 8 af kasuistikens fall har blödningen i operationssåret ledt till större blod-infiltration i bukväggen (genom dess muskulatur och subseröst som i fall 5 eller genom hela bukväggen som i fall 57) eller till bildningen af ett större hämatom i främre bukväggen med utbredning företrädesvis preperitonealt som i fallen 2 och 18 eller äfven subkutant som i fall 2. Dessa bukväggshämatom kunna uppnå en betydande storlek så som i fall 18 (»sträckte sig ända ned i bäckenet»), fall 10 (»sträckte sig ned till os pubis och öfver medellinjen åt vänster») och fall 31 (»nådde ända ned till symfyisen och var 6 à 7 cm. tjockt»). I 4 af ifrågavarande fall har buksåret varit fullständigt sutureradt; i de 4 öfriga fallen har hämatomet utbildat sig i bukväggen, ehuru bukhålan varit dränerad och buksåret sålunda delvis ej sutureradt.

Hur stor pat:s blodförlust varit uti dessa fall med blödning i operationssåret är oftast ej möjligt att ens tillnärmelsevis afgöra, men af de kliniska symtomen och sektionsfynden är det beträffande flertalet af dem tydligt, att blödningen utåt



eller i buksåret varit orsaken till den akuta anämi, som kostat pat. lifvet. För några af dessa fall har sektionen visat, att pat. samtidigt blödt och ibland blödt betydligt äfven inåt på annat håll.

Den vanligast förekommande formen af *inre blödning* efter laparotomi vid cholämiska tillstånd är blödning i *fri bukhåla*. Dylik intraperitoneal blödning har konstaterats i ej mindre än 24 af kasuistikens fall, dock i 7 af dessa fall med samtidig blödning utåt eller i bukväggen. Den intraabdominella blödningen har i kasuistikens olika fall tett sig mycket växlande: i somliga fall har man vid obduktionen funnit blod öfverallt i bukhålan ända ned i bäckenet (som i fall 46), i andra fall företrädesvis i öfre delen af buken och subfreniska rummet (fallen 25, 32, 49, 50) eller uti företrädesvis högra bukhalfvan (fallen 15, 38, 51); i flera af fallen har blodet ej spridt sig långt från operationsregionen utan funnits mest kring levern och å ventrikeln (fallen 4, 41) eller i några fall företrädesvis i närheten af laparotomisårets insida (fallen 8, 44, 57); i flera af fallen slutligen har man funnit äfven bursa omentalis mer eller mindre fylld af blod (fallen 21, 32, 53). I en del af fallen har blodet vid obduktionen varit mest flytande i bukhålan, i andra fall mest koaguleradt, ibland i form af stora kruormassor (som i fallen 25, 44, 57). Äfven blodkvantiteten i bukhålan har växlat mycket i de olika fallen: från 2 liter eller mera som i fallen 15 och 46 ned till 1 liter,  $\frac{1}{2}$  liter eller i något fall än mindre mängd.

Beträffande blödningens utgångspunkt uti ifrågavarande fall så är det möjligt att för några af dem med säkerhet och för andra af dem med sannolikhet fastställa densamma. Så måste uti de 3 hithörande fall (fallen 37, 44 och 57), där endast profilaparotomi blifvit gjord, blödningen hafva utgått från laparotomisåret, hvilket uti de 2 sistänförda fallen dessutom tydligt framgår af blodkoaglernas plats och anordning i bukhålan. Beträffande fall 25 uppgifves i obduktionsprotokollet, att den stora blodmängden i h. subfreniska rummet tydligen haft som källa gallblåsans leverbädd; i fall 46 har det tämligen säkert blödt i bukhålan från anastomosens mellan gallblåsan och duodenum; i fall 53 stammar blödningen sannolikt från incisionen i d. choledochus och i fall 50 har af sektionsfyndet att döma blödningen utgått från porta-hepatis-regionen. I de öfriga hithörande fallen är blödningens källa mera osäker, dock kan man beträffande fallen 4, 21, 22, 38, 41 och 51 på vissa grunder förmoda att blödningen uti dem ej stammar från bukväggen utan från den intraabdominella delen af operationssåret. I de återstående 11 fallen har man inga säkra hållpunkter för att bedöma blödningens utgångspunkt, och man kan då i anslutning till de ofvan anförda fallen blott säga, att den cholämiska blödningen i bukhålan stammar i somliga fall från såret i bukväggen, i andra fall och sannolikt oftare från ingreppet å gallblåsan eller gallvägarna, från gallblåsans leverbädd, från anastomosens mellan gallblåsa och tarm, från lösta adhärensers, öfver hufvud från någon del af operationssåret i bukhålan själf. För öfrigt kan i detta sammanhang kasuistikens fall 59 förtjäna att beaktas. Pat. i fråga, som gick till mors i cholämi på grund af spontana blödningar, befanns nämligen, ehuru hon alls icke var opererad, sålunda laparotomi ej gjord, dock vid sektionen hafva jämte



andra blödningar äfven en betydande delvis koagulerad, delvis flytande blodansamling i bukhålan. Vid cholämiska tillstånd *kan* sålunda ymnig intraabdominell blödning uppträda äfven spontant och behöfver sålunda, äfven om laparotomi är gjord, ej med absolut nödvändighet hafva utgått från operationssåret.

Äfven andra former af svår inre blödning än i fri bukhåla förekomma emellanåt efter operation vid cholämi, nämligen blödning i den retroperitoneala väfnaden, blödning i gallblåsa eller gallvägar, blödning i ventrikel eller tarm samt någon gång blödning från andra slemhinnor.

Hvad då först *retroperitoneal blödning* angår, så har sådan uti 3 af kasuistikens fall varit den väsentliga dödsorsaken. I alla dessa fall har det varit fråga om en betydande och utbredd retroperitoneal blödning: i fall 3 sträckte sig blödningen från öfre delen af operationsfältet och ned till lilla bäckenets rand; i fall 52 var peritoneum i hela öfre högra bukhalfvan upplyftad af en retroperitoneal stor blodmassa, uppgående till ett par liter, som subseröst dissekerat sig fram till colon, och i fall 54 inbäddade en mycket utbredd retroperitoneal blödning, som fortsatte nedåt lilla bäckenet, h. njure i ett tjockt blodlager. Dessutom bör här anföras äfven fall 12, som jämte blödning i buksår och bukhåla hade afsevärd retroperitoneal blödning i mesocolon transversum och kring h. njure.

Beträffande blödningens källa i dessa fall, så har den uti de båda fallen (3, 52), där choledochotomi gjorts under svåra förhållanden vid utbredda adherenser, säkerligen eller sannolikt (i fall 52 kom blödningen först 9 dygn efter laparotomin) varit operationssåret själf. Vida svårförklarligare är den retroperitoneala blödningens uppkomst i de båda andra fallen (12, 54), där ingreppet å gallvägarna bestått uti blott en incision genom gallblåsans vägg; själfva operationssåret kan i dessa fall rimligtvis ej hafva varit den retroperitoneala blödningens källa. Möjligen kan däremot i dessa fall den dragning, tänjning och det tryck, öfverhufvud den oblodiga mekaniska åverkan, för hvilken äfven den retroperitoneala väfnaden vid en dylik laparotomi utsättes, hafva spelat någon roll för blödningens uppkomst.

*Blödning uti gallblåsan* och event. uti *gallgångarna* uppträder som allvarlig postoperativ komplikation vid cholämi egentligen blott efter operationen cholecystenterostomi, men då ej så sällan. I ej mindre än 6 af kasuistikens fall, hvilka alla fått anastomos anlagd mellan gallblåsan och någon del af tarmen, har man vid sektionen funnit blodansamling i gallvägarna, nämligen blodkoagler i gallblåsan uti fall 46 och 48, gallblåsan starkt utspänd af blod och blodkoagler uti fallen 23 och 45, samt både gallblåsa och de utvidgade gallgångarna fyllda af blod uti fallen 20 och 55. I 4 af dessa fall har man dessutom äfven funnit blod i tarmen: i fallen 23 och 55 nedanför gallblåsanastomosen, i fall 45 i hela tunntarmen utom duodenum, och uti fall 48, där utom cholecystenterostomi äfven enteroanastomos var gjord, blod i hela tunntarmen och duodenum upp till pylorus. Vidare hör till denna grupp tämligen säkert också det ej obducerade fallet 19, som efter cholecystenterostomi fick blodkräkningar och blodiga afföringar. Äfven efter cholecystenterostomi eller choledochotomi kan någon gång samtidigt med annan cholämisk

blödning blodansamling förekomma uti gallblåsan (fallen 29, 54) eller i d. cholechus (som i fall 53, där blod utträngt äfven i öfre delen af tarmen). Som blödningens källa uti ofvannämnda cholecystenterostomifall ligger det närmast till hands att antaga själfva anastomossårrenden i gallblåse- eller tarmväggen, och det är då också utan vidare förklarligt, hvarför vi i dessa fall oftast möta samtidig blödning i gallblåsan och tarmen. I fall 20 iaktogs vid obduktionen, att gallblåsans slemhinna var blodinfiltrerad; möjligen kan det här då också hafva varit fråga om en parenchymatös slemhinneblödning.

Ymnig *blödning* åt digestionskanalen: *uti ventrikel eller tarm* uppträder af ifrågavarande kasuistik att döma ej sällan efter laparotomi vid cholämi. Utgångspunkten för dessa blödningar är i somliga fall ganska påtaglig: så uti de nyss anförda 4 (möjligen 5) cholecystenterostomifallen med samtidig blödning i gallblåsa och tarm och uti det ofvan anförda fallet med blod i tarmen från choledochotomisåret. Tarmblödningen är likaledes lättförklarlig uti de 3 fall, som gått till mors af akut anämi efter transduodenal choledochotomi, nämligen: uti fall 30, som hade upprepade blodkräkningar efter operationen, och uti fallen 11 och 24, som vid resp. sektioner hade en stor blodkvantitet i ventrikel och duodenum; uti dessa fall torde duodenocholedochotomisåret vara blödningens källa. På likartadt sätt leder blodkräkningen och blodflödet genom magfisteln uti fall 58 efter gastrostomi sannolikt sitt ursprung från incisionen genom ventrikelväggen. I dessa nu anförda 9 å 10 fallen har mag- eller tarmblödningen antagligen stammade från eller *kan* åtminstone hafva stammade från en direkt operativ läsion på mag- eller tarmväggen själf. Så är däremot ej möjligt uti de återstående 4 fallen. I fall 6, där cholecystostomi och choledochotomi gjorts, fann man vid sektionen en stor blodkvantitet i ventrikel och tarm utan påvisbara slemhinneförändringar, och i fall 9 — där inga sektionsuppgifter finnas — afled pat. efter en proflaparotomi af blodkräkningar. Fall 7, i hvilket cholecystektomi och choledochotomi gjorts och blodkräkning uppträdt på 2:dra dagen efter oper., hade vid obduktionen duodenum och öfre delen af jejunum fyllda af blodmassor med blödning »uti äfven själfva tarmväggen mellan dess olika lager», och fall 14, som först 1 månad efter hepaticotomin fick blodiga afföringar, hade vid sektionen blod i ventrikeln och hela tarmkanalen samt märken efter små färskas blödningar uti ventrikel- och tarmslemhinnan. Uti de 2 sista fallen har det sålunda med säkerhet — liksom möjligen också uti de 2 förut anförda fallen — varit fråga om en diffus cholämisk blödning från tarmslemhinnan (event. magslemhinnan) efter laparotomin.

Slutligen har uti ett af kasuistikens fall (fall 40, ej obduceradt) allvarlig postoperativ *blödning* uppträdt *från andra slemhinnor än digestionskanalens*; denna pat. fick nämligen efter en proflaparotomi svåra cholämiska blödningar från näsan och urinvägarna samt senare äfven från det suturerade operationssåret.

Uti en del af kasuistikens fall hafva så dessutom iakttagits under lefvande lifvet eller vid obduktion äfven andra efter operationen spontant uppträdande mindre blödningar af tydlig cholämisk natur men f. ö. utan klinisk betydelse som uti

huden eller underhudsväfnaden (i fallen 14, 31, 39 och 57), i munnens slemhinna (fall 54), i lungparenchymet (fall 14), i endocardiet (fall 33) i njurbäckenet (fallen 41, 47) eller i urinblåsan (fall 41).

I korthet kan man sammanfatta hvad granskningen af denna kasuistik lärt med afseende på de ifrågavarande blödningarnas plats och källa på följande sätt. *De postoperativa dödsfallen af cholämisk blödning bero uti ungefär  $\frac{1}{3}$  af fallen på blödning i operationssåret utåt eller i bukväggen, uti nära  $\frac{1}{2}$  af fallen på hufvudsakligen intraabdominell blödning (ibland i förening med blödning i såret), uti ung.  $\frac{1}{6}$  af fallen på blödning uti ventrikel eller tarm, i ett fåtal fall på retroperitoneal blödning samt rent undantagsvis på blödning från andra slemhinnor än digestionskanalens. Ifrågavarande blödningar — både de utåt, de i bukhålan och de i tarm och gallblåsa — hafva ojämförligt oftast operationssåret som källa och utgångspunkt; endast uti ett fåtal af fallen — med retroperitoneal blödning, med blödning i ventrikel, tarm eller från andra slemhinnor — är det fråga om verkligt spontan cholämisk blödning utan samband med operationssåret.*

Hvad så beträffar den letala cholämiska blödningens kliniska typ, så ter den sig uti fallen med blödning utåt ofta eller kanske oftast som en sipprande relativt sparsam men kontinuerlig diffus blödning ur såret, som trotsar alla blodstillningsmedel och fortsätter under timmar och dygn ända till exitus (så exempelvis uti kasuistikens fall 23, 27, 35, 42 m. fl.; och uti fall 58 med en likartad blödning från ventrikeln genom magfisteln). I andra fall uppträder den cholämiska blödningen mera periodvis, håller på stundvis, upphör dessemellan tack vare eller oberoende af lämplig behandling för att snart eller senare åter fortsätta. Endast undantagsvis te sig dessa cholämi-blödningar utåt i såret som mera akuta ymniga blödningar, så att större förband blifva raskt genomblödda eller en större mängd blod på en kort stund samlas i sår och förband.

Hur de inre cholämiska blödningarne uppträda och te sig, är i regel ej möjligt att bestämdt afgöra. Af de kliniska symtomen att döma, förlöpa emellertid äfven de åtminstone ibland och förmodligen oftast relativt långsamt med småningom tilltagande symtom af akut anämi. Någon gång — det gäller åtminstone för enstaka fall med intraperitoneal eller retroperitoneal blödning — tyder dock det kliniska efterförloppet med »hastig försämring», »plötslig stark allmänpåverkan under bilden af akut anämi» mera på en raskt insättande ymnig inre blödning. I nu berörda afseenden visa de postoperativa cholämiska blödningarne i mångt och mycket påtaglig öfverensstämmelse med de hämofila.

Som af den föregående utredningen framgår, börjar den postoperativa cholämiska blödningen ofta redan operationsdagen och då ej sällan omedelbart efter operationen. Ett sådant uppträdande af blödningen i omedelbart samband med ingreppet kan ej sägas vara öfverraskande utan förefaller nog så naturligt och lättförklarligt, när nu det cholämiska tillståndet är förenadt med en hämorrhagisk diates. Långt svårare att förstå är uppkomsten af de postoperativa cholämi-blödningar,



som börja först senare, ett eller flera dygn efter operationen. I ett och annat af dessa fall framkallas blödningen af en tillfällig yttre orsak t. ex. förbandsvexling som uti kasuistikens fall 2 (efter omläggning på 3:dje dagen efter cholecystostomins 2:dra seance visade sig en ymnig blödning från djupet af gallblåsan) och fall 25 (efter tamponadens aflägsnande på 8:de dagen otvetydiga symtom af inre blödning). Men i det stora flertalet af fallen finner man ingen dylik yttre orsak utan blödningen börjar åtminstone skenbart alldeles spontant i operationssåret. Den cholämiske patienten har stått öfver själfva operationen utan abnorm blödning, har lyckligen passerat det eller de första dygnen, då risken för efterblödning borde vara störst uti det ännu färska såret, har kanske fått tamponaden i såret bytt eller aflägsnad utan blödning (som i fall 53 m. fl.) och så trots detta får han något dygn senare, då efterförloppet för öfrigt artar sig i allo normalt, till synes helt omotiveradt en svår cholämisk blödning, som kostar honom lifvet. Ibland uppträda samtidigt med blödningen i såret äfven andra hämorrhagier; så fick exempelvis uti fall 39, där förloppet gick i allo bra under de första 5 dygnen efter laparotomi, pat. på 6:te dygnet en diffus blödning från såret och samtidigt uppstodo under loppet af ett par timmar talrika hudblödningar å benen. I dylika fall är det uppenbarligen alldeles uteslutet, att blödningen i såret kan utlösas af någon lokal orsak, utan det hela ter sig, som om den på cholämiu beroende hämorrhagiska diatesen af någon oförklarlig anledning plötsligt ökas och så manifesterar sig med samtida blödningar på olika håll.

Det har redan i den föregående framställningen påpekats, att allvarlig cholämisk blödning kan uppträda å en patient, äfven när hans ikterus håller på att gå tillbaka. Så var uti fall 47 gulsoten redan före operationen sedan 1 vecka på rask återgång och när pat. opererades »nästan försvunnen». Och uti ett par af kasuistikens andra fall har ikterus efter och tack vare ingreppet börjat att minskas och dock den cholämiska blödningen kommit under efterförloppet. Så uti fall 39: efter cholecystektomi och choledochotomi med aflägsnande af sten och hepaticusdränage gick förloppet mycket bra i 5 dygn med minskning af ikterus och urinens ikteriska färg, och så på 6:te dygnet uppträdde en diffus blödning från såret, som ledde till mors efter ett dygn. Likaså uti fall 25, där cholecystektomi med hepaticusdränage gjordes för sten; efteråt var tillståndet relativt godt och gallsekretionen i gång genom dränagen; på 8:de dagen (efter tamponadens aflägsnande) tecken på inre blödning, som tilltogo och vid obduktionen visade sig bero på blödning i bukålan. Och vidare uti fall 52: efter cholecystektomi och choledochotomi med aflägsnande af sten och dränage af gången var förloppet tillfredsställande med »godt gallflöde genom dränagen» tills efter 9 dygn plötslig försämring inträdde med alla tecken på akut anämi och död samma dag af en stor retroperitoneal blödning.

I fall sådana som dessa nu anförda har sålunda patienten laparotomiserats under stark ikterus, visar då vid operationen ingen cholämisk blödning, ligger så med gallvägarne dränerade och gallflöde utåt under 1 veckas tid eller längre och så efter först 6 å 8 å 9 dygn, då ikterus börjat minskas och den hämorrhagiska



diatesen rimligtvis borde vara på retur, kommer på det mest öfverraskande sätt den ödesdigra cholämiska blödnigen. Dylika fall synas mig angifva, att den på ikterus beroende hämorrhagiska diatesen åtminstone ej alltid börjar minska och försvinna samtidigt med den synliga ikterus själf utan först senare.

*Efter en långvarig och höggradig ikterus kvarstår sålunda åtminstone ibland risken för postoperativ cholämisk blödning under ännu 1 à 1½ vecka efter det gulsoten börjat spontant gå tillbaka eller gallstagnationen genom operation helt häfts.*

Af det nyssanförda framgår, att de cholämiska blödningarna, när de uppträda, ofta uppträda nog så öfverraskande. Om man då å andra sidan betänker, att många patienter med långvarig och höggradig ikterus, där risken för cholämisk efterblödning skulle à priori på goda grunder synas vara stor, visa sig, som allas vår erfarenhet lär, kunna blifva laparotomiserade utan att efteråt förete någon cholämisk blödning alls, så måste man säga, att det hvilar något nyckfullt, godtyckligt och gåtfullt öfver de postoperativa cholämiska blödningarnas uppträdande och att vi med den bristfälliga kunskap, som vi äga om cholämins väsen, tills vidare alls icke äro i stånd att gifva någon nöjaktig förklaring, hvarför den ene sedan länge höggradigt ikteriske patienten efter laparotomi träffas af olycksbringande cholämisk blödning omedelbart eller senare, den andre icke.

Kanske bör det emellertid här tilläggas att man från en mera allmän synpunkt dock ej har anledning att allt för mycket förvåna sig öfver denna den cholämiska efterblödningens nyckfullhet, då nämligen alla de spontant uppträdande blödningar, som förekomma vid leukemi, vid pernicios anämi, vid skorbut, vid purpura, vid hämofili etc., sålunda blödningarna, som bero på en hämorrhagisk diates, just hafva som gemensam karakter att de uppträda mer eller mindre nyckfullt och oberäkneligt.

Så några ord om den *postoperativa cholämiska blödningens symtom och diagnostik*. Ibland erbjuder diagnosticerandet af denna operationskomplikation inga som helst svårigheter. När sålunda en sedan länge höggradigt ikterisk patient under första dygnen eller veckan efter en laparotomi får en spontant uppträdande, svår- eller ostillbar blödning af parenchymatös typ utåt i operationssåret, så är diagnosen: cholämisk blödning utan vidare klar.

Mindre påtaglig är diagnosen i de fall, där blödning från buksåret leder till större blodinfiltration eller hämatombildning i bukväggen utan samtidig blödning utåt. Ut i dessa fall låter sig blodansamlingen ibland med säkerhet eller med tämligen stor säkerhet diagnosticeras, nämligen om där visar sig en uppdrifning eller frambuktning af främre bukväggen omkring eller i närheten af laparotomisåret eller om man kan palpera djupare i bukväggen invid operationssåret en abnorm föga ömmande resistens eller infiltration. Så visade sig uti exempelvis kasuistikeus fall 2 »en uppdrifning på h. sidan af buken» 2½ dygn efter sista operationen (i detta fall samtidigt med blödning utåt); uti fall 10 kändes 4 dagar efter laparotomin »omkring och nedanför operationssåret en tydlig infiltration i bukväggen», hvilken sedan ökade under de 3 dygn, som pat. ytterligare lefde; och uti fall 18 palpera-

des, när pat. 2 1/2 dygn efter operationen hastigt försämrades med liten och frekvent puls nedanför såret en betydlig resistens i bukväggen. Det är emellertid ej alltid, som en blodsamling i bukväggen — ej ens en större sådan som i kasuistikens fall 31 — låter sig kliniskt diagnosticera eller i hvarje fall blir diagnosticerad förr än vid obduktionen. Hur pass lätt- eller svårdiagnosticerbar en dylik cholämisk blödning i bukväggen är, beror företrädesvis på hämatomets storlek, på hämatomets ytligare eller djupare läge i bukväggen samt på bukväggens större eller mindre fettrikedom. Denna cholämiska blödning och hämatombildning i bukväggen utan samtidig blödning i såret utåt förekommer visserligen endast relativt sällan, men man bör hafva den i minnet och alltså i hvarje fall, då en opererad ikterisk pat:s tillstånd ger anledning misstänka cholämisk blödning, noggrannt dag efter dag undersöka och palpera främre bukväggen i sårets omgifning och därvid falka efter abnorm uppdrifning eller infiltration af densamma.

Den allvarliga cholämiska blödningen åt digestionskanalen erbjuder i regel inga större diagnostiska svårigheter, då nämligen pat. i dylika fall så godt som alltid får blodkräkning eller blodfärgade afföringar, innan han dör af förblödning. Så har förhållandet varit uti kasuistikens fall 6, 7, 9, 11, 14, 19, 30, 45, 48 och 58 d. v. s. (frånsedt fallet 24, i hvilket inga uppgifter om efterförloppet finnas) uti alla kasuistikens fall, där blödning åt digestionskanalen varit den väsentliga dödsorsaken; uti kasuistikens båda återstående fall (53 och 55) med blod i tarmen vid obduktionen hade visserligen ej förekommit blodkräkning eller blodafgång per rectum men var uti dessa båda fall blödningen åt tarmen ej den afgörande utan ymnigare blödning i bukhålan eller utåt den väsentliga orsaken till anämin och exitus. I detta samband kan det förtjäna framhållas, att man å andra sidan ej utan vidare får tyda hvarje blodkräkning eller blodafgång per rectum å en sen länge höggradigt ikterisk pat. med choloduchussten eller cancer i pankreas eller gallvägar som cholämisk. Blödningen kan vara af äfven annat ursprung. Så fann jag uti det material, som jag genomgått från de svenska sjukhusen för ifrågavarande kasuistik, ett par fall, där den ikteriska patienten — som i ett af fallen därtill hade andra otvifvelaktiga cholämiska symtom — dukt under för en blödning åt digestionskanalen, som vid obduktionen visade sig stamma från mag- eller duodenalsår.

De största diagnostiska svårigheterna vålla fallen med intraperitoneal eller retroperitoneal cholämisk blödning, då blödningen i dessa fall ej manifesterar sig utåt och blodsamlingen i bukhålan eller den retroperitoneala väfnaden nästan aldrig låter sig med säkerhet direkt påvisas genom palpation eller perkussion. Någon gång kan dock äfven i dylika fall diagnosen: inre blödning vara relativt lätt att ställa, nämligen om symtomen af plötsligt uppträdande eller progredierande akut anämi äro markanta som exempelvis i kasuistikens fall 25, där pat. mått bra i 7 dygn ofter operationen, så efter en förbandsväxling blef sämre: blek med dålig puls och sen företedde tilltagande anämisyntom till mors följande dag. Oftast äro dock enligt hvad sjukhistorierna lära — och äfven efter min ringa personliga erfarenhet — symtomen af akut anämi uti ifrågavarande fall oklara eller svårtydda och följ-

aktligen den intra- eller retroperitoneala blödningen vanskelig eller ibland t. o. m. omöjlig att med säkerhet eller någon högre grad af sannolikhet diagnosticera. Särskildt stora äro diagnossvårigheterna uti de — ej alltför sällsynta (sid. 18) — fall, där den inre blödningen börjar omedelbart eller snart efter laparotomin: pat. ligger då efter operationen starkt påverkad af narkosen och ingreppet, blek och med påskyndad hjärtverksamhet, event. knappt kännbar puls (som i fall 3), försämras under några timmar eller under  $\frac{1}{2}$  à  $1\frac{1}{2}$  dygn (som i kasuistikens fall 3, 16, 21, 22, 38, 49, 50, 51), till exitus inträder. Att afgöra, om tilltagande blekhet eller ökad pulsfrekvens eller försämrad hjärtverksamhet eller uselt allmäntillstånd med ytlig respiration, kallsvett, ontöckning etc. under sådana förhållanden beror på någon större inre blödning eller ej, är ofta ej möjligt; man kommer i regel ej längre än till en sannolikhetsdiagnos. Någon gång kan döden af akut anämi inträda så hastigt (som uti fall 41: »pat. blef operationsdagen plötsligt dålig, fick usel puls och afled efter några minuter»), att diagnosen lungemboli eller hjärtparalys bjuder sig som den sannolikaste dödsorsaken. Äfven i de fall, där den inre blödningen utvecklar sig långsammare eller börjar senare och leder till mors först efter ett par dygn, är diagnosen oftast osäker, så ofta nämligen symtomen af progredierande akut anämi ej äro tydliga; så t. ex. förmodade man i fall 37, där pat. afled 4 dygn efter en prof-laparotomi för cancer pancreatis, dödsorsaken vara kakexi. De lokala symtomen från buken äro vid intraabdominal cholämisk blödning i regel ej till någon större hjälp för diagnosen, då de på intet sätt äro karaktäristiska utan i allmänhet rätt diffusa växlande och mångtydbara: ibland kan pat. (som i fallen 4 och 25) få i samband med blödningen rätt häftiga buksmärtor, ibland blir buken spänd och uppdrifven med dålig tarmpassage (som i fall 55), ibland får pat. upprepade kräkningar och tilltagande meteorism (som i fall 12), i andra fall åter företer pat. trots afsevärd blödning i bukhålan inga påtagliga lokala symtom från buken. Om möjligheten att diagnosticera en större postoperativ inre blödning å en nedkommen cholämisk patient kan man sålunda kort och godt säga, att den väsentligen hänger på vår förmåga att rätt uppfatta och tyda de ibland mera osäkra ibland mera otvetydiga symtom af hastigt isättande eller progredierande akut anämi, som dessa patienter förete.

Af det tidigare anförda torde till fullo framgå att fallen med letal postoperativ cholämisk blödning kunna förete ett mycket växlande kliniskt förlopp. Emellertid visar det sig vid närmare granskning af fallen att flertalet af dem låta sig osökt inränga i vissa grupper och det kan då vara af intresse att här, innan detta kapitel avslutas, i största korthet angifva dessa oftast förekommande och mest typiska förlopp vid ifrågavarande operationskomplikation. Som *de vanligaste kliniska typerna* skulle jag vilja uppställa *följande fyra*:

1. Efter operationen uppträder i såret permanent eller stundvis en silande diffus ostillbar blödning, som för till exitus under i allmänhet något af de första dygnen [som i fallen 5, 23, 27, 29, 32, 35, 56 m. fl.]



2. Den opererade ligger dålig efter operationen, tager ej upp sig, trots stimulantia, utan försämras och dör redan operationsdagen eller inom ett par dygn af inre blödning under ibland osäkra ibland mera tydliga symtom af akut anämi [som i fallen 3, 16, 18, 21, 22, 37, 38, 41, 49, 50, 51, 55.]

3. Patienten mår rätt bra och det hela ser hoppfullt ut under ett till flera dygn, event. hela första veckan, men så inträder plötslig eller rask försämring med blödning utåt eller med mer eller mindre tydliga anämisymtom och mors [som i fallen 1, 4, 10, 25, 34, 39, 52, 53, 57 m. fl.]

4. Efter ett eller flera dygn försämras den opererades allmäntillstånd och uppträda blodkräkningar eller blodiga afföringar, som sedan fortsätta eller upprepas till exitus [som i fallen 6, 7, 9, 11, 30, 45, 58].

### **Till frågan om de postoperativa cholämiska blödningarnas profylax och terapi.**

På frågan om den postoperativa cholämiska blödningens profylax och terapi skall jag ej närmare ingå utan endast afhandla den helt kort och öfversigtligt och detta dels därför att spørgsmålet redan förut är rätt omskrifvet och debatteradt, dels därför att alla de olika föreslagna och försökta profylax- och terapiåtgärderna, så vidt jag kunnat finna, äro opålitliga, event. rent maktlösa. Det gäller här som på så många andra terapiområden: så länge vår förmåga att terapeutiskt ingripa verkligt effektivt är ingen eller obetydlig, så länge äro i regel också många olika behandlingsmetoder i bruk och pröfvas många mer eller mindre vederhäftiga terapeutiska förslag; när det däremot lyckats på den ena eller andra vägen, tack vare teoretisk forskning eller rent empiriskt, att nå fram till en verkligt effektiv terapi, så försvinna af sig själf snart nog de många olikartade behandlingsmetoderna och en enda, den verksamma, blir allenarådande och af alla använd. Behandlingen af den cholämiska blödningen har tillsvidare ej kommit öfver de mångahanda metodernas ståndpunkt.

Af de icke-lokala medel, som man använt för att söka förekomma eller hejda cholämisk blödning efter operation, må i första hand nämnas calcium. Allt sen WRIGHTS kända undersökningar på midten af 90-talet öfver blodkoagulationen och dennas påverkan af calciumklorid och mjölkdiet och öfver calciumsalternas inverkan på transudationen har man på många håll och af litteraturuppgifter att döma, särskildt i England och Amerika, haft förtroende för calciumsalternas telestyptiska verkan vid inre blödningar öfverhufvud och äfven vid cholämiska blödningar. Calcium har då brukat gifvas per os eller i lavemang som klorid eller laktat i dos växlande mellan 2 och 15 gr. dagligen under ett eller flera dygn.

Beträffande calciumterapi vid cholämi må då först och främst sägas, att det är tvifvelsamt, om vi på dylikt sätt verkligen kunna öka blodplasmans calciumhalt mer än helt öfvergående, och vidare, att det aldrig är visadt och väl icke heller ens



är sannolikt, att cholämiskt blod saknar den för fibrinfermentbildningen nödiga calciummängden. Calciumterapin vis à vis cholämiska blödningar synes sålunda vara redan teoretiskt svagt grundad. Vidare hafva de undersökningar, som af åtskilliga forskare gjorts öfver inverkan af calciumklorid eller -laktat per os på blodets koagulationstid, gifvit resultat, som alls icke öfverensstämma med hvarandra. Enligt WRIGHT<sup>1</sup> förkortas koagulationstiden af 4 gr calciumklorid eller -laktat inom 1 timma till i allmänhet  $\frac{1}{4}$  à  $\frac{3}{4}$  af den normala och skulle blodet först efter flera dygn återfå sin normala koagulationstid. Äfven BOGGS<sup>2</sup> fann regelbundet koagulationstiden förkortad efter calciumklorid men blott under 2—3 timmar; likaså funno DENK<sup>3</sup> och HELLMANN<sup>3</sup> m. fl.<sup>4</sup> calciumlaktat förkorta koagulationstiden. Å andra sidan fann VAN LIER<sup>5</sup>, som undersökte en större serie patienter, efter 15 gr calciumlaktat dagligen under 4 dygn koagulationstiden lika ofta förlängd som förkortad. Äfven ROBERTSON, ILLMAN och DUNCAN<sup>6</sup> fingo vid sina försök med dels en större dos calciumklorid eller -laktat på en gång dels mindre doser under en längre tid negativa resultat. Icke heller kunde ADDIS<sup>7</sup>, RUDOLF<sup>8</sup>, SCHLOSSMANN<sup>9</sup>, SCHULTZ<sup>10</sup> m. fl. vid sina försök konstatera någon inverkan af calciummedicinering på koagulationstiden eller koagulationsmekanismen i det lefvande blodet. Inför dessa hvarandra motsägende undersökningsresultat får det tillsvidare betraktas som en öppen olöst fråga, om calciumklorid eller -laktat intaget per os öfverhuvud inverkar på blodets koagulation eller ej. Hvad slutligen klinicis praktiska erfarenhet af calcium-terapin vid cholämi angår, så tillrådes den visserligen af somliga, men flertalet kirurger, som pröfvat den å ett större antal ikteruspatienter, uttala sig mycket försiktigt, reserveradt eller sväfvande och äro tydligen själfva föga öfvertygade om terapins effektivitet. Det må vara nog att här anföra den på området mycket erfarne KEHR<sup>11</sup>: »Dasjenige Mittel, welches am besten die Gefahr der cholemischen Nachblutung abzuwenden scheint, ist der Chlorcalcium in ziemlich grossen

<sup>1</sup> WRIGHT och PARAMORE, On certain points in connexion with the exaltation and reduction of blood coagulability by therapeutic measures. The Lancet; 1905; II; s. 1096.

<sup>2</sup> BOGGS, Ueber Beeinflussung der Gerinnungszeit des Blutes im lebenden Organismus. Deutsch. Archiv f. klin. Med.; bd 79; 1904; s. 548.

<sup>3</sup> DENK och HELLMANN, Die Verwertung der Koagulationsbestimmung des Blutes in der Chirurgie. Mitteil. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir.; bd 20; 1909; s. 226.

<sup>4</sup> Se exempelvis KÜSTER, Die Pathologie der Blutgerinnung und ihre klinische Bedeutung. Ergebnisse d. inner. Med. u. Kinderheilk.; bd 12; 1913; s. 715—716.

<sup>5</sup> VAN LIER, Ueber den Einfluss von milchsaurem Calcium auf Blutungen. Beitr. z. klin. Chir.; bd 79; 1912.

<sup>6</sup> ROBERTSON, ILLMAN och DUNCAN, Coagulation of the blood. Journ. of the am. med. ass.; bd 50; 1908.

<sup>7</sup> ADDIS, The Pathogenesis of hereditary haemophilia. Brit. Med. Journ.; 1910; II; s. 1422.

<sup>8</sup> RUDOLF, A clinical method of estimating the coagulation time of the blood. Am. Journ. of the med. sc. bd 140; 1910; s. 807.

<sup>9</sup> SCHLOSSMANN, Welchen praktischen Werth haben Blutgerinnungsbestimmungen für die Chirurgie. Archiv f. klin. Chir.; bd 102; 1913.

<sup>10</sup> SCHULTZ, Metodik und klinische Bedeutung der Blutgerinnungsuntersuchungen. Med. Klinik; bd 10; 1914; II.

<sup>11</sup> KEHR, Die Praxis der Gallenwege-Chirurgie; 1913; I, S. 31.

Dosen. Ich sage »scheint« etc; han finner det nämligen svårt att bestämdt afgöra. Och senare: »Werden die Ergebnisse VAN LIERS und SCHULTZES (de ofvan anförda) anderweitig bestätigt, so will ich ebenfalls auf die Kalkzufuhr verzichten«. Så skulle KEHR säkerligen ej hafva uttalat sig, om hans egen kliniska erfarenhet lärt honom, att calciumterapi är verksam. Äfven i flera af den svenska kasuistikens fall har calciumterapi försökts dels per os före operationen i profylaktiskt syfte: i fallen 38, 28, 46 (i de båda sista fallen 6 gr  $\text{CaCl}_2$  dagligen) och 51, dels i lavemang före eller efter operationen: i fallen 35 och 45. I dessa 5 fall visade sig calciumterapi överksam, då alla 5 patienterna dukade under för cholämisk blödning.

Lika opålitliga och till sin verkan osäkra som calciumsalterna synas alla de öfriga icke-lokala medlen<sup>1</sup> vara, som man försökt vid cholämiska blödningsar: subkutan injektion af gelatinalösning [utan framgång försökt i kasuistikens fall 6, 35 och 39], af blodserum, som bör vara färskt [KEHR, som under 2 år försökt injektion af 20 k. c. m. hästserum å patienter med cholämi. »kan ej säga om det är verksammare än klorcalcium«], af 5 % peptonlösning, intravenös injektion af hyper-tonisk koksaltlösning, tillförsel subkutan af adrenalin, injektion subkutan eller intravenöst (ej ofarligt!) af 5 gr koagulen i 3 till 5 % lösning. Visserligen finner man i litteraturen uppgifter om enstaka fall, der vederbörande kirurg ansett sig med framgång hafva använt något af de nu nämnda medlen mot cholämisk blödning, men det föreligger tillsvidare icke, så vidt jag kunnat finna, någon samlad och bepröfvad erfarenhet om verkligt gynnsam effekt vid cholämi profylaktiskt eller terapeutiskt af någon af dessa behandlingsmetoder. Slutligen må anföras, att CRILE<sup>2</sup> uti ett ikterus-fall med hämorrhagisk diates gjort direkt blodtransfusion före laparotomin, som sedan förlöpte lyckligt. Möjligen kan häri ligga ett uppslag af verkligt värde för de cholämiska blödningsarnes profylax, då metoden tvifvelsutan är teoretiskt rimlig och rationell<sup>3</sup>, men därom torde ännu vara för tidigt att döma. I två andra opererade gallfall med efterblödning, där direkt blodtransfusion gjordes (af

<sup>1</sup> En god öfversikt öfver de olika behandlingsmetoderna vid inre blödningsar finner man af FONIO [Ueber die bekanntesten Methoden innerer Blutstillung] i Mitteil. a. d. Grenz. d. Med. u. Chir.; bd 27; 1914; S. 668. Af hans kritiska resumé framgår, hur bristfälliga våra kunskaper äro om de allmänna blodstillningsmedlens verkan och hur motsägande de med dem gjorda erfarenheterna äro. »Während die einen Autoren sich sehr lobend und befriedigend aussprechen und eine Anzahl günstiger Resultate einer Methode anzuführen imstande sind, sprechen andere derselben jegliche Berechtigung ab. Und in der Tat finden wir in der Literatur die krassesten Gegensätze in der Beurteilung der Resultate, wie z. B. bei der Gelatinefrage».

<sup>2</sup> Se INGBRIGTSENS förtjenstfulla öfversigt: Die direkte Bluttransfusion uti Nord. med. Ark.; 1915; I; nr 3.

<sup>3</sup> OLAV HANSEN, som själf i stor utsträckning begagnat sig af transfusion af defibrineradt blod och sålunda stöder sig på en rik egen erfarenhet, uttalar sig om indikationerna för blodöfverföring vid anämiska tillstånd på följande sätt [Transfusion und Anämie, eine klinische Studie auf Grundlage von 74 Transfusionen bei 29 Fällen von Anämie; Skrifter av Videnskabselskapet i Kristiania; 1913; bd 2; s. 217]: »Ausser dieser blutersetzenden Fähigkeit kann Blutübertragung in einzelnen Fällen von hämorrhagischer Diathese eine direkt blutstillende Wirkung ausüben. Transfusion kann deshalb angezeigt sein in Fällen von hämorrhagischer Diathese und Hämophilie, wo eine andere Therapie keine Wirkung auf die Blutung auszuüben vermag».

WATT år 1907, af TUFFIER och CARREL 1912), visade sig metoden ej verksam: den ena patienten dog 5 tim. efter och den andra under transfusionen.

Beträffande de lokala blodstillningsåtgärderna vid operation å cholämiska patienter är tvifvelsutan det viktigaste så noggrann och exakt mekanisk hämostas i såret som möjligt: sålunda underbindning af alla synbart blödande kärl äfven de minsta, noggrann suturering af de olika väfnadslagren i buksåret, då postoperativ cholämisk blödning kan uppträda i bukväggen lika väl subseröst som i muskula- turen eller subkutant samt stadig tamponad, när buksåret ej slutes. Om det vid en dylik laparotomi gäller att göra en cholecystenterostomi, är det dessutom af vikt att äfven anastomossuturen anläggas med alldeles särskild omsorg från hämostas- synpunkt, då lifsriskabel blödning åt tarmen i dessa fall ej sällan utgår från själfva anastomossårrenden (se sid. 23). Af de lokala hämostatika, som under senare tid användts vid operationer å cholämiska patienter, torde koagulen och sterilt prepa- rerad väfnadssaft <sup>1</sup> (af t. ex. strumaväfnad; väfnadssaften är hållbar under lång tid efter någon karbolsyretillsats) vara de, som företrädesvis förtjäna att försökas. Vis å vis den mera omedelbara blödningsrisken kunna dessa preparat möjligen ibland vara af nytta; för cholämiska efterblödningar skydda de säkerligen icke.

Af denna korta exposé öfver våra terapeutiska resurser vis å vis den post- operativa cholämiska blödningen framgår, hur bristfällig och opålitlig denna terapi är, och en bister erfarenhet har också lärt oss att, om den ikteriske patienten vid laparotomin redan kommit öfver uti cholämiskt tillstånd med utpräglad eller hög- gradig hämorrhagisk diates, så svika alla våra terapeutiska hjälpmedel, vi stå makt- lösa och den opererade är förlorad.

Under dessa föga tillfredsställande förhållanden framställer sig själfmant den frågan: gifves det då inga möjligheter att nå fram till bättre förhållanden? Denna fråga kan man dessbättre besvara obetingadt jakande. *En* väg och en mycket på- litlig väg mot målet: färre dödsfall af cholämisk efterblödning, ligger klar, näm- ligen genom tidigare operation af de ikteriske patienterna, operation före det cho- lämiska tillståndets inträde. Då vi nu veta (se sid. 14), att allvarlig blödningsrisk inträder i allmänhet först när ikterus stått 3 1/2 å 4 veckor, så är det från profylax- synpunkt vis å vis cholämisk blödning ett *bestämt önskemål att få alla ikterus- patienter, för hvilka laparotomi kan ifrågakomma, under kirurgisk behandling inom de 3 första veckorna.* Och särskildt gäller detta för fallen med ikterus beroende på choledochussten, i hvilka en operation i rätt tid oftast leder till full hälsa; för cancerfallen är det, rent praktiskt sedt, ej af samma betydelse, då prognosen för dem ändock så godt som alltid i anseende till grundsjukdomen (cancer i pankreas eller gallvägarne) är pessima. I samma mån som nyssnämnda önskemål kan komma att realiseras, i samma mån komma dödsfallen af postoperativ cholämisk blödning att blifva sällsyntare.

<sup>1</sup> Se SCHLOESSMANN: Brun's Beiträge zur klin. Chir.; bd 79; 1912 och Archiv f. klin. Chir.; bd 102; 1913.



Det ligger emellertid i sakens egen natur, att vi alltjämt och äfven framdeles då och då komma att stå inför, hvad man skulle kunna kalla, kirurgiskt försummade ikterusfall: patienter med högggradig ikterus sedan veckor eller månader, för hvilka laparotomi med eventuellt ingrepp af någon art å gallvägarne är indicerad. Som erfarenheten lär, kunna många af äfven dessa patienter opereras utan blödningsrisk, men en och annan af dem dukar under af cholämisk efterblödning. Den stora praktiska svårighet, som ifrågavarande fall hittills vållat och fortfarande vålla kirurgen, beror väsentligen på hans oförmåga att före operationen med säkerhet afgöra, om allvarlig blödningsrisk förefinnes hos patienten i fråga eller ej.

Det skulle uppenbarligen vara en stor fördel — och representera ett väsentligt framsteg —, om vi genom undersökning af den ikteriske patienten vore i stånd att afgöra, om cholämisk blödning hotar honom eller ej efter en event. laparotomi. Därmed voro visserligen ej de cholämiska patienterna med hämorrhagisk diates alls hjälpta, men vi skulle då kunna med mera lugn och trygghet tillråda en f. ö. indicerad laparotomi för de ikteruspatienter, som ej voro hotade af blödning, och event. afstå från operation i de fall, der undersökningen visade blödningsrisk. Det nuvarande osäkerhetstillståndet med afseende på operationsprognosen för patienter med långvarig ikterus skulle därmed vara åtminstone i någon mån afljälpt.

I följande del af denna afhandling skall jag framlägga resultaten af de undersökningar, som jag utfört öfver blodkoagulationen vid ikterus, och i samband därmed äfven ingående granska, om ock i hvad mån det är möjligt att genom närmare undersökning af den ikteriska patientens blodkoagulation afgöra, huruvida risk för cholämisk blödning hos honom förefinnes eller icke.



## II. Om blodkoagulationen vid ikterus.

Som inledning till framställningen om blodkoagulationen vid ikterus och mina däröfver utförda undersökningar torde det vara lämpligt att först i allra största korthet gifva en orienterande öfversikt<sup>1</sup> öfver det mest väsentliga i de nu rådande uppfattningarna om det normala blodets koagulationsprocess. Läran om blodkoagulationen är trots mycket därpå nedlagdt arbete och många framsteg under de sista decennierna dock fortfarande ett i mångt och mycket dunkelt kapitel, mer rikt på hypotetiska spekulationer och mer eller mindre värdefulla utläggningar af enstaka undersökningsresultat än på oomtvistligt systematiskt ordnadt vetande, och det kommer helt säkert att krävas ännu mycket af både tid och forskning, innan denna komplicerade process blir till fullo utredd och uppklarad.

Enligt den teori, som fortfarande synes vara omfattad av flertalet fysiologer och stöder sig på grundläggande undersökningar af framför allt ALEXANDER SCHMIDT och hans lärjungar samt HAMMARSTEN, FULD och MORAWITZ, är blodkoagulationen att uppfatta som en fermentativ process, som låter uppdelas sig i två skilda faser, nämligen en första bestående uti bildningen af fibrinferment, trombin, och en andra bestående uti fibrinogenets omvandling till fibrin.

Trombinet bildas enligt denna teori vid närvaro af calciumsalt ur det i blodplasman förefintliga trombogenet genom inverkan af en substans, trombokinas, som skulle finnas uti Blutplättchen och leukocyter — liksom uti de olika väfnadernas cellprotoplasma — och frigöras vid deras sönderfall eller genom en sekretionsprocess. Att det cirkulerande blodet håller sig flytande, skulle sålunda betingas af frånvaron i detsamma af trombokinas. Först när blodet vid blödning utträder ur en arter eller ven, tillblandas trombokinas ur väfnadssaften och frigöres äfven ur blodets egna formelement vid deras beröring med främmande föremål, vid hvilka blodet adhererar (sålunda vid beröring med alla ytor, som ej äro klädda med kärl-

---

<sup>1</sup> Värdefulla, mera ingående eller öfversiktliga framställningar af koagulationsläran med literaturuppgifter finner man af MORAWITZ: Die Chemie der Blutgerinnung; Ergebnisse d. Physiologie; bd 4; 1905; MORAWITZ: Die Gerinnung des Blutes; Handbuch der Biochemie; bd 2; 1909; NOLF: Eine neue Theorie der Blutgerinnung, Ergebnisse d. Inner. Medizin und Kinderheilkunde; bd 10; 1913; KÜSTER: Die Pathologie der Blutgerinnung und ihre klinische Bedeutung; ibd; bd 12; 1913 samt uti HAMMARSTENS Lehrbuch der physiologischen Chemie; 1914.

endotel eller täckta med ett lager olja, vaselin eller annat dylikt ämne). I det cirkulerande blodet förmodas dessutom normalt förekomma koagulationshämmande substanser, antitrombin, hvilket gör det trombin overksam, som bildas af den trombokinas, som sannolikt frigöres vid det fysiologiska sönderfallet af blodets formelement.

Den andra fasen uti koagulationsprocessen, för hvilken närvaro af calcium ej är behöflig, består däri, att fibrinogenet, som finnes i löst form i det cirkulerande blodet, genom inverkan af det på nyssnämndt sätt nybildade trombinet omvandlas i fibrin.

Denna nu refererade MORAWITZ' teori är i så måtto otillfredsställande, att åtskilliga undersökningsresultat endast med svårighet låta sig bringas i överensstämmelse med densamma. NOLF har därför, stödd på ingående egen forskning, fört fram en ny koagulationsteori, som på senare åren tydligen vunnit rätt mycken anslutning. NOLF bestrider alldeles koagulationsprocessens fermentativa natur. Enligt NOLF innehåller den cirkulerande blodplasman 3 för koagulationen nödiga kolloidämnen, nämligen: fibrinogen, bildadt i lefvern, trombogen, likaledes bildadt i lefvern, samt trombozym, som stammar från leukocyter, Blutplättchen eller kärlendotelet; dessa tre ämnen skulle så hållas i jämvikt af en koagulationshämmande substans, det i lefvern bildade antitrombinet. Om denna jämvikt störes genom ett tromboplastiskt agens af antingen fysikalisk eller kemisk art, så reagera dessa tre substanser direkt med hvarandra och utfälla fibrin.

Äfven efter NOLFS teori äro emellertid åtskilliga koagulationsfenomen och experimentella resultat svårförklarliga, och beträffande de olika teorierna om blodkoagulationen är man nog tills vidare tvungen att instämma med HAMMARSTEN, när han framhåller, att i koagulationsläran finnas tills vidare så många mot hvarandra stridande uppgifter och iakttagelser och så många oklara punkter, »dass es augenblicklich kaum möglich sein dürfte, eine klare Zusammenfassung der verschiedenen Ansichten zu geben, und eine aus ihnen hervorgehende, dieselben einigermassen vermittelnde Gerinnungstheorie aufzustellen.»

En särskild svårighet erbjuder så vidare koagulationslitteraturen på grund af den där rådande förvirringen i den använda terminologien. Af olika forskare hafva införts ett stort antal nya beteckningar, som ofta äro knutna till den ena eller andra uppfattningen om koagulationsprocessen, och det förekommer t. o. m. ibland, att olika författare använda samma term i något olika betydelse. Af de uti den nyare litteraturen oftast använda termerna må här anföras följande synonymer: MORAWITZ' trombokinas är ungefär identiskt med FULDS cytozym och NOLFS trombozym; MORAWITZ' trombogen, SCHMIDTS protrombin samt FULDS och BORDETS serozym och plasmozym äro också identiska begrepp liksom äfven termerna trombin, fibrinferment och holozym (FULD). Tillsvidare torde det vara rätt godtyckligt och utan betydelse, om man använder den ena eller andra terminologien. Då jag under arbetets gång mest tillägnat mig MORAWITZ' teori och vant mig vid att uppfatta koagulationsprocessen och -fenomenen i enlighet med den, så kommer jag i den följande framställningen att begagna huvudsakligen denne forskares terminologi,

nämlichen termerna trombokinas, trombogen, trombin och med den innebörd i dessa beteckningar, som de äga enligt nämnda teori.

Hvad vår kännedom om de olika i koagulationsprocessen deltagande substanserna själfva angår, så äro fibrinogenet och fibrinet sedan rätt länge ingående studerade och deras kemiska natur och egenskaper i allt väsentligt numera kända (se exempelvis HAMMARSTENS Lehrbuch). Beträffande blodets fibrinogen är det dock ingalunda till fullo utredt, hvar i organismen detsamma bildas. Det torde af resultatene af åtskilliga djurexperimentella undersökningar att döma vara sannolikt, att lefvern är af stor betydelse för fibrinogenbildningen och att blodets fibrinogen åtminstone delvis stannar från detta organ. Utom lefvern torde möjligen äfven den lymfatiske väfnaden spela en roll för fibrinogenbildningen. Om de öfriga koagulationssubstanserna är vår kunskap tills vidare mycket fragmentarisk och osäker. Fibrinfermentet är lösligt i vatten, icke diffunderbart, är termolabilt (inaktiveras redan vid uppvärmning till  $56^{\circ}$  i plasman) och optimum för dess verkan ligger vid ung.  $40^{\circ}$ . Enligt nyare undersökningar af BORDET och DELANGE, ZAK, HIRSCHFELD och KLINGER är cytozymet (= trombokinasen), sålunda den från cellerna stannande koagulationsfaktorn, en termotabil substans och sannolikt en lipoidsubstans tillhörande monofosfatidgruppen; plasmans serozym (= trombogen) är däremot en termolabil substans.

Det är sedan länge känt, att vissa ämnen hafva egenskapen att förlångsamma eller förhindra blodets koagulation, medan andra ämnen däremot påskynda koagulationsprocessen. Bäst studerade och kända äro de koagulationshämmande substanserna. Bland dessa hava vi först en grupp, som omfattar ett rätt stort antal ämnen af olikartad kemisk natur, hvilka, tillsatta blodet in vitro i lämplig mängd, hålla blodet flytande. Hit höra först och främst en del salter af alkali och alkaliska jordarter såsom natriumklorid, natriumsulfat, magnesiumsulfat, kaliumnitrat m. fl. i koncentrerade lösningar och vidare mera utspädda oxalat-, citrat- och fluoridlösningar; samma verkan hafva äfven fria alkalier och fria syror. Vidare förlångsammes blodkoagulationen vid tillsats af rörsockerlösning, af hönsägghvita, af glycerin, af vissa alkaloider, som fälla lecitin, och äfven af vatten i större mängd. Äfven kolsyrehalten i blodet inverkar på koagulationen; ju kolsyrerikare blodet är, desto långsammare koagulerar det. På hvad sätt koagulationshämningen nu åstadkommes af dessa olika ämnen är till fullo utredt och klart hvad oxalat-, citrat- och fluoridföreningarna angår. Dessa salter utfälla nämligen det för trombinbildningen nödiga calciat och hindra därigenom all trombinbildning och alltså också all koagulation; om calciatsalt i lämplig mängd åter tillsättes oxalat- (citrat- etc.) blodet, så återfår följaktligen detta sin koagulationsförmåga. Om de ofvan nämnda öfriga neutralsalterna är det känt, att de i tillräcklig koncentration hämma alla fermentativa processer och följaktligen också blodkoagulationen; och det behöfves endast en viss utspädning för att fermentverkan åter skall kunna göra sig gällande, koagulationen inträda.

Till den andra stora gruppen koagulationshämmande substanser höra de äm-



nen, som införda i den lefvande organismen upphäfva blodets koagulationsförmåga. Dessa ämnen verka autingen på det sättet, att de själfva direkt förhindra koagulationen som hirudin, hvilket följaktligen verkar koagulationshämmande äfven in vitro, (sannolikt genom att som antitrombin göra trombinet overksam — en viss mängd hirudin neutraliserar en viss mängd trombin), kobragift (sannolikt genom hämmande inverkan på trombokinasen), eller så, att de utan att själfva vara direkt koagulationshämmande — sålunda overksamma in vitro — i den lefvande organismen och sannolikt företrädesvis i lefvern förorsaka bildningen af en substans, som hindrar koagulationen. Prototypen inom denna grupp är peptonet; och frågan om de intravenösa peptoninjektionernas inverkan på blodkoagulationen och om peptonblodets egenskaper hafva under de tre sista decennierna varit föremål för mycken experimentell forskning, som gifvit resultat af intresse.

Långt mindre utredda och kända äro de koagulationsbefordrande ämnena. Redan på 1870-talet påvisades att extrakt af organ innehålla substanser, som påskynda koagulationen. ALEXANDER SCHMIDT införde för dessa beteckningen: *zymoplastiska substanser*, och talrika senare undersökare hafva konstaterat riktigheten af SCHMIDTS sats: »Zertrümmerte Protoplasma enhält regelmässig ein gerinnungsförderndes Agenz». Att de härvidlag verksamma substanserna äro ämnen af lipoidartad natur, får numera anses oomtvisteligt. Däremot torde det ej vara klart, om organextrakten verka koagulationsbefordrande företrädesvis direkt genom sin halt af trombokinas eller äfven på något annat mera indirekt sätt. Bland de koagulationsbefordrande medlen må vidare nämnas vatten, om det tillsättes blodet i ringa mängd. Vissa orngifter, vidare lecitin, kolesterolinestrar och fettsyror uppgifvas också verka koagulationsbefordrande. Huruvida man genom intravenös injektion af substanser sådana som gelatin, adrenalin, blodserum kan mera varaktigt höja blodets koagulationsförmåga, torde tills vidare få anses vara en öppen fråga; i hvarje fall är det ej genom några oomtvistliga exakta undersökningsresultat ådagalagdt, att så är fallet.

### Om bestämning af blodets koagulationstid.

Den undersökningsmetod, som af klinici företrädesvis användes för att få en uppfattning om blodkoagulationen hos en patient och event. rubbningar i densamma, är bestämning af koagulationstiden. Genom denna undersökningsmetod, som ej gifver annan upplysning än om förkortad, normal eller förlångsamnad koagulation, kan helt naturligt ej vinnas någon mera ingående kunskap om arten af eventuella rubbningar uti blodkoagulationen eller deras orsaker. De härför erforderliga undersökningarna: af blodets fibrinogenmängd, af trombinet och af de för dess bildning nödiga komponenterna, äro så pass vanskliga eller metoderna så pass litet genomarbetade, att de tills vidare knappast lämpa sig, ej äro praktiskt användbara för kliniken.

Alla de olika metoder att bestämma koagulationstiden, som äro i användning, gälla blodets koagulation in vitro, sålunda utanför den lefvande organismen.



Den tid, som under sådana förhållanden åtgår för koagulation af en individs blod, är ingalunda alltid densamma, utan är beroende af och växlar med ett flertal delvis välkända yttre faktorer. Endast om alla dessa faktorer äro desamma, erhållas alltså med hvarandra direkt jämförliga värden, och koagulationsbestämningar, som äro utförda med olika metoder, kunna alls icke direkt jämföras med hvarandra.

Tiden, som åtgår för ett blodprofs koagulation in vitro, beror sålunda ej blott på blodet själf och dess beskaffenhet hos den undersökte individen, utan äfven på sådana faktorer som på det tagna blodprovets tillfälliga kolsyrehalt — stark kolsyrehalt som uti hypervenöst blod, kväfningsblod förlångsammar koagulationen —, på eventuell tillblandning af väfnadssaft, hvarigenom koagulationstiden förkortas, på blodprovets beröring med främmande kroppar, till hvilka det adhearerar — i ju större utsträckning blodprovet kommer i beröring med främmande kropp som glaskärlets yta etc. och ju ojämnare denna är, desto fortare inträder koagulationen — samt på temperaturen, under hvilken koagulationsprocessen försiggår — ju lägre temperatur desto långsammare koagulation. Att beakta eller undvika dessa felkällor är nödvändigt vid bestämningen af blodkoagulationstiden, om man skall få pålitliga värden.

Sedan tillkommer som en ytterligare fråga, huruvida blodets koagulation in vitro ger en tillförlitlig bild af förloppet uti ett blödande sår vid blödningsens upphörande. Vid denna senare process, den naturliga blodstillningen, är det nämligen ej fråga om blott en koagulationsprocess, sålunda om fibrinbildning, utan spela härvidlag in äfven andra moment såsom agglutination af Blutplättchen och leukocyter. Det torde under sådana förhållanden ingalunda vara säkert, att event. rubbningar beträffande blodkoagulationen in vitro och beträffande den naturliga blodstillningen i sår hos en individ alltid förlöpa parallellt, ehuru väl erfarenheten lär att så ofta är fallet; och enligt min mening skjuter SCHULTZ<sup>1</sup> å sin sida långt öfver målet, när han som »eine feststehende, aber nicht genügend bekannte oder wenigstens häufig nicht genügend berücksichtigte Tatsache» framhåller, »dass Blutung und Blutgerinnung in ihrer praktischen Beziehung nur in sehr lockeren Zusammenhange stehen». I hvarje fall äro vi icke berättigade att af blodkoagulationsbestämningar och deras resultat utan vidare draga allt för positiva eller vidtgående slutsatser angående den naturliga eller med konst åstadkomna blodstillningen i sår hos vederbörande individ.

För bestämning af blodets koagulationstid finnes ett stort antal — ett 20-tal — olika metoder beskrifna och i bruk, och alltjämt meddelas nya sådana och nya modifikationer af de äldre, ett vittnesbörd därom, att ingen af de hittills föreslagna och använda är i allo tillfredsställande. I största korthet må här beskrifvas de viktigaste och de å klinikerna mest använda af dessa efter olika principer utar-

<sup>1</sup> SCHULTZ: Methodik und klinische Bedeutung der Blutgerinnungsuntersuchungen. Med. Klinik; 1914; s. 1767.

betade metoder<sup>1</sup>. Och i samband härmed har det synts mig lämpligt att äfven anföra ett rätt stort antal ur litteraturen sammanställda uppgifter om undersökningsresultaten å friska med de olika metoderna, då just resultaten gifva en god ledning för bedömandet af ifrågavarande metods praktiska värde och användbarhet åtminstone i vederbörande undersökares hand.

**VIERORDTS metod**<sup>2</sup>, den första brukbara metoden från slutet af 1870-talet: en blod-droppe uppsuges i ett 5 cm. långt glaskapillarrör af 1 mm:s diameter till  $\frac{1}{2}$  cm:s höjd; genom röret införes ett långt noggrannt rengjort och urkockt hästsvanshår; håret skjutes fram genom blodpelaren ur röret  $\frac{1}{2}$  cm. hvar minut; i början vidhäftar då ej blod detsamma; koagulationens inträde synes därpå, att det framskjutna stycket af håret synes rödfärgadt eller har vidhäftadt fina fibrintrådar; när koagulationen är fullständig, färgas håret ej längre eller medföljer hela blodpelaren omkring detsamma som ett kompakt koagel. — **VIERORDT** fann som medelvärde för koagulationstiden vid dagliga försök å sig själf under längre tid 9,3 min. Enligt **KOTTMANN**s och **LIDSKY**s<sup>3</sup> undersökningar börjar koagulationen vid 15<sup>o</sup> i genomsnitt efter 11 min. och är fullständig efter 14,5 min., börjar vid 20<sup>o</sup> efter 6 min. och är fullständig efter 10 min. Emellertid hafva andra undersökningar med denna metod gifvit så växlande värden som mellan 5 och 17 min., hvilket enligt **SAHLI**<sup>4</sup> beror på växlande temperatur, växlande vidd å de använda rören och det växlande sätt, på hvilket blodprovet tagits.

**WRIGHTS metod**<sup>5</sup>, först meddelad år 1893, senare på olika sätt modifierad och förbättrad af **WRIGHT** själf, af **Mc GOWANS**<sup>6</sup>, af **ADDIS**<sup>7</sup>, af **DENK** och **HELLMANN**<sup>8</sup>, af **NEU** och **KREIS**<sup>9</sup> m. fl., mycket använd särskildt i England och Amerika: uti ett större antal likartade glaskapillarrör uppsuges blod; med bestämda tidsintervall utblåses blodet ur de olika rören på filtrerpapper, då begynnande fibrinbildning med lätthet låter sig iakttagas: när koagulationen är färdig, låter blodprovet sig ej längre utblåsas ur röret. — **WRIGHT** fann koagulationstiden hos olika individer växla mellan 2 och 4 min. **DENK** och **HELLMANN**<sup>8</sup> funno vid undersökning af 40 friska individer för den första fibrinbildningen vid 37<sup>o</sup> åtgå en tid af 2,15 min. till 2,50 min., i genomsnitt 2  $\frac{1}{2}$

<sup>1</sup> Mera ingående och fullständiga beskrifningar af de olika metoderna finnas af **MORAWITZ** uti *Abderhaldens Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden*, bd 5, s. 235—253; 1911; af **COHEN**: *The Coagulation-time of the blood as affected by various conditions*, uti *Archives of Internal Medicine*; bd 8, s. 684—708; 1911; samt af **KEILER**: *Blutgerinnung und Ovarialfunktion* uti *Archiv f. Gynäkologie*; bd 97, s. 541—562; 1912.

<sup>2</sup> **VIERORDT**: *Blutgerinnung bei Gesunden und Kranken*. *Archiv f. Heilkunde*; bd 19; 1878.

<sup>3</sup> **KOTTMANN** och **LIDSKY**: *Ueber die Beeinflussung der Blutgerinnung durch die Schilddrüse*. *Zeitschr. f. klin. Med.*; bd 71; 1910.

<sup>4</sup> **SAHLI**: *Ueber das Wesen der Hämophilie*. *Zeitschr. f. klin. Med.*; bd 56; 1905.

<sup>5</sup> **WRIGHT**: *On a method of determining the condition of blood coagulability for clinical and experimental purposes*. *Britt. Med. Journ.*; 1893 II.

— *A note on certain improvements in the method etc.* *Ibd.* 1894 I.

— *On some new procedures for the examination of the blood*. *Lancet*, 1902, II.

<sup>6</sup> **Mc GOWANS**: *A clinical method for estimating the coagulation time of the blood*. *Britt. Med. Journ.*; 1907 II.

<sup>7</sup> **ADDIS**: *The ineffectiveness of calcium salts and af citric acid as used to modify the coagulation time of the blood*. *Britt. Med. Journ.* 1909, II.

<sup>8</sup> **DENK** och **HELLMANN**: *Die Verwertung der Koagulationsbestimmung des Blutes in der Chirurgie*. *Mitteil. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir.*; bd 20; 1909.

<sup>9</sup> **NEU** och **KREIS**: *Beitrag zur Methodik der Bestimmung der Blutgerinnungsfähigkeit*. *Münch. med. Wochenschr.*; 1911.

min. WEISS<sup>1</sup> fann å 54 friska personer koagulationstiden växla mellan 2,15 och 2,40 min. och som genomsnittstid likaledes 2 1/2 min. Enligt NEU och KREIS<sup>2</sup> undersökningar är den normala koagulationstiden 2 min. Mc GOWAN<sup>2</sup> fann med sin metod genomsnittskoagulationstiden 7 å 8 min. och ADDIS<sup>2</sup> fick som medelvärde af 50 försök å sig själf 9,50 min. och fann den normala koagulationstiden växla mellan 9 och 11 min. Med Gowan-Addis metod fann v. LIER<sup>3</sup> vid undersökning af 40 hämatologiskt friska individer koagulationstiden vid 25° växla mellan 2,40 min. och ända till 10 min. (för 31 af fallen mellan 4 och 7 min.). FINGERHUT och WINTZ<sup>4</sup> funno med samma metod den normala koagulationstiden å friska kvinnor vid 37° vara ung. 4 min.

BRODIE och RUSSELS metod<sup>5</sup> från slutet af 1890-talet: en hängande bloddroppe, som iakttages direkt under mikroskopet, utsättes med bestämda tidsintervall för en svag luftström; när de här af åstadkomna rörelserna af de röda blodkropparna upphöra, har koagulation inträdd. — BRODIE och RUSSEL funno den genomsnittliga koagulationstiden vid 20° vara 7,5 å 8 min., vid 30° 3 å 4 min. PRATT<sup>6</sup> fick som genomsnittsvärde å friska individer 4 å 5 min. men emellanåt utan påvisbar grund så växlande värden som mellan 2 och 9 1/2 min. BOGGS<sup>7</sup> uppgifver däremot att man med metoden kan erhålla likformiga och pålitliga värden med ej större fel än på 1/2 å 3/4 min. MURPHY och GOULD<sup>8</sup> funno som medelvärde för 300 bestämningar koagulationstiden 3,12 min.

BÜRKERS metod<sup>9</sup>, meddelad år 1904 och sedan dess mycket använd å kliniker: på ett urslipadt glas, som uti en särskild apparat med ett litet vattenbad hålles vid konstant temperatur (25°), blandas en bloddroppe med en droppe destilleradt vatten; hvar 30:de sekund för man en till fin trådform utdragen glasstaf genom provvet och iakttagar, när å densamma först fastnar fibrin. BÜRKER fann vid 17—20° koagulationstiden oftast vara 7 å 10 min. och vid 25° 6 å 7 min.; och BODE<sup>10</sup> fann den vid 17 å 21° växla mellan 7 1/2 och 14 1/2 min., i genomsnitt 10 min. HARTMANN<sup>11</sup> undersökningar på vuxna kvinnor gaf en mellan 4 och 5 min. växlande koagulationstid, i genomsnitt 4 1/2—4 3/4 min. Och SCHLOESSMANN<sup>12</sup> fann vid undersökning af 50 friska individer som medelvärde ung. 5 min. med växlingar i koagulationstiden på 1/2 minut

<sup>1</sup> WEISS: Die Blutgerinnung in ihrer biochemischen und klinischen Beziehungen. Wien. klin. Wochenschr.; 1910.

<sup>2</sup> l. c.

<sup>3</sup> VAN LIER: Ueber den Einfluss von milchsaurem Calcium auf Blutungen. Bruns Beiträge z. klin. Chir.; bd 79; 1912.

<sup>4</sup> FINGERHUT och WINTZ: Zur Methodik der Blutgerinnungsbestimmung. Münch. med. Wochenschr.; 1914.

<sup>5</sup> BRODIE och RUSSEL: The determination of the coagulationtime of blood. The Journal of Physiology; bd 21; 1897.

<sup>6</sup> PRATT: Beobachtungen über die Gerinnungszeit des Blutes. Archiv f. experim. Pathol. und Pharmak.; bd 49; 1903.

<sup>7</sup> BOGGS: Ueber Beeinflussung der Gerinnungszeit des Blutes in lebenden Organismus. D. Archiv f. klin. Med.; bd 79; 1904.

<sup>8</sup> MURPHY och GOULD: Coagulation-time of the blood. Boston med. and. surg. Journ. bd 15; 1904.

<sup>9</sup> BÜRKER: Blutplättchen und Blutgerinnung. Archiv f. d. ges. Physiologie; bd. 102; 1904 —: Ein Apparat zur Ermittlung der Blutgerinnungszeit. Ibid. bd 118; 1907.

<sup>10</sup> BODE: Die Gerinnungszeit des Blutes beim Menschen. Dissert.; Göttingen; 1905.

<sup>11</sup> HARTMANN: Zur Frage der Blutgerinnungszeit. Münch. med. Wochenschr. 1909.

<sup>12</sup> SCHLOESSMANN: Studien zum Wesen und zur Behandlung der Hämophilie. Bruns Beitr. z. klin. Chir.; bd 79; 1912.



uppåt eller nedåt, beroende på oundvikliga felkällor. KELLER<sup>1</sup> undersökte 250 gynekologiska patienter och fann i flertalet fall koagulationstiden mellan 4  $\frac{1}{4}$  och 5 min., som medeltal 4,65 min. (»Die Blutgerinnungszeit bei der Frau ist eine fast konstante Grösse».) SANDELIN<sup>2</sup> fann för koagulationens början vid 25<sup>o</sup> åtgå mellan 5 och 6  $\frac{1}{2}$  min. med medeltalet 5  $\frac{1}{2}$  min. och tiden för den fullständiga koagulationen växla mellan 8 och 10 min. med medelvärdet 9 min. (vid 50 dubbelbestämningar visade 85 % af försöken bristande öfverensstämmelse på högst  $\frac{1}{2}$  min.).

SCHULTZ<sup>3</sup> metod, meddelad år 1910 och äfvenledes mycket använd sedan dess: blodet uppsuges uti en »Hohlperlenkapillar», ett litet glaströr med en rad små likstora runda utvidgningar; på bestämda tidsintervall afbrytes en »Hohlperle» efter en annan och utskakas uti 1 kbcm. koksaltlösning; af vätskans färgning, förekomsten af fibrintrådar eller små koagler kan man bestämma koagulationens början och grad; vid fullständig koagulation låter det koagulerade blodprovet sig ej längre utskakas. — Som normalt看 för venblod med denna metod anger SCHULTZ 9—11 min. för begynnande koagulation och 13 à 17 för fullständig koagulation; blod ur hudstick koagulerar enligt S. på 4 à 5 min. NEL<sup>4</sup> fann å friska individer vid 20—22<sup>o</sup> ung. 9 min. åtgå för begynnande och 12 à 13 min. för fullständig koagulation. SCHÜTZ<sup>5</sup> undersökte 27 hämatologiskt friska kvinnor vid 20<sup>o</sup> och fann för de olika individerna betydligt växlande koagulationstider, för flertalet mellan 7 och 12 min. med medelvärdet 10,3 min.

KOTTMANS koaguloviskosimeter<sup>6</sup>, ett rätt kompliceradt instrument, konstrueradt efter en ny princip och beskrifvet år 1910. Om en med blod fylld cylinder roterar kring sin vertikalaxel, sättas de närmast cylinderväggen belägna vätskelagren i en medrotation, som fortplantar sig mot cylinderns mittdel med en styrka, som bland annat är beroende af och ökas med blodprovets viskositetsgrad, hvilken tilltager med blodets koagulation. Instrumentet består af en liten nickelcylinder med 1 cm:s diameter — för blodet — som kan vattentätt tillslutas af en metallhylsa i förbindelse med en vertikal axel, så att cylindern under undersökningen kan nedsättas uti ett vattenbad med konstant temperatur och af en särskild motor sättas i en rotationsrörelse om sin längdaxel med konstant hastighet. I blodprovets midt är nedsänkt ett rörligt, om en vertikalaxel vridbart litet silfverblad, hvars utslag under cylinderns rotation med tillhjälp af en visare kunna afläsas på en skala; visarens utslag stå i en viss proportion till blodets koagulationsgrad. Apparaten, som enligt uppgift af konstruktören m. fl. gifver pålitliga värden, torde åtminstone hittills ej hafva i någon större utsträckning kommit till användning å klinikerna. — Med denna sin metod har KOTTMANN funnit som normalvärdet för fullständig koagulation vid 20<sup>o</sup> ung. 20 min., vid 40<sup>o</sup> ung. 6 min.

Slutligen må de mera enkla af åtskilliga forskare använda *förfaringssätt att bestämma blodkoagulationstiden* anföras, för hvilka ej krävas några särskilda apparater eller något särskildt instrumentarium. BRAT<sup>7</sup> öfvergick efter att först hafva pröfvat och begagnat både Vierordts och Wrights metoder vid sina koagulationsundersökningar å kanin och hund till att helt enkelt uppfånga blod i lika vida reagensrör till samma höjd och så iakttaga, när blodet vid långsam omstjälpning af rören ej längre är flytande. Af denna

<sup>1</sup> l. c.

<sup>2</sup> SANDELIN: Blodundersökningar vid Morbus Basedowii, thyreotoxikos och struma. Akad. afh.; Hålsingfors; 1916.

<sup>3</sup> SCHULTZ: Eine neue Methode zur Bestimmung d. Gerinnbarkeit des Blutes. Berlin. klin. Wochenschr.; 1910.

<sup>4</sup> NEL: Über die Blutgerinnung bei Gesunden und Kranken. Dissert.; Berlin 1912.

<sup>5</sup> SCHÜTZ: Klinische Beiträge zur Frage der Blutgerinnung. Dissert.; Berlin 1913.

<sup>6</sup> KOTTMANN: Der Koaguloviskosimeter mit spezieller Berücksichtigung seiner klinischen Verwendbarkeit; Zeitschr. f. klin. Med.; bd 69; 1910.

<sup>7</sup> BRAT: Über die Einwirkung von Eiweisskörpern auf die Blutgerinnung. Berl. klin. Wochenschr.; 1902.



metod begagnade sig också LEE och WHITE<sup>1</sup> vid sina kliniska undersökningar (blodprofven togos intravenöst genom venpunktion och små glaströr af 8 mm:s diameter användes), och funno de med denna metod koagulationstiden för 24 friska individer växla mellan 5 och 8 min. med medelvärdet 6  $\frac{1}{2}$  min. MILIAN<sup>2</sup> låter bloddroppar falla på väl rengjorda objektglas och bestämmer tiden, när dropparna vid vertikalställning af glaset ej längre ändra form, droppen ej längre »prend la forme d'une larme» utan bibehåller sin konvexa ytlinje. MILIAN fann vid undersökningar med sin metod, att efter ett vanligt hudstick de första och sista dropparna koagulera vida fortare än hela raden droppar dessemellan (exempelvis: droppe 1 på 27 min., droppe 5 på 34 min., droppe 21 (den siste) på 21 min.), och att den eller de droppar, som frampressas genom tryck, sedan blödningsen spontant upphört, koagulera ännu fortare (vid samma försök på 6 min.). Koagulationstiden är sålunda vid blodprofs tagande genom hudstick i hög grad beroende af, hvilken eller hvilka droppar i droppföljden, som blifva använda. GUIART och GRIMBERT<sup>3</sup> placera objektglaset uti en på insidan fuktig glasklocka för att under försöken hindra uttorkning af blodprofven. MORAWITZ och BIERICH<sup>4</sup> uppfånga intravenöst taget blod, genom punktion af en armven, å noggrant rengjorda urglas, 5 kbm. på hvarje glas, hvilka så placeras uti en fuktig kammare vid 20°. Genom lutning å glaset minut efter minut iakttages, när blodprovets yta är stelnad, så att den ej rör sig vid eller följer glasets lutning. För koagulationen åtgår med denna metod i allmänhet 15 å 20 min.; en tidsdifferens på 20 % får enligt förff. anses kunna bero på felkällor eller på individuella växlingar inom det normalas gränser. Likartade förfaringssätt: med bestämning af blodkoagulationstiden för intravenöst tagna blodprof å urglas äro under senare åren använda af äfven flera andra forskare som af SAHLI<sup>5</sup>, FONIO<sup>6</sup> m. fl.

Med dessa nu anförda olika metoder, och särskildt med WRIGHTS i dess olika modifikationer, BÜRKERS och de direkta profrörs- eller urglasmetoderna, äro under de sista 10—15 åren utförda ett mycket stort antal undersökningar öfver koagulationstiden å både friska och sjuka individer.

Beträffande då först blodkoagulationen hos friska individer, så hafva olika undersökare, som tydligen framgår af de ofvan anförda undersökningarna, kommit till ganska växlande resultat i så måtto, att somliga med den af dem använda metodiken fått mycket växlande värden på koagulationstiden för olika individer, medan andra däremot funnit en tämligen konstant blodkoagulationstid för alla eller det stora flertalet undersökta friska individer. Tvifvelsutän boro de förras variabla resultat väsentligen på antingen olämplig metodik eller bristfälligt handhafvande af den använda metoden, alltså på metodologiska felkällor, och endast till ringa del på verkligt förefintligen individuella olikheter i blodets koagulationsförmåga. Och

<sup>1</sup> LEE och WHITE: A clinical study of the coagulation time of blood. Am. Journ. of the med. sciences; bd 145; 1913.

<sup>2</sup> MILIAN: Contribution à l'étude de la coagulation du sang. Comt. rend. de la soc. de biologie; 1901.

<sup>3</sup> Cit. efter SAHLI: Lehrbuch d. klinischen Untersuchungsmethoden; s. 838; 1909.

<sup>4</sup> MORAWITZ och BIERICH: Über die Pathogenese der cholemischen Blutungen. Archiv f. exp. Pathol. u. Pharmak.; bd 56; 1907.

<sup>5</sup> SAHLI: Weitere Beiträge zur Lehre von der Hämophilie. Deutsch. Archiv f. klin. Med.; bd 99, s. 530; 1910.

<sup>6</sup> FONIO: Über die Wirkung der intravenösen und der subkutanen Injektion von Koagulen etc. Mitteil. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir.; bd 27; s. 644; 1914.

enligt min mening och äfven enligt min på egna (senare anförda) undersökningar grundade erfarenhet kan man anse det ådagalagdt, ehuru meningarna härom äro mycket delade bland hithörande författare, att, om blodprofven tagas på alldeles samma sätt och koagulationsbestämningarna utföras med samma metodik under alldeles lika yttre betingelser, koagulationstiden är både för en och samma individ vid olika undersökningstillfällen och för åtminstone det stora flertalet friska individer en tämligen konstant storhet med endast relativt små individuella växlingar. Lefnadsålder och kön inverka ej på blodets koagulationstid; sålunda får man ungefär samma värden för barn, medelålders och äldre individer, för män och kvinnor. Huruvida koagulationstiden visar några fysiologiska växlingar med dygnstiden, är däremot ej helt klart. BÜRKER<sup>1</sup>, HINMAN och SLADEN<sup>2</sup>, SCHÜTZ<sup>3</sup> m. fl. anse sig hafva funnit sådana med kortast koagulationstid på e. m., medan flertalet undersökare ej kunnat påvisa någon dylik regelbunden växling med dygnets timmar. I hvarje fall torde dessa event. normala dygnsvariationer, om de öfverhufvud förekomma, vara så obetydliga, att de falla inom gränserna för andra felkällor och äro utan praktisk betydelse för vanliga blodkoagulationsbestämningar.

Målet för blodkoagulationsundersökningarna å sjuka individer har framför allt varit att få utredt och fastställt, vid hvilka sjukdomar och sjukdomstillstånd koagulationen visar afvikelser från det normala, sålunda förkortad eller förlängd koagulationstid, och af hvilken diagnostisk och prognostisk betydelse dessa eventuella koagulationsrubbingar äro. Innan jag ingår på den frågan, hur blodets koagulation förhåller sig vid ikteriska tillstånd, som närmast är af intresse för ifrågasättande arbete och som varit föremål för mina egna undersökningar, torde en kort öfversikt öfver de väsentliga resultaten af de undersökningar, som utförts öfver blodkoagulationen vid andra sjukdomar, vara på sin plats. Och härvidlag må först den sjukdom afhandlas, i hvilken bestämningarna af blodets koagulationstid gifvit resultat, som blifvit grundläggande för den nutida uppfattningen om själfva sjukdomens väsen, nämligen hämofilin.

*Hämofili.* För mer än 10 år sedan påvisade SAHLI uti flera fall af typisk hereditär hämofili, att blodets koagulationstid var åtminstone under de blödningsfria perioderna betydligt längre än normalt (hos en af sina hämofili patienter fann han under tiden för envisa blödningar däremot t. o. m. förkortad koagulationstid). Denna nedsatta koagulationsförmåga af blodet hos blödare har sedermera bekräftats af en hel rad olika forskare, som varit i tillfälle att undersöka blodkoagulationen hos hämofili patienter såsom: WRIGHT<sup>4</sup> (redan före SAHLI), WEIL<sup>5</sup>, HINMAN och SLADEN<sup>3</sup>,

<sup>1</sup> BÜRKER: l. c. Archiv f. d. ges. Physiologie; bd 102; 1904.

<sup>2</sup> HINMAN och SLADEN: Measurement of the Coagulation time of the blood. Bulletin of the Johns Hopkins Hospital; bd 18; 1907.

<sup>3</sup> l. c.

<sup>4</sup> WRIGHT: l. c. Brit. med. Journ. 1893.

—: On the treatment of the haemorrhages and urticarias which are associated with deficient blood coagulability; Lancet; 1896, I.

<sup>5</sup> WEIL: De Phémophilie au point de vue clinique et hématologique. Sem. medic.; 1906, nr 45.

MORAWITZ och LOSSEN<sup>1</sup> (1 fall med koagulationstiden 6 ggr längre än normalt), TREMBUR<sup>2</sup>, DENK och HELLMAN<sup>3</sup>, ADDIS<sup>3</sup> (1 fall med blott obetydligt förlängsammanad koagulation: 13 à 14 min. mot 10 min. normalt), WEISS<sup>3</sup> (likaledes fall med blott obetydligt nedsatt koagulationsförmåga), KOTTMANN<sup>3</sup> (1 fall med högst betydligt förlängd koagulationstid, 12 ggr längre än normalt) SCHLOESSMANN<sup>3</sup> (undersökt 7 fall, af dem somliga med betydlig, andra med lindrig koagulationsförlängsammaning, fann förlängd koagulationstid äfven under blödningsarna), LEE och WHITE<sup>3</sup> (fall med 6 à 8 gånger förlängd koagulationstid) BAUER och BAUER-JOKL<sup>4</sup> (1 fall med blodprovet okoaguleradt ännu efter 14 tim.), SCHULTZ<sup>3</sup> m. fl. WEIL<sup>3</sup> och SCHLOESSMANN<sup>3</sup> hafva vidare ansett sig kunna konstatera ett påtagligt samband mellan koagulationsrubningen och sjukdomens kliniska bild i så måtto, att ju lågsammare hämofilpatientens blod koagulerar, desto svårare te sig i allmänhet också hans kliniska symtom.

På grund af alla dessa undersökningar med öfverensstämmande resultat får det numera anses vara oomtvistligt ådagalagdt, att blodets koagulationsförmåga vid typisk hereditär hämofili i regel är nedsatt och koagulationstiden förlängd, i somliga fall endast obetydligt eller måttligt, i andra fall högst betydligt, så att den kan vara ända till 10 à 12 gånger längre än normalt. Hvad så orsaken till denna blodets nedsatta koagulationsförmåga angår, är det genom SAHLI<sup>5</sup> undersökningar påvisadt, att den i första hand beror på brist på trombokinas och enligt FONIO<sup>3</sup> skulle denna trombokinasbrist väsentligen vara betingad af »Insuffizienz der Blutplättchen».

*Purpura simplex och haemorrhagica.* De undersökningar öfver blodkoagulationen vid purpura simplex och haemorrhagica och andra sjukdomar med hämorrhagisk diates — här fränsedt ikterus — som finnas meddelade i litteraturen, hafva gifvit ganska växlande resultat. Så hafva WEISS<sup>3</sup>, KOTTMANN<sup>3</sup>, LEE och WHITE<sup>3</sup> funnit blodkoagulationstiden förlängd — intill det dubbla — uti fall med peliosis rheumatica, purpura simplex, purpura haemorrhagica, scorbut, och WEIL<sup>6</sup> uppgifver, att koagulationen är förlängsammanad uti fall af allehanda art med hämorrhagisk diates, medan SCHULTZ<sup>3</sup> däremot fann normala värden för koagulationstiden uti fall med symtom af hämorrhagisk diates beroende på purpura, leukaemi eller sepsis, och likaså DUKE<sup>7</sup> i åtskilliga purpura haemorrhagica-fall med både spontana hud-

<sup>1</sup> MORAWITZ och LOSSEN: Über Hämophilie. Deutsch. Archiv f. klin. Med.; bd 94; 1908.

<sup>2</sup> TREMBUR: Serumbehandlung bei Hämophilie. Mitteil. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir.; bd 20; 1909.

<sup>3</sup> l. c.

<sup>4</sup> BAUER och BAUER-JOKL: Untersuchungen über Blutgerinnung mit besonderer Berücksichtigung des endemischen Kropfes. Zeitschr. f. klin. Med.; bd. 79; 1914.

<sup>5</sup> SAHLI: l. c. Zeitschr. f. klin. Med.; bd 56, 1905 och Deutsch. Archiv f. klin. Med.; bd 99; 1910.

<sup>6</sup> Cit. efter SAHLI, l. c.; Deutsch. Archiv f. klin. Med.; bd 99; s. 519.

<sup>7</sup> DUKE: Pathogenesis of Purpura haemorrhagica. Journ. of the am. med. ass.; bd 59; s. 2284; 1912.



och slemhinneblödningsar och långvariga blödningsar vid sårskador. SAHLI<sup>1</sup> bestrider WEILS nyssanfödda uppgift och anser abnormt lång blodkoagulationstid t. o. m. såsom ett för verklig hämofili patognomoniskt symptom, som rent af kan i tvifvelaktiga fall vara af differentialdiagnostiskt värde. Frågan om blodkoagulationstiden vid purpura etc. torde sålunda tills vidare få anses vara en öppen fråga, som kräver fortsatta undersökningar.

*Anämier.* Efter allas erfarenhet blir blodkoagulationen påskyndad vid plötsliga större blodförluster, sålunda vid afsevärd eller höggradig akut anämi af den ena eller andra orsaken. Så medför t. ex. en större operation med mera ymnig blodförlust ofta en påtaglig förkortning af koagulationstiden, enligt HARTMAN<sup>2</sup> t. ex. från 4  $\frac{1}{2}$  à 4  $\frac{3}{4}$  min. till 3 à 3  $\frac{1}{2}$  min. under 1 dygns tid; och på utblödda patienter hafva NEL<sup>2</sup>, SCHLOESSMANN<sup>2</sup> m. fl. funnit en starkt förkortad koagulationstid. Som sannolik förklaring till denna blodets stegrade koagulationsförmåga efter större blodförluster har VAN DER VELDEN<sup>3</sup> framhållit, att vid ymnig blödnings väfnadssaft upptages i riklig mängd i cirkulationen, hvarigenom blodet blifver rikare på trombokinas. Vid kroniskt anämiska tillstånd uppkomma genom långvariga blödningsar som å myompatienter företer blodkoagulationen däremot enligt HARTMAN<sup>2</sup>, SCHÜTZ<sup>2</sup> m. fl. i allmänhet ej någon afvikelse från det normala. Och vid de vanliga blodsjukdomarna förhåller sig koagulationstiden enligt flera undersökningar rätt variabelt: har sålunda vid kloros ibland visat sig vara normal ibland förlängd, vid leukaemi ibland normal ibland förkortad och vid pernicios anämi ibland normal ibland kortare ibland längre än normalt. Det kan f. ö. här förtjäna framhållas som något egendomligt, hur stora morfologiska eller kemiska förändringar en individs blod kan förete utan samtidig rubbning i koagulationen; så finnas fall beskrifna, där pat. haft blot 10 % hämoglobin eller höggradig diabeteslipaemi och blodet dock visat normal koagulationstid.

*Trombos.* Frågan om sambandet mellan den autochtona trombbildningen och blodkoagulationen har under de senare åren varit rätt mycket under diskussion och är fortfarande en öppen fråga, om hvilken meningarna alltjämt äro delade, och undersökningarna öfver koagulationstiden vid trombos, som meddelats från flera håll, hafva ej gifvit öfverensstämmande resultat. Flera forskare hafva nämligen funnit förkortad koagulationstid: så DENK och HELLMAN<sup>2</sup> uti 1 trombos- och 2 lungembolifall, WRIGHT och KNAPP<sup>4</sup> betydligt förkortad koagulationstid uti 4 tyfoidfall med trombos, äfven LEE och WHITE<sup>2</sup> uti likaledes 4 trombosfall af samma slag samt COHEN<sup>2</sup> uti 1 fall. Och FOX<sup>5</sup> anser sig hafva funnit, att en förkortad koagulationstid i puerperiet angifver risk för trombos och emboli. Å andra sidan har koagulationstiden

<sup>1</sup> SAHLI l. c. Deutsch. Archiv f. klin. Med.; bd 99; s. 519.

<sup>2</sup> l. c.

<sup>3</sup> VAN DER VELDEN: Klinisch experimentelle Untersuchungen über die Abbindung der Glieder. Münch. med. Wochenschr.; 1910.

<sup>4</sup> WRIGHT och KNAPP: A note on the causation and treatment of thrombosis etc. Lancet; 1902, II.

<sup>5</sup> FOX: On blood coagulability in the puerperal state. Lancet; 1908, I.



befunnits vara normal af SCHWAB<sup>1</sup> uti 2 trombosfall, af ADDIS<sup>2</sup> uti 6 fall och af SCHLOESSMANN<sup>3</sup> i likaledes 6 delvis svåra fall med dubbelsidig trombos. Och DOUGLAS<sup>4</sup>, som funnit normala värden för koagulationstiden uti eklampsifall, framhåller, att de vid svår eklampsi vanliga tromberna ej, som förmodats, kunna uppkomma på grund af ökad koagulabilitet hos blodet. Af de föreliggande undersökningarna får man sålunda, så vidt jag kan finna, anse det konstateradt, att koagulationstiden ibland vid trombos verkligen är förkortad, men torde det å andra sidan vara lika säkert, att det ibland och förmodligen än oftare förekommer, att trombospatienterna hafva normal koagulationstid. Och häröfver bör man enligt min mening ej känna sig öfverraskad, om man betänker, att fibrinbildningen, koagulationen är en process af sekundär betydelse vid trombbildningen uti strömmande blod. »Primär hat die erste Anlage eines weissen Thrombus nicht mit Gerinnung zu tun» (ZURHELLE<sup>5</sup>), och enligt min tro är det för uppkomsten af de sedvanliga postoperativa och puerperala tromberna ej af någon afgörande betydelse och kanske ej ens af större betydelse, om blodet koagulerar på kortare tid än normalt eller ej.

*Hypertyreosis* och *hypotyreosis*. KOTTMANN och LIDSKY<sup>6</sup> ansågo sig för några år sedan hafva kunnat konstatera, att blodkoagulationen vid hypertyreosis i regel är förlängsamad — så uti 29 af de af dem undersökta 37 Basedow-fallen —, vid hypofunktion af thyreoidea däremot påskyndad — så uti 7 af de af dem undersökta 8 fallen med cachexia strumipriva. Efter dessa undersökningar har man på sina håll ansett bestämning af blodets koagulationstid som en synnerligen viktig undersökningsmetod för bedömandet af thyreoideakörtelns funktionella tillstånd och man möter i hithörande litteratur sådana uttalanden som: »Die Blutgerinnung ist wohl das feinste Reagenz bei Schilddrüsenerkrankung». Af senare utförda undersökningar hafva emellertid endast somliga bekräftat KOTTMANNs resultat, andra gjort det blott delvis eller alls icke. Så funno v. SAHLIS och VOGEL<sup>7</sup> uti 4 myxödemfall förkortad koagulationstid och uti flera Basedowfall obetydligt eller mer högradigt förlängd koagulationstid. Likaledes fann v. HABERER<sup>8</sup> uti 6 af 8 fall med utpräglade eller misstänkta Basedowsymtom koagulationen förlängsamad, hos 2 normal

<sup>1</sup> SCHWAB: Venenthrombose und Gerinnbarkeit des Blutes. Münch. med. Wochenschr.; 1906.

<sup>2</sup> ADDIS: The coagulation time of the blood in disease. Edinb. med. Journ.; bd 5; 1910.

<sup>3</sup> l. c.

<sup>4</sup> DOUGLAS: The coagulation time of the blood in pregnant and puerperal women suffering from albuminuria and eclampsia. Brit. med. Journ.; 1904; I.

<sup>5</sup> ZURHELLE: Experimentelle Untersuchungen über die Beziehungen der Infektion und der Fibringerinnung zum Thrombenbildung im strömenden Blut. Zieglers Beitr. z. pathol. Anat.; bd 47; s. 568; 1910.

<sup>6</sup> KOTTMANN och LIDSKY: Über die Beeinflussung der Blutgerinnung durch die Schilddrüse. Zeitschr. f. klin. Med.; bd 71; 1910.

<sup>7</sup> v. SAHLIS och VOGEL: Die Beziehungen der Jodbehandlung zum lymphoiden Gewebe und zur Blutlymphocytose bei einigen Fällen von Basedow etc. Mitteil. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir.; bd 27; 1914.

<sup>8</sup> v. HABERER: Thymusreduktion und ihre Erfolge. Mitteil. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir.; bd 27; 1914.

och uti de af SANDELIN<sup>1</sup> undersökta 20 Basedowfallen hade 14 förlängsamnad, 5 normal och 1 påskyndad koagulation. SCHLOESSMANN<sup>1</sup> fann uti svåra Basedowfall en omiskännulig men obetydlig koagulationsförlängsamning, däremot i lindrigare fall eller oklara fall af thyreotoxikos värden på koagulationstiden, som föllo inom det normalas gränser. Till liknande resultat kom SCHULTZ<sup>1</sup>; han fann vid Basedow ibland en obetydligt förlängsamnad koagulationstid, ibland normal. Äfven BAUER och BAUER-JOKL<sup>1</sup> funno uti 4 af 7 fall med thyreotoxikos utprägladt förlängsamnad koagulationstid; men vidare funno de i en bestämd motsats till KOTTMANN mer eller mindre utpräglad koagulationsförlängsamning uti äfven 8 fall med hypothyreosis, särskildt högggradig uti 2 kretinismfall. Slutligen har ADDIS<sup>1</sup> funnit normal koagulationstid uti både Basedow- och myxödemfall och likaså NEL<sup>1</sup> samt ROBERTSON, ILLMAN och DUNCAN<sup>2</sup>.

Uti »vanliga» strumafall har blodkoagulationstiden af flere undersökare (v. SAHLIS och VOGEL<sup>1</sup>, SANDELIN<sup>1</sup> m. fl.) befunnits i regel vara normal; endast efter BAUER och BAUER-JOKL<sup>1</sup> undersökningar skulle koagulationen uti det stora flertalet strumafall vara mer eller mindre förlängsamnad.

Resultaten af de undersökningar, som utförts öfver blodkoagulationen å patienter med rubbningar i thyreoideafunktionen, äro som sålunda synes rätt växlande. Och knappast torde bestämningen af blodets koagulationstid vid dessa sjukdomstillstånd vara af den betydelse, som man på sina håll förmenat. Så mycket torde dock få anses vara konstateradt och säkert, som att koagulationstiden uti en stor del af Basedowfallen är obetydligt eller mer afsevärdt förlängsamnad, om också ej så mycket, att det är af någon praktisk betydelse från hämostas-synpunkt.

*Cancer och cancer-kakexi.* Å cancerpatienterna uppgifva sig flera undersökare i allmänhet hafva funnit normal koagulationstid; dock skall enligt WEISS<sup>1</sup> och enligt DENKS och HELLMANNS<sup>1</sup> undersökningar koagulationen ofta vara påskyndad hos cancerpatienten, sedan han kommit öfver uti kakektiskt eller marantiskt tillstånd.

*Nefrit.* Åtskilliga forskare hafva meddelat uppgifter om undersökningar af koagulationstiden å patienter med nefrit. WEISS<sup>1</sup> fann koagulationen förlängsamnad vid akut nefrit och urämi, under det att de af honom undersökta fallen med »okomplicerad» kronisk nefrit visade normal koagulationstid. Äfven BACHRACH och TITTINGER<sup>3</sup> funno förlängsamnad koagulation å patienter med njurinsufficiens och en förlängsamning, som gick parallellt med blodets fryspunktsdepression. BAUER och BAUER-JOKL<sup>1</sup> funno i 8 fall med kronisk nefrit af olika slag en nedsatt koagulationsförmåga hos blodet. Mera växlande resultat fingo ADDIS, af hvars 5 nefritfall somliga visade förkortad, andra förlängd koagulationstid (1 uraemifall betydligt förlängd) samt LEE och WHITE<sup>1</sup>, hvilka funno normal eller förlängd tid. Af

<sup>1</sup> l. c.

<sup>2</sup> ROBERTSON, ILLMAN och DUNCAN: Coagulation of the blood. Journ. of the amer. med. ass.; bd 50; 1908.

<sup>3</sup> BACHRACH och TITTINGER: Blutgerinnungszeit und Nierenfunktion. Wien klin. Wochenschr.; 1910.

de nu anförda undersökningarna tyckes det vara otvifvelaktigt, att åtminstone en del af patienterna med nefrit, särskildt af dem med akut nefrit eller uraemi, hafva blodets koagulationsförmåga nedsatt.

*Akuta infektionssjukdomar.* Enligt undersökningar af ADDIS<sup>1</sup>, NEL<sup>1</sup>, LEE och WHITE<sup>1</sup> m. fl. hafva fallen med pyogen infektion och äfven de svåra feberfallen med erysipelas, phlegmonen etc. i regel normal blodkoagulationstid. Endast vid pyaemi, då blodet håller bakterier, visar enligt ADDIS<sup>1</sup> koagulationen afvikelse från det normala i den ena eller andra riktningen beroende på infektionens art.

Annorlunda är förhållandet vid ett par af de akuta specifika infektionssjukdomarna, nämligen tyfoidfeber och pneumoni. Vid tyfoidfeber hafva flertalet undersökare funnit koagulationstiden förlängd under feberstadiet såsom VIERORDT<sup>1</sup>, WRIGHT och KNAPP<sup>1</sup>: ibland betydligt förlängd, så att de däruti se en naturlig förklaring till de ofta allvarliga tarmlödningarna vid relativt små förändringar i tyfoidtarmen, HINMAN och SLADEN<sup>1</sup>, hvilka dock funno endast obetydligt förlängda tidsvärden. Äfven ROBERTSON, ILLMAN och DUNCAN<sup>1</sup>, hvilka undersökt ej mindre än 61 tyfoidfall, funno koagulationen under feberstadiet i regel förlängsammad, i en del fall betydligt förlängsammad — däremot redan under konvalescensen åter försiggå på normal tid; och hvilket praktiskt värde dessa förff. anse blodkoagulationsbestämningen hafva vid tyfoidfeber, framgår av deras uttalande: »Frequent observations of the clotting time will enable the physician to predict accurately a hemorrhage». COHEN undersökte 12 tyfoidfall, af hvilka 1 fick tarmlödning, och fann hos denna pat. koagulationstiden vara  $\frac{1}{3}$  längre än genomsnittstiden för alla 12. Af 16 tyfoidfall, undersökta af LEE och WHITE<sup>1</sup>, hade 7 förlängd koagulationstid (2 af dem blödningar), 4 normal och 5 förkortad koagulationstid (4 af dem trombos); förff. tillägga: »In typhoid fever there seemed to be a distinct parallelism between thrombosis and hemorrhage and the coagulation time». ADDIS<sup>1</sup> slutligen har å andra sidan funnit kortare koagulationstid än normalt uti 10 tyfoidfall under det akuta stadiet.

Tidigare har det ansetts, att blodets koagulationstid vid pneumoni skulle vara förkortad. Senare undersökningar hafva emellertid visat, att så ej är förhållandet. ROBERTSON<sup>1</sup> m. fl. fann normal koagulationstid vid pneumoni, LEE och WHITE<sup>1</sup> förlängd uti 5 af 6 pneumonifall, COLEMAN likaså och DOCHEZ<sup>2</sup>, som undersökte 20 fall, fastslår, att blodets koagulationsförmåga i allmänhet är nedsatt under det akuta stadiet af lobär pneumoni (sannolikt beroende på en ökad antitrombinbildning i levern).

Om också de anförda undersökningsresultaten ej i allo visa öfverensstämmelse, torde det dock af dem framgå, att blodets koagulation under tyfoidfeberns och den lobära pneumoniens akuta stadier ofta och kanske oftast försiggår långsammare än normalt.

<sup>1</sup> l. c.

<sup>2</sup> DOCHEZ: Coagulation time of the blood in lobar pneumonia. Journ. of exper. Med.; bd 16; 1912.



*Menses, graviditet och partus.* Ett stort antal undersökningar äro utförda öfver menses', graviditetens och partus' inverkan på blodets koagulationstid hos kvinnan men hafva dessa ej gifvit i allo med hvarandra öfverensstämmande resultat. Enligt KELLERS<sup>1</sup> ingående undersökningar — i hans afhandling liksom uti KÜSTERS<sup>2</sup> öfversikt finnas alla de tidigare undersökningarna refererade — inverka hvarken menses, graviditet, normalt puerperium eller menopausens inträde vid kastration på blodets koagulationstid.

Som af denna exposé torde framgå, hafva undersökningarna, som under senare åren utförts i stor utsträckning öfver eventuella rubbningar uti blodkoagulationen vid olika sjukdomar och sjukdomstillstånd, hittills gifvit mest negativa eller osäkra omtvistliga resultat och endast uti ett fåtal sjukdomar — ikterus här alltså undantagen — har man kunnat påvisa otvifvelaktiga afvikelser från det normala med afseende på blodkoagulationstiden. Förlångsamrad blodkoagulation är med säkerhet konstaterad vid hämofili och vidare påvisad hos åtminstone en del af patienterna med hypertyreosis, med akut nefrit eller uraemi samt ofta under tyfoidfebern och den lobära pneumoniens akuta stadier; påskyndad blodkoagulation förekommer vid akut anämiska tillstånd. Hvad så orsaken till koagulationsrubbningarna vid dessa sjukdomstillstånd angår, får det anses ådagalagdt, att blodets nedsatta koagulationsförmåga vid hämofili beror på brist på trombokinas och den stegrade koagulationsförmågan vid akut anämi å andra sidan därpå, att uti blodet frigöres vid koagulationen mera trombokinas än normalt. På hvad sätt koagulationsförlångsamningen åstadkommes vid nyssnämnda infektionssjukdomar och inre sekretions- och ämnesomsättningsrubbningar, får däremot anses fortfarande vara en helt outredd fråga; möjligen är den af flera forskare framkastade hypotesen riktig, att den förlängda koagulationstiden i dessa fall skulle bero på en ökad antitrombinbildning i levern eller öfverhufvud på närvaron i blodet af någon koagulationshämmande substans, men härom äga vi tillsvidare ingen säker kunskap.

---

Jag öfvergår så till att närmare beskrifva den metodik, hvaraf jag begagnat mig vid de blodkoagulationsbestämningar, som jag utfört å ett antal patienter med ikterus och å ett stort antal kontrollpatienter. Förfaringssättet har i korthet varit följande. En subkutan armven punkteras med en sprutspets och ett par bloddroppar uppfångas direkt på hvar och ett af 3 å 4 väl rengjorda, likstora urglas; vid rumstemperatur bestämmes så tidpunkten, då man vid roterande rörelser på det vertikalt hållna urglaset ej längre kan vid genomfallande dagsljus iakttaga någon vätskeförskjutning eller vätskeströmning i det koagulerade blodprovet.

<sup>1</sup> l. c.

<sup>2</sup> KÜSTER: Die Pathologie der Blutgerinnung und ihre klinische Bedeutung. Ergebnisse d. inn. Med. u. Kinderheilk.; bd 12; s. 695—699; 1913.



Detta förfaringssätt har fördelen af stor enkelhet och kräver inga särskilda apparater eller särskildt instrumentarium, men fordrar å andra sidan, för att gifva pålitliga resultat, att man vid försöken undviker vissa felkällor och arbetar med en noggrann och väl inöfvad teknik.

Hvad då först själfva tagandet af blodprovet angår, så får man alldeles obetingadt icke nöja sig med »väfnadsblod», erhållet genom t. ex. stick i en fingertopp, som många undersökare gjort äfven under senare tid och fortfarande tyckas göra, utan måste man för en tillförlitlig koagulationsbestämning hafva venblod, erhållet genom venpunktion. »Väfnadsblod»-proffen gifva nämligen variabla och mindre tillförlitliga värden, som redan åtskilliga tidigare undersökare påvisat och framhållit. Själf har jag på ett stort antal individer gjort samtidiga koagulationsbestämningar å dels venblod dels fingertoppblod med f. ö. samma teknik och genomgående fått kortare koagulationstid för de senare, ibland betydligt kortare, i synnerhet om tryck behöft utöfvas å fingertoppen kring sticksåret för att frampressa de för undersökningen behöfliga bloddropparna. Af mina hithörande försöksserier må som ett betydande exempel här anföras endast följande:

Undersökning <sup>31</sup>/<sub>6</sub> 1916 vid 23 °,5.

	Koagulationstid för	
	Venblodprof på 6 å 8 droppar.	Fingertoppblodprof på 4 å 5 droppar.
63 års man (med misstänkt cancer i buken).....	35 min. <sup>1</sup>	26 min.
21 års man (med underbensfraktur).....	33 min.	15 min.
40 års man (med hemorrhoider).....	32 min.	18 min.
37 års man (med sårskada å hand).....	33 min.	18 min.
69 års man (prostatiker).....	35 min.	25 min.

Denna serie visar liksom många andra hur växlande och opålitliga värden fingertoppblodproffen gifva i jämförelse med venblodproffen.

Blodprovet måste sålunda erhållas genom punktion af en subkutan ven, men ej nog härmed; det spelar också en stor roll och inverkar på koagulationstiden, *hur* venpunktionen göres. Som redan tidigare är nämnt, påskyndas blodets koagulation af beröring med främmande kropp och på blodkoagulationstiden inverkar alltså också, i hur stor utsträckning och under hur lång tid blodet under venpunktionen kommer i beröring med sprutspetsens vägg eller med andra ord sprutspetsens vidd och blodets passagehastighet genom densamma. Med afseende härpå har jag vid mina försök funnit, att vid punktion med en gröfre sprutspets och rask droppföljd (»störtdropp») blodprovrens koagulationstid å en och samme

<sup>1</sup> Den som koagulationstid anförda siffran är här liksom uti alla de följande tabellerna medelvärde af 2 eller 3 samtidigt gjorda bestämningar, hvarom längre fram på sidd. 54—55 lämnas närmare uppgifter.

Undersökning <sup>26</sup>/<sub>10</sub> 1916 vid 17<sup>0</sup>

Koagulat.-tid.

Vid mina försök har det visat sig fördelaktigast att låta blodproffen koagulera på urglas. Jag har nämligen uti ett stort antal fall bestämt koagulationstiden för äfven samtidigt tagna blodprof uti profrör: små korta profrör af dels 7 dels 12 mm:s diameter men därvid fått i allmänhet mindre tillfredsställande resultat. Af hithörande försöksserier anföras följande båda:

	Koagulationstid för		
	Blodprof å urglas	i 12 mm. profrör	i 7 mm. profrör
<b>Undersökning <sup>27</sup>/<sub>5</sub> 1916 vid 22°.</b>			
52 års man (prostatiker) .....	6 à 7 droppar — 36 min.	29 m.	14 m.
63 års man (med cancer ventriculi) .....	5 à 6 droppar — 36 min.	22 m.	16 m.
62 års man (med godartad oesophagusstenos) .....	3 droppar — 22 min. (krånglig punktion).	11 m.	8 m.
<b>Undersökning <sup>7</sup>/<sub>8</sub> 1916 vid 19°<sub>5</sub></b>			
25 års man (med the spondylit) .....	6 à 8 droppar — 53 min.	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> cm <sup>1</sup> — 52 m.	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> cm. <sup>1</sup> — 52 m.
25 års man (med phlegmone) .....	7 à 8 droppar — 49 min.	1 cm. — 40 m.	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> cm. — 18 m.
18 års man (med lårbensfraktur) .....	8 à 9 droppar — 48 min.	1 cm. — 44 m.	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> cm. — 30 m.

Som synes äro koagulationstiderna för profrörsprofven nästan genomgående kortare än för urglasprofven, i synnerhet uti de smalare rören — ju smalare rör desto relativt större beröringsyta mellan blodprovet och glaströret — och te sig dessutom långt mera variabla; uppenbarligen äro de vid mina profrörsförsök erhållna värdena mindre tillförlitliga än urglasförsökens.<sup>1</sup>

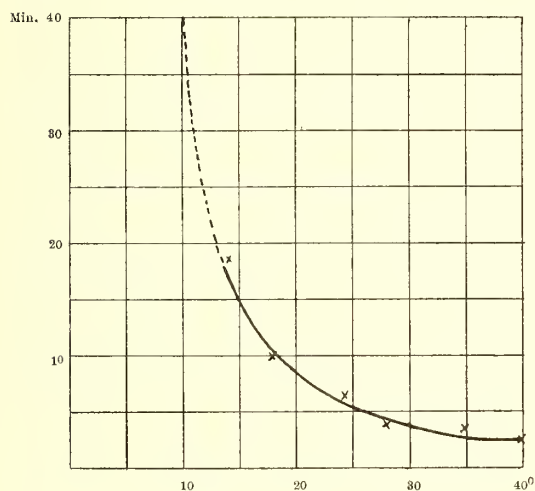
En faktor af afsevärd betydelse för koagulationstiden vid urglasförsöken är så vidare blodprovets storlek; ju större blodprovet är, desto långsammare koagulerar det. För att belysa hur pass stor praktisk roll detta spelar, anföras följande försök.

	Blodprovets storlek	Koagulations-tid
<b>Undersökning <sup>7</sup>/<sub>10</sub> 1916 vid 18°.</b>		
18 års man (med sårskada) .....	1 droppe	39 m.
	2 droppar	41 m.
	3 »	44 m.
	6 »	48 m.
<b>Undersökning <sup>26</sup>/<sub>10</sub> 1916 vid 17°.</b>		
56 års man (med tidigare ikterus, opererad) .....	2 droppar	53 m.
	4 »	58 m.
	10 »	1 t. 28 m.
60 års man (prostatiker) .....	1 droppe	37 m.
	2 droppar	46 m.
	4 »	56 m.
51 års man (appendicit-konvalescent) .....	8 »	1 t. 16 m.
	2 »	56 m.
	4 »	61 m.
	9 »	1 t. 12 m.

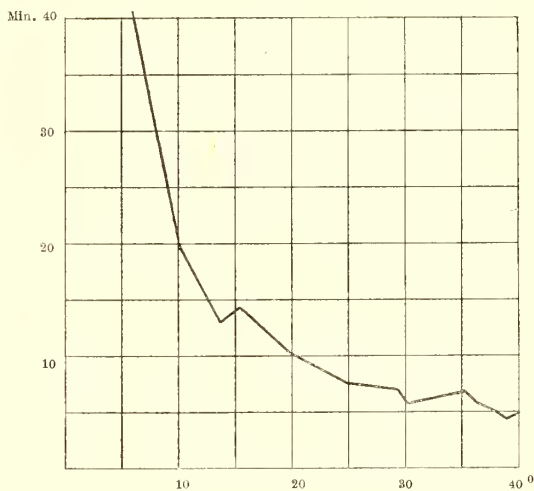
<sup>1</sup> Blodprovets ungefärliga höjd i röret.

Dessa försöksserier visa, att koagulationstiderna växla afsevärdt med blodprofvens storlek och att man följaktligen måste för att få jämförliga värden göra sina bestämningar å ungefär likstora prof. Och i allmänhet torde det vara lämpligast att för koagulationsbestämningar å urglas använda blodprof af minst 2 dropars och helst 3 till 5 droppars storlek.

Omständigheter, som vidare inverka på blodkoagulationsbestämningarna, äro temperaturen och luftens fuktighetsgrad. Det är sedan länge välbekant, att koagulationsprocessen är i hög grad beroende af temperaturen: vid lägre temperatur koagulerar blodet långsammare, vid högre temperatur på kortare tid. Kurvor, som exakt åskådliggöra temperaturens inverkan på koagulationstiden, finner man uppgjorda af BÜRKE<sup>1</sup>, KOTTMANN<sup>2</sup>, JACQUOT<sup>3</sup>, saint LEE och WHITE<sup>4</sup>. De två förstnämndas kurvor återgifvas här.



BÜRKE'S kurva.



KOTTMANN'S kurva.

Äfven luftens växlande fuktighetsgrad och den därpå beroende mer eller mindre långsamma intorkningen af blodprofvet inverkar i någon mån på koagulationstiden.

Då målet för mina koagulationsbestämningar endast varit att fastställa, om patienter med ikterus hafva normal koagulationstid eller förete afvikelser från det normala, och det för detta ändamål varit ej blott tillräckligt utan äfven det säkraste förfaringssättet att med i möjligaste mån likformig teknik göra *samtidiga* bestämningar å ikteruspatienten och flera friska kontrollpatienter, så har jag ej haft något bestämdt behof af direkt jämförliga värden på koagulationstiden vid olika undersökningstillfällen och följaktligen ej behöft taga hänsyn till temperatur och luftens

<sup>1</sup> BÜRKE: l. c.; Archiv f. d. ges. Phys.; bd 102; 1904.

<sup>2</sup> KOTTMANN: l. c.; Zeitschr. f. klin. Med.; bd 69; 1910.

<sup>3</sup> JACQUOT: Contribution à l'étude clinique de la coagulation du sang. Thèse. Paris; 1904.

<sup>4</sup> l. c.



fuktighetsgrad utan kunnat utföra koagulationsbestämningar vid den för tillfället rådande rumstemperaturen.

Som framgår af den föregående öfversikten öfver de olika metoderna att bestämma blodets koagulationstid har man vid somliga förfaringssätt sökt fastställa tidpunkten för den begynnande koagulationen genom att iakttaga det första uppträdandet af fibrintrådar i blodprovet, medan man vid andra metoder försöker bestämma tidpunkten för någon senare fas i koagulationsprocessen. Då mina undersökningar gälla koagulationen hos ikteriska patienter och eventuella koagulationsrubbnings samband med eventuellt förefintlig postoperativ blödningsbenägenhet, så har det synts mig lämpligt och ändamålsenligt att begagna en metod, som ej söker fastställa tiden för koagulationens början, utan tiden, som åtgår för fast koagelbildning, då den senare rimligtvis bör vara af större betydelse för frågan om blodstillningen. Tidigare undersökare, som begagnat sig af urglas- eller profrörsmetoden, hafva i allmänhet bestämt tidpunkten, när blodprovet är så »steladt», att dess yta ej rör sig eller ändrar form vid vertikalställning af urglaset (horisontalställning af profröret). För min del har jag sökt bestämma tidpunkten för en än senare fas i koagulationsprocessen, nämligen, som redan förut nämnts, då man vid roterande rörelser på det vertikalt hållna urglaset ej längre kan vid genomfallande dagsljus iakttaga någon vätskeförskjutning eller vätskeströmning inom det koagulerade blodprovet, sålunda tidpunkten när blodprovet är »genomkoaguleradt». Enligt min erfarenhet är det vid urglasförsök lättare att exakt bestämma, när blodprovet är ej blott i ytdelen utan i sin helhet koaguleradt. Med denna af mig använda metodik fås gifvetvis högre värden på koagulationstiden än med alla de metoder, som bestämma en tidigare fas i koagulationsprocessen.

På tal om tekniken må här slutligen tilläggas, att blodkoagulationsbestämningarna enligt ofvan angifna metodik låta sig praktiskt taget nästan alltid utan svårighet utföras å vuxna manliga individer och äfven å flertalet kvinnor. Endast om det gäller kvinnor med godt hull och synnerligen välutvecklad panniculus adiposus kan det vara tekniskt mycket svårt eller ibland t. o. m. omöjligt att punktera en ven och erhålla venblod.

Med den ofvan beskrifna metodiken har jag under år 1916 å *Lunds kirurgiska klinik* och å *Hörby lasarett* undersökt blodets koagulationstid å mer än 60 manliga individer i åldern mellan 18 och 80 år, som vårdats för olycksfall eller för diverse hämatologiskt indifferentia åkommor: sålunda 14 prostatici, 11 patienter med sårskada eller phlegmone stadda i läkning, 7 frakturpatienter, 13 konvalescenter efter operation för appendicit, bräck, mastoidit, blässjukdom m. m., vidare patienter med ischias, cancer ventriculi, neurasteni m. fl. Af dessa patienter hafva oftast 3 å 4 å 5 undersökts samtidigt med 1 ikteruspatient. Å hvarje patient har alltid tagits 2 å 3 ungefär likstora blodprof å urglas, hvilka oftast gifvit värden, som visat sinsemellan god, ibland fullständig öfverensstämmelse. För att illustrera detta torde det vara tillräckligt att anföra blott några af de talrika serierna.

	Blodprovets storlek	Koagulationstider
<b>Undersökning <math>^{10}/_5</math> 1916 vid 22°.</b>		
40 års man (med misstänkt hjärntumör).....	6 à 7 droppar	36 m., 39 m.
74 års man (med sårskada).....	7 à 8 droppar	32 m., 35 m.
78 års man (prostatiker).....	6 à 7 droppar	34 m., 34 m.
56 års man (mastoidit-konvalescent).....	7 à 8 droppar	36 m., 34 m.
<b>Undersökning <math>^9/_12</math> 1916 vid 18°<sub>5</sub>.</b>		
57 års man (opererad för choledochussten).....	3 droppar	42 m., 41 m., 38 m.
28 års man (med cystit).....	3 droppar	42 m., 39 m., 45 m.
80 års man (med cancer faciei).....	3 droppar	43 m., 44 m., 40 m.
72 års man (med fraktur).....	3 droppar	42 m., 39 m., 43 m.
<b>Undersökning <math>^{10}/_6</math> 1916 vid 16°<sub>5</sub>.</b>		
24 års man (med bräck).....	5 droppar	53 m., 55 m.
51 års man (mastoiditkonvalescent).....	10 droppar	57 m., 57 m.
30 års man (med morb. Basedow).....	10 droppar	66 m., 71 m.
	10 droppar	60 m., 60 m.

Vid undersökning av en patients koagulationstid bör man aldrig nöja sig med ett enda prof och ej som pålitlig betrakta en koagulationsbestämning, om ej minst 2 prof gifvit någorlunda väl öfverensstämmande värden.

För att så belysa hur pass de för olika (hämatologiskt friska) individer samtidigt erhållna värdena på koagulationstiden öfverensstämman med hvarandra meddelas här ett större antal af ifrågavarande undersökningsserier — dock med uteslutande af ikterusfallen. De nedan anförda siffrorna på koagulationstiden äro liksom uti alla senare meddelade undersökningsserier medelvärden för 2 eller 3 vid samma venpunktion gjorda koagulationsbestämningar å urglas med ung. lika stora blodprof. Serierna anföras ordnade efter temperaturen, vid hvilken bestämningarna utförts.

	Blodprovets storlek	Koagulationstid
<b>Undersökning <math>^{2}/_{10}</math> 1916 vid 16°.</b>		
78 års man (opererad för blåssten).....	9 droppar	79 min.
65 års man (opererad för blåssvulst).....	10 droppar	72 min.
28 års man (med mycket lindrig ikterus).....	10 droppar	70 min.
Största afvikelsen från seriens medelvärde 73,7 min. är 5,3 min. = 7°/o		
<b>Undersökning <math>^{17}/_{11}</math> vid 16°.</b>		
28 års man (med fraktur).....	2 droppar	59 min.
57 års man (med urinrörstriktur).....	2 droppar	52 min.
48 års man (prostatiker).....	2 droppar	57 min.
Största afvikelsen från seriens medelvärde är 7°/o.		

	Blodprovets storlek	Koagulationstid
<b>Undersökning <math>^{19}/_{10}</math> 1916 vid <math>16^{\circ},5</math></b>		
24 års man (med ljunmskråck) .....	10 droppar	57 min.
51 års man (opererad för mastoidit) .....	10 droppar	68 min.
30 års man (med m. Basedow) .....	10 droppar	60 min.
Största afvikelsen från seriens medelvärde är $10^{\circ}/_{10}$ .		

	Blodprovets storlek	Koagulations-tid	Blodprovets storlek	Koagulations-tid
<b>Undersökning <math>^{26}/_{10}</math> 1916 vid <math>17^{\circ}</math></b>				
56 års man (f. d. ikterus, opererad).....	2 droppar	53 min.	4 droppar	58 min.
60 års man (prostatiker) .....	2 droppar	46 min.	4 droppar	56 min.
51 års man (konvalescent efter appendicit-oper.) .....	2 droppar	56 min.	4 droppar	61 min.
25 års man (konvalescent efter appendicit-oper.) .....	2 droppar	54 min.		
Största afvikelsen från seriens medelvärde är $12^{\circ}/_{10}$ .				

	Blodprovets storlek	Koagulationstid
<b>Undersökning <math>^{28}/_{4}</math> 1916 vid <math>18^{\circ}</math>.</b>		
31 års man (med neurasteni) .....	3 à 4 droppar	42 min.
47 års man (konvalescent efter mastoiditoper.) .....	4 droppar	38 min.
45 års man (konvalescent efter bräckoper.) .....	4 à 5 droppar	44 min.
Största afvikelsen från seriens medelvärde är $8^{\circ}/_{10}$ .		

	Blodprovets storlek	Koagulations-tid	Blodprovets storlek	Koagulations-tid
<b>Undersökning <math>^{7}/_{10}</math> 1916 vid <math>18^{\circ}</math>.</b>				
28 års man (mycket lindrig ikterus) .....	3 droppar	40 min.	8 droppar	48 min.
22 års man (med sårskada) .....	3 droppar	42 min.	8 droppar	46 min.
18 års man (med sårskada) .....	3 droppar	44 min.	6 droppar	48 min.
Största afvikelsen från seriens medelvärde är $3^{\circ}/_{10}$ .				

	Blodprovets storlek	Koagulationstid
<b>Undersökning <math>^{16}/_{10}</math> 1916 vid 22°.</b>		
40 års man (med misstänkt hjärntumör).....	6 à 7 droppar	37 min.
74 års man (med sårskada).....	7 à 8 droppar	33 min.
78 års man (prostatiker) .....	6 à 7 droppar	34 min.
56 års man (konvalescent efter mastoiditer).....	7 à 8 droppar	35 min.
Största afvikelsen från seriens medelvärde är 6 %.		
<b>Undersökning <math>^{31}/_{10}</math> 1916 vid 23°.</b>		
63 års man (med misstänkt cancer i buken) .....	6 droppar	35 min.
21 års man (med fraktur).....	6 droppar	33 min.
40 års man (med haemorrhoider) .....	7 droppar	32 min.
37 års man (med sårskada) .....	8 droppar	33 min.
69 års man (prostatiker) .....	6 droppar	35 min.
Största afvikelsen från seriens medelvärde är 4 %.		

Serierna från första tiden af mitt arbete visa mindre väl öfverensstämmande värden än de här anförda från senare tid, beroende därpå, att min metodik då ännu var bristfällig, ej tillräckligt utarbetad och jag då ännu ej förstod att med tillräcklig omsorg undvika de ofvan angifna felkällorna; äfven på senare tid har jag för något enstaka koagulationsprof fått afvikande och tydligen oriktigt värde utan att jag alltid därtill kunnat finna någon förklaring, detta dock endast rent undantagsvis. Nästan alltid finner man, som de ofvan anförda undersökningsserierna visa, vid samtidig undersökning af ett flertal hämatologiskt friska individer med ofvan angifna metodik, om man är med densamma tillräckligt förtrogen, för dem alla tämligen väl öfverensstämmande värden på koagulationstiden, som sällan visa mera än 10 % afvikelse från medelvärdet.

Blodets koagulationstid torde sålunda, som redan förut framhållits, vid enstardad undersökningsteknik under samma yttre förhållanden för det stora flertalet friska individer verkligen vara en tämligen konstant storhet. Under sådana förhållanden är det utan vidare klart, att man genom samtidig undersökning af koagulationstiden å 3 à 4 friska »kontroll»individer och 1 ikteruspatient kan få utredt, om den senare har normal, påskyndad eller förlångsamad blodkoagulation.

### Om blodkoagulationstiden vid ikterus.

Som tidigare uti detta arbete framhållits, lär den kliniska erfarenheten, att flertalet individer med långvarig och höggradig ikterus kunna utan blödningsrisk underkastas en laparotomi, medan enstaka af dem, om de laparotomiseras, träffas af mer eller mindre riskabel, eventuellt letal postoperativ blödning. Under sådana förhållanden ligger den frågan nära till hands, om det ej är möjligt att genom undersökning före operationen af ikteruspatientens blodkoagulation, sålunda genom bestämmandet af blodets koagulationstid afgöra, huruvida hämorrhagisk diates med blödningsrisk hos honom förefinnes eller icke. Hvad veta vi då om blodkoagula-



tionstiden hos individer med ikterus och af hvilken betydelse äro de afvikelser från det normala, som dessa patienter event. kunna i detta afseende förete? I korthet skall jag redogöra för resultaten dels af de tidigare undersökningarna häröfver, som jag påträffat meddelade i den mig tillgängliga litteraturen, dels af mina egna undersökningar å ett 15-tal ikteriska patienter.

Under särskildt senare åren hafva undersökningar öfver blodets koagulationstid vid ikterus utförts af åtskilliga forskare, som därvidlag begagnat sig af flera olika af de gängse metoderna, så att siffrorna uti de olika undersökningsserierna ej kunna med hvarandra direkt jämföras. Först må här anföras en undersökning af FLUSSER<sup>1</sup> beträffande blodkoagulationen vid icterus neonatorum, ehuru väl resultaten knappast hafva något större direkt intresse för cholämifrågan. FLUSSER har med Wrights metod — i en af honom själf modifierad form — å den pediatrika universitetskliniken i Prag undersökt blodets koagulationstid å ett stort antal späda barn (i 2:dra lefnadsveckan): dels 50 friska barn (koagulationstiden var för de 40 af dem mellan 7 och 10 min., gränsvärdena 5 1/2 och 13 1/2 min. och genomsnittstiden för alla fallen 8 m. 15 sek.), dels 50 barn med lindrigare eller svårare digestionsrubbingar (genomsnittstiden för dem 8 m. 10 sek.) dels slutligen 92 barn med icterus neonatorum (många av dessa visade en normal koagulationstid; för flertalet af dem var den emellertid mellan 9 och 13 min., gränsvärdena voro 7 och 21 min. och genomsnittstiden 11 min. 40 sek.). Vid icterus neonatorum är sålunda kongulationstiden enligt FLUSSERS undersökning i genomsnitt 3 1/2 min. längre än för icke ikteriska spädbarn. FLUSSER tillägger: »Es zeigte sich, dass die Verlängerung der Gerinnungszeit *nicht* mit der Intensität des Ikterus parallel geht, indem oft leicht-ikterische Kinder eine starke Verlängerung der Gerinnungszeit darboten, während bei intensiv ikterischen oft die Gerinnung relativ bald eintrat». Sålunda ingen direkt proportion mellan ikterus grad och koagulationstidens förlängning.

MURPHY och GOULD<sup>2</sup> hafva på Massachussets General Hospital i Boston med Brodie-Russells metod undersökt 15 ikterusfall af växlande art (med katarrhal ikterus, med ikterus beroende på gallsten, cholecystit, lefvercirrhos, lefvercancer, pancreascancer) och i intet af dessa fall funnit koagulationstiden afvika från den normala. Däremot erhöilo ROBERTSON, ILLMAN och DUNCAN<sup>2</sup>, som undersökte 127 patienter med Wrights koagulometer (normal koagulationstid 2 1/2 min.), å ikteruspatienter koagulationstider växlande mellan 6 1/2 och 8 1/2 min., och funno alltså koagulationen betydligt förlängsamman.

HINMAN och SLADEN<sup>2</sup> undersökte på Johns Hopkins Hospital i Baltimore med Boggs metod (modifikation af Brodie-Russells; medelvärde för 214 bestämningar var 6 m. 40 sek. med växlingar mellan 3 och 11 min.) ikterusfall af olika art och funno koagulationstiden vid katarrhal ikterus vara normal (5 1/2 till 6 min.), vid ikterus beroende på gallsten växla mellan 5 1/2 och 12 1/2 min. med medelvärde 8

<sup>1</sup> FLUSSER: Untersuchungen über die Gerinnbarkeit des Blutes in den ersten Lebenswochen. Monatsschr. f. Kinderheilkunde; bd 12; 1913—14.

<sup>2</sup> l. c.

min., sålunda ibland förlängd, och vid ikterus beroende på malign tumör växla mellan 9 och 20  $\frac{1}{2}$  min. med medelvärde 13  $\frac{1}{4}$  min., sålunda oftast vara förlängd.

MORAWITZ<sup>1</sup> har undersökt koagulationstiden hos flera patienter med katarrhal ikterus utan att hos någon af dem finna någon afvikelse från det normala. Vid undersökning af 5 ikterusfall af gravare art ä medicinska kliniken i Strassburg fingo däremot MORAWITZ och BIERICH<sup>1</sup> delvis andra resultat. Vid koagulationsbestämningarna begagnade de sig af sin egen ofvan i korthet beskrifna metodik, hvilken under normala förhållanden gifver koagulationstiden 15 à 20 min. De 5 undersökta ikterusfallen gäfvö följande värden:

1 fall af cancer i gallvägarna med stark ikterus samt hudblödningsar, näsblödningsar, blodkräkningar .....	60 min.
1 » » lefvercirrhos med tämligen stark ikterus .....	25 »
1 » » hypertrofisk lefvercirrhos eller lues hepatitis med ikterus sedan flera månader ... ..	55 à 60 »
1 » » cholecystitis (cholangitis) med stark ikterus sedan 2 dygn .....	20 »
1 » » hypertrofisk lefvercirrhos med tidigare stark ikterus, f. t. lindrig men med hudblödningsar och näsblödningsar (2 undersökningar med 6 dagars mellantid) .....	60 o. 50 »

Hos 3 af dessa 5 ikteruspatienter var sålunda blodkoagulationen högst betydligt förlängsamman, tog ung. 3 ggr längre tid än normalt; de 2 af dessa 3 patienterna företedde äfven otvetydiga kliniska symtom af haemorrhagisk diates. Förf. sammanfatta i korthet sina resultat på följande sätt: »Bei vielen Ikterischen, wahrscheinlich der grossen Mehrzahl, ist die Gerinnungszeit des Blutes normal, es besteht keine Neigung zu Blutungen. Bei Cholämischen, bei denen eine Neigung zu Blutungen besteht, ist die Gerinnbarkeit des Blutes stark herabgesetzt, oft zum das 3-fache der Norm».

Till annat resultat kom WEISS<sup>2</sup>, som å III medicinska universitetskliniken i Wien med Wrights metod undersökte blodkoagulationen å »flera hundra patienter». Om sina undersökningsresultat å ikteriska patienter säger han blott helt kort: »Sehr beschleunigte Gerinnung zeigt sich bei Ikterus, wobei ich den bei Neoplasmen oder Zirrhose der Leber ausschliesse». Enligt WEISS skall sålunda koagulationstiden i åtminstone en del ikterusfall vara förkortad. Till samma resultat kom BODE<sup>2</sup> vid undersökning med Bürkers metod af en ikteruspatient (koag.-tiden var 6  $\frac{1}{2}$  m., medan de normala värdena i hans serie varierade mellan 7  $\frac{1}{2}$  och 14 min. och genomsnittstiden var 10 min.).

ADDIS<sup>3</sup>, som med sin egen metod undersökte 112 individer, fann uti två fall med katarrhal ikterus liksom uti 2 fall med lefvercirrhos och 1 fall med lefver-

<sup>1</sup> MORAWITZ och BIERICH: Über die Pathogenese der cholämischen Blutungen. Archiv f. exp. Pathol. und Pharmak.; bd 56; 1907.

<sup>2</sup> l. c.

<sup>3</sup> ADDIS: l. c.; Edinb. med. Journ.; bd 5; 1910.

cancer normal koagulationstid. Hos en patient slutligen med pankreascancer och stora lefvermetastaser, som var höggradigt ikterisk och på slutet fick subkutana blödningar och hämatemesis, befanns koagulationstiden först vara normal men senare blifva förkortad(!); förf. tillägger: »the haemorrhages, therefore, obviously occurred in spite of, and not because of changes in the coagulability of the blood.»

NEL<sup>1</sup> har å kirurg. universitetskliniken i Berlin med Schultz' metod (medelkoagulationstiden under normala förhållanden 13 min. med växlingar mellan 10 och 17 min.) undersökt 180 fall och bland dem 10 patienter med ikterus, »hvilka tycktes f. ö. vara hämatologiskt okomplicerade»: 3 med katarrhal ikterus, 1 med gallsten, 1 med lefvercirrhos, 3 med metastatisk lefvercancer (uti de 3 fallen är grundsjukdomen ej angifven). För denna serie ikterusfall fann NEL koagulationstiden variera mellan 10 och 15 1/2 min., sålunda ingen afvikelse från det normala. Han tillägger: »Wir können also mit diesen Ergebnissen nur weiter bekräftigen, dass bei unkomplizierten Ikterus die Gerinnungszeit normal ist».

KUNIKA<sup>1</sup> har å Wilms klinik i Heidelberg med Kottmanns metod (modifikation af Vierordts metod med normal koagulationstid 4 à 5 min.) undersökt 8 ikterusfall, af hvilka 5 med stark ikterus; dessa anföras:

- 1 fall med choledochussten och cholangit; ikterus sen 2 veckor; stark ikterus 8 1/2 min.  
Incision; exitus i perforationsperitonit.
- 1 » » gallsten; lindrig ikterus sen 3 mån., nu stark ikterus ..... 6 1/2 »  
Cholecystectomi, läkning.
- 1 » » pancreascancer; ikterus sen 1 år; stark ikterus ..... 7 1/2 »  
Pylorocholecystostomi; läkt och förbättrad.
- 1 » » choledochussten; ikterus sen 1 år; stark ikterus sen 4 veckor 8 »  
Cholecystektomi + hepaticusdränage; död af cholämisk blödning  
efter 2 dygn.
- 1 » » gallblås- och lefvercancer; ikterus sen 3 mån., stark ikterus ... 8 1/2 »  
(intet ingrepp).

De 3 fallen med lindrig ikterus hade normal eller obetydligt förlängd koagulationstid. Af de 5 fallen med höggradig ikterus hade, som synes, de 4 betydligt förlängd koagulationstid och af de 3 af dessa, som undergingo operation, afled den ene uti cholämisk efterblödning. KUNIKA själf gifver följande resumé af sina undersökningar: »Bei vielen Ikterischen der Gallensteinkrankheiten ist die Gerinnungszeit des Blutes normal, es besteht keine Neigung zu Blutungen. Bei Cholämischen oder bei Icterus gravis, bei denen eine Neigung zu Blutungen besteht, ist die Gerinnbarkeit des Blutes stark herabgesetzt».

På Massachusetts General Hospital i Boston hafva LEE och WHITE<sup>1</sup> undersökt koagulationstiden för 125 individer: friska och med växlande åkommor efter

<sup>1</sup> l. c.

<sup>2</sup> KUNIKA: Die klinische Verwertung der Koagulationsbestimmung des Blutes bei Ikterus. Deutsch. Zeitschr. f. Chir.; bd 118; 1912.



ofvan angifven metod (bestämningar i profrör; koagulationstiden för 24 friska individer var i genomsnitt  $6\frac{1}{2}$  min. med växlingar mellan 5 och 8 min.). Koagulationstiden uti materialets 14 ikterusfall anföras:

3 fall med katarrhal ikterus .....	— 7 till $8\frac{1}{2}$ min.
4 » » cancer hepatis med ikterus.....	— 5 » $6\frac{1}{2}$ »
2 » » gallsten med uttalad ikterus .....	— 8 och $15\frac{1}{2}$ »
1 » » lefversyfilis med ikterus .....	— 9 min.
1 » » atrofisk lefvercirrhos med ikterus	— 10 »
2 » » hypertrofisk » » »	— 12 och 17 min.
1 » » toxisk » » »	— 6 min.

Förff. framhålla, hur växlande koagulationstiden är uti dessa ikterusfall: praktiskt taget normal i fallen med lindrig ikterus, ofta förlängd i dem med höggradig ikterus. Beträffande de 2 fallen med hypertrofisk lefvercirrhos (koag.-tiden 12 och 17 min.) upplysa förff., att båda patienterna hade blödningsar och att den ena af dem t. o. m. afled af spontana slemhinneblödningsar. Af än större intresse äro åtminstone från kirurgisk synpunkt de 2 gallstensfallen, båda med höggradig ikterus: den med koag.-tiden 8 min. blef opererad utan komplikation, medan däremot den med koag.-tiden  $15\frac{1}{2}$  min. gick till exitus af postoperativ blödningsar. »In general, the coagulation time corresponded closely to the clinical picture of hemorrhage. The test was of distinct prognostic value in cases of jaundice undergoing operation», tillägga förff.

Uti ett arbete från medicinska universitetskliniken i Innsbruck hafva BAUER<sup>1</sup> och BAUER-JOKL<sup>1</sup> meddelat blodkoagulationstiderna för 4 ikterusfall, bestämda enligt Fulds metod, som gaf under normala förhållanden koagul.-tiden 2 till 3 min. De 4 fallen anföras:

1 fall med cholangitis subacuta med ikterus.....	$3\frac{1}{2}$ min.
1 » » icterus catarrhalis .....	4 m. 40 sek. — 5 m. 10 sek.
1 » » » » på retur.....	$3-3\frac{1}{2}$ min.
1 » » cholangitis chron. med ikterus.....	6 min.

Förff. resumera sina resultat beträffande ikterusfallen på följande sätt: »Bei Leberaffektion fanden wir in Übereinstimmung mit verschiedenen Autoren durchwegs eine verzögerte Blutgerinnung». Äfven JACQUOT<sup>1</sup> fann vid sina undersökningar med Milians metod ibland förlängd koagulationstid vid ikteriska tillstånd.

OLAV HANSEN<sup>2</sup> i Kristiania fann uti 1 fall med ikterus sen 3 mån. på grund af cancer i gallblåsa och gallvägar och med utpräglade cholämiska symtom (långsam puls, hämaturi, blödningsar i huden samt ventrikeln och tarmens slemhinnor) att ett genom venpunktion 10 min. före döden taget blodprof hade en koagulations-

<sup>1</sup> l. c.

<sup>2</sup> OLAV HANSEN: Bidrag till blodkoagulationens kliniska patologi. Norsk Magazin f. Lægevidenskaben. Bd 10; 1912.



tid af ej mindre än 6 tim. (normala blodprof koagulerade vid samma teknik på 20 min.). I detta fall af kliniskt otvetydig hämorrhagisk diates på grund af cholämi var sålunda blodets koagulationstid strax före döden i hög grad förlängsamad, tog ung. 18 gånger längre tid än normalt.

I en öfversiktsartikel om blodkoagulationsbestämningarnas praktiska värde för kirurgien har slutligen SCHLOESSMANN<sup>1</sup> med stöd af en rik egen erfarenhet från kirurgiska kliniken i Tübingen, där han begagnat sig af Bürkers metod, framhållit, att dylika undersökningar kunna särskildt vid ikterus och cholämiska tillstånd vara till stor hjälp för bedömandet af operationsprognosen. »Meine Untersuchungen an ikterischen und cholämischen Kranken haben mich belehrt, dass bei einer Verlängerung der Gerinnungszeit um ein Drittel des Normalen die allgemeine Operationsprognose für den Kranken schon recht bedenklich gestellt werden muss. Gewöhnlich sind dann schon Herzmuskelerkrankungen und stark verminderte allgemeine Widerstandskraft vorhanden. Bei einer Gerinnungsverzögerung über die Hälfte des Normalen tritt zu dieser schlechten Allgemeinprognose noch die Gefahr cholämischer Nachblutungen im Operationsgebiet in bedrohlichster Weise hinzu».

I anslutning till dessa referat af tidigare utförda koagulationsbestämningar å ikteriska individer skall jag så omedelbart redogöra för resultaten af de undersökningar, som jag själf varit i tillfälle att utföra å patienter med ikterus. Bestämningarna af koagulationstiden äro gjorda enligt den ofvan beskrifna metodiken och samtidigt med hvarje ikteruspatient hafva undersökts 2 å 4 »kontroll»patienter. Medelvärdet för de senares koagulationstider anføres här nedan<sup>2</sup> jämte den samtidigt undersökte ikteruspatientens för att tjäna som utgångspunkt för bedömandet, om ikteruspatienten haft normal, förkortad eller förlängd koagulationstid. Då man, som af den föregående utredningen framgår, med den använda metodiken å »kontroll»patienterna själfva erhåller värden på koagulationstiden, som kunna variera på ung. 10 %, så är det tydligt, att en differens på 10 % eller därunder mellan medelvärdet för kontrollpatienternas koagulationstider och den samtidigt undersökte ikteruspatientens koagulationstid ej tillåter några som helst slutsatser om rubbad blodkoagulation hos den senare; först en differens på ung. 15 % och än säkrare på 20 % eller däröfver vittnar om otvifvelaktig rubbning i den ikteriske patientens blodkoagulation.

Jag har varit i tillfälle att undersöka blodkoagulationstiden å 15 patienter med ikterus, af hvilka 11 vårdats å *Lunds kirurgiska klinik*, 3 å *Lunds medicinska klinik* och 1 å *Hörby lasarett*. Bland dessa patienter hafva vi då först 4, som föredde endast lindrig kortvarig ikterus; fallen anföras.

<sup>1</sup> SCHLOESSMANN: Welcher praktischen Werth haben Blutgerinnungsbestimmungen für die Chirurgie? Arch. f. klin. Chir.; bd 102; 1913.

<sup>2</sup> Likaså de undersökta blodprovrens ungefärliga storlek, uttryckt i droppar.

*M. B., 28 års man med lindrig ikterus (icterus catarrhalis?).*

<sup>2</sup>/<sub>10</sub> 1916. (2 kontrollpat.; 9 à 10 droppar — 75 min.); 10 dr. — 70 min.; normal koagulat.

<sup>7</sup>/<sub>10</sub> 1916. (2 kontrollpat.; 3 droppar — 43 min.); 3 droppar — 40 min.; » »

*M. B., 49 års kvinna med lindrig ikterus (lithiasis ductus choledochi).*

<sup>8</sup>/<sub>4</sub> 1916. (2 kontrollpat. — 49 min.); 4 à 5 droppar — 55 min.; ung. normal koagulationstid.

<sup>14</sup>/<sub>4</sub> 1916. (3 kontrollpat. — 51 min.); 5 à 6 droppar — 52 min.; » »

*H. P., 21 års man med lindrig ikterus (abscessus hepatis p. appendic. acut.).*

<sup>14</sup>/<sub>4</sub> 1916. (3 kontrollpat. — 51 min.); 6 à 7 droppar — 54 min.; normal koagulationstid.

*A. N., 41 års man med rätt lindrig ikterus (cancer hepatis?).*

<sup>29</sup>/<sub>11</sub> 1915. (2 kontrollpat.; 3 à 4 droppar — 40 min.); 2 dr. — 38 min.; normal koagulationstid.

Dessa 4 fall med lindrig och kortvarig ikterus beroende på växlande grundsjukdomar visa sålunda alla normal koagulationstid.

Uti materialet finnes så vidare en patient<sup>1</sup> med hämolytisk ikterus.

*J. A., 33 års kvinna med lindrig ikterus (icterus haemolyticus).*

<sup>14</sup>/<sub>4</sub> 1916. (4 kontrollpat. 5 à 7 dr. — 51 min.); 5 à 6 dr. — 33 min.; 35 % /kortare koag.-

<sup>18</sup>/<sub>4</sub> 1916. (2 kontrollpat. 6 à 7 dr. — 38 min.); 6 à 7 dr. — 25 min.; 34 % /tid än normalt.

Uti detta fall af hämolytisk ikterus visade sig sålunda koagulationstiden vid tvenne undersökningstillfällen vara fullt <sup>1</sup>/<sub>3</sub> kortare än å kontrollpatienterna, sålunda påtagligt förkortad. Då jag ej kunnat finna någon uppgift om tidigare gjorda koagulationsbestämningar vid denna egendomliga sjukdom, får det tillsvidare betraktas som ovisst, om den här funna stegrade blodkoagulationsförmågan är något tillfälligt hos denna patient eller något som möjligtvis tillhör den hämolytiska ikterus' sjukdomsbild.

Uti de återstående 10 fallen, kasuistikens sjukhistorier 60—69, har pat. haft mera långvarig — sen 3 à 9 veckor bestående — och högrgradig ikterus, sålunda ikterus af allvarlig art med cholämisk. Grundsjukdomen uti dessa fall har varit: uti 1 fall sannolikt icterus catarrhalis, uti 1 fall choledochussten, uti 1 fall sannolikt lues hepatis och uti de återstående 7 fallen sannolik eller säker cancer i pankreas, ductus choledochus eller levern. Af fallen anföras först de 5 icke-opererade och sedan de 5 opererade fallen.

#### Icke opererade fall:

**Fall 64.** 17 års man med ikterus sen 9 veckor; stark ikterus (*icterus catarrhalis?*).

<sup>18</sup>/<sub>4</sub> 1916. (2 kontrollpat.; 6 à 7 dr. — 38 min.); 6 à 7 dr. — 44 min.; 16 % } längre koag-  
Sålunda obetydligt förlängd koagulationstid. } tid än normalt.

<sup>1</sup> Sjukhistorien till fallet är publicerad af HELLSTRÖM (Om operativ behandling af hämolytisk ikterus) uti Nordisk Kirurgisk Förenings förhandlingar år 1916; s. 295.

**Fall 63.** 60 års man med ikterus sen 9 dygn ( $^{29/3}$ ); sen  $5\frac{1}{2}$  veckor ( $^{28/4}$ ); ganska stark ikterus vid alla undersökningstillfällena (*lues hepatitis?*).

$^{29/3}$  1916. (2 kontrollpat., 5 à 6 dr. — 33 min.); 4 à 5 dr. — 31 min.; normal koag.-tid.

$^{8/4}$  1916. (2 kontrollpat., 8 à 9 dr. — 49 min.); 6 à 7 dr. — 51 min.; „ „

$^{28/4}$  1916. (3 kontrollpat., 4 à 5 dr. — 42 min.); 4 à 5 dr. — 40 min.; „ „

Sålunda normal koagulationstid vid alla tre undersökningstillfällena.

**Fall 67.** 58 års kvinna med ikterus sen 7 à 8 veckor; stark ikterus (*cancer (?) hepatitis*).

$^{7/9}$  1916. (3 kontrollpat., 6 à 8 dr. — 50 min.); 4 à 6 dr. — 69 min.;  $^{38/10}$  { längre koag.-tid än normalt.  
Sålunda afsevärdt förlängd koagulationstid.

**Fall 66.** 60 års kvinna med ikterus sen 9 veckor; höggradig ikterus (*cancer ventriculi c. metastas. hepatitis*).

$^{4/7}$  1916. (2 kontrollpat., 4 à 6 dr. — 27 min.); 3 à 5 dr. — 36 min.;  $^{33/10}$  | längre koag.-tid

$^{11/7}$  1916. (3 kontrollpat., 6 à 8 dr. — 45 min.); 5 à 6 dr. — 63 min.;  $^{40/10}$  | än normalt.

Sålunda afsevärdt förlängd koagulationstid och tilltagande koagulationsförlängsamning under sjukdomen. Mors  $^{20/7}$ ; vid sektionen inga blödningar.

**Fall 62.** 57 års man med ikterus sen 5 veckor ( $^{24/3}$ ); stark ikterus (*cancer flex. sigmoid. c. metastas. hepatitis*).

$^{24/3}$  1916. (2 kontrollpat., 3 à 4 dr. — 36 min.); 3 à 4 dr. — 40 min.; ung. norm. koag.-tid.

$^{29/3}$  1916. (3 kontrollpat., 4 à 6 dr. — 33 min.); 7 à 8 dr. — 66 min.; ung. fördubbl. „

$^{3/4}$  1916<sup>1</sup>. (Bestämning vid samma temp.  $^{21^{\circ}}$  som  $^{29/3}$ ); 5 à 6 dr. — 1 tim. 55 min.; 3 à 4 ggr. förlängd koagulationstid.

Sålunda vid första undersökningstillfället ung. normal koagulationstid, sedan raskt tilltagande och mycket höggradig koagulationsförlängsamning. Mors  $^{4/4}$ ; vid sektionen en betydande blödning i colon af sannolikt cholämisk natur.

#### Opererade fall:

**Fall 69.** 57 års man med ikterus sen 6 veckor; höggradig ikterus (*lithiasis duct. choledochi*).

$^{17/11}$  1916. (3 kontrollpat., 2 dr. — 56 min.); 2 dr. — 50 min. | ung. normal koag.-tid.  
( „ 4 dr. — 66 min.); 4 dr. — 62 min. |

Choledochotomi  $^{21/11}$ ; ingen efterblödning.

$^{9/12}$  1916. (3 kontrollpat., 3 dr. — 42 min.); 3 dr. 40 min.; normal koagulationstid.

Sålunda normal koagulationstid både före och efter operationen; ingen postoperativ blödning.

**Fall 60.** 62 års man med ikterus sen 5 veckor ( $^{24/11}$ ); uttalad ikterus (*cancer pancreatis*).

$^{24/11}$  1915. (3 kontrollpat.<sup>2</sup> med resp. 24, 33 och 37 min. för 3 dr.); 3 à 5 dr. — 40 min.; förlängd<sup>2</sup> koagulationstid.

<sup>1</sup> Inga kontrollpatienter.

<sup>2</sup> Vid undersökningen af denna ikternspat. i nov. 1915, den förste, å hvilken jag försökte göra noggranna koagulationsbestämningar, var min undersökningsmetodik ännu ej ordentligt utarbetad och följaktligen mindre pålitlig, hvarom också de för de 3 kontrollpatienterna erhållna betydligt växlande värdena vittna. Då emellertid den för ikteruspatienten funna koagulationstiden är längre än för alla 3 kontrollpatienterna och betydligt längre än för 2 af dem, synes det mig berättigadt att beteckna den som förlängd.

Cholecystenterostomi  $7/12$ . Under första veckan efter oper. måttlig blödning i såret af cholämisk typ.

$13/12$  1915. (3 kontrollpat., 3 à 5 dr. — 32 min.); 3 à 5 dr. — 38 min.; 16 % förl. koag.-tid.

$19/1$  1916. (1 kontrollpat., 3 à 4 dr. — 31 min.); 3 dr. — 29 min.; ung. normal koag.-tid.

Sålunda *förlängd koagulationstid* före oper. och äfven 6 dagar efter cholecystenterostomin; måttlig postoperativ blödning i såret; normal koagulationstid 6 veckor efter oper.

**Fall 61.** 70 års man med ikterus sen 6 veckor; höggradig ikterus (*cancer ductus choledochi*).

$19/1$  1916. (1 kontrollpat., 3 à 4 dr. — 31 min.); 5 à 6 dr. — 34 min.; ung. normal koag.-tid. Cholecystenterostomi  $25/1$ .

Sålunda ung. *normal koagulationstid*. Mors  $27/1$  under anurisyntom; sektionen visade obetydlig blödning i gallblåsan.

**Fall 65.** 67 års kvinna med ikterus sen 3 veckor; rätt stark ikterus (*cancer pancreatis*).

$18/5$  1916. (4 kontrollpat., 6 à 8 dr. — 35 min.); 4 à 6 dr. — 30 min.; ung. norm. koag.-tid. Cholecystenterostomi  $19/5$  med sedan raskt aftagande ikterus. Måttlig tarmlödning 2 dygn efter oper.

$27/5$  1916. (3 kontrollpat., 6 à 7 dr. — 36 min.); 5 à 6 dr. — 33 min.; ung. norm. koag.-tid.

$31/5$  1916. (5 kontrollpat., 6 à 8 dr. — 34 min.); 8 dr. — 31 min.; ung. normal koag.-tid.

Sålunda ung. *normal koagulationstid* både före och efter operationen och dock en postoperativ tarmlödning af sannolikt cholämisk art.

**Fall 68.** 56 års man med ikterus sen 5 veckor ( $2/10$ ); stark ikterus (*cancer pancreatis*).

$2/10$  1916. (3 kontrollpat., 8 à 10 dr. — 74 min.); 8 dr. — 84 min.; 13 % | längre koag.-tid  
(2 " 4 à 5 dr. — 68 min.); 4 dr. — 75 min.; 10 % | än normalt.

$7/10$  1916. (3 kontrollpat., 3 dr. — 42 min.); 4 dr. — 52 min.; 24 % | längre koag.  
(3 " 6 à 8 dr. — 47 min.); 7 à 8 dr. — 60 min.; 28 % | tid än normalt.

Cholecystenterostomi  $9/10$  med sedan raskt aftagande ikterus. Mindre hämatom i buksåret.

$26/10$  1916. (3 kontrollpat., 2 dr. — 52 min.); 2 dr. — 53 min.; | normal koagulationstid.  
(2 " 4 dr. — 59 min.); 4 dr. — 58 min.; |

Sålunda *förlängsammad blodkoagulation* före operationen; mindre hämatombildning i buk-väggsåret; efter oper. normal koagulationstid.

Af dessa 10 patienter med långvarig och höggradig ikterus hafva sålunda de 4 haft normal eller ung. normal koagulationstid, 1 (fall 64) företett obetydligt förlängsammad, 1 (fall 60) förlängsammad, och 3 (fallen 66, 67, 68) påtagligt förlängsammad blodkoagulation (med koagulationstiden ungefär  $1/3$  längre än normalt) samt slutligen 1 (fall 62) haft höggradigt förlängsammad blodkoagulation (med koagulationstiden 3 à 4 ggr längre än normalt). Möjligen kan det förtjäna beaktas, att alla de 5 sistnämnda fallen, sålunda med afsevärdt eller höggradigt förlängd koagulationstid, äro cancerfall och cancerfall med ikterus af minst 5 veckors duration. Ut i 2 af de opererade fallen (fallen 60, 68) har det visat sig, att den före operationen förlängda koagulationstiden efter cholecystenterostomin, då ikterus gått tillbaka, åter blifvit normal. Och ut i 2 af de icke opererade fallen (fallen 66 och 62) har det varit



möjligt att genom upprepade koagulationsbestämningar följa, hur koagulationsförlångsammningen tilltagit med sjukdomen, detta särskildt uti fall 62, där koagulationstiden från att förut hafva varit ung. normal under de sista 10 dagarne af pat:s lif befanns vara förlängd och dagen före exitus höggradigt förlängd.

Hvilket samband har där så uti dessa 10 fall visat sig vara mellan blodets koagulationstid och event. blödningsbenägenhet hos patienten? Med afseende härpå hafva förhållandena tett sig växlande i de olika fallen. Först må då fallet 62 anföras. Denne pat. hade dagen före exitus, då blodkoagulationen befanns vara höggradigt förlångsamnad, blodafgång per rectum och befanns vid sektionen hafva hela den till mansarmtjocklek utspända colon fylld af blodfärgadt innehåll; denna betydande blödning i tarmen låter sig svårligen förklaras af enbart cancer i flex. sigmoidea utan får tämligen säkert sättas i samband med pat:s höggradiga ikterus och sålunda uppfattas som cholämisk. I detta fall har sålunda, om denna uppfattning är riktig, samtidigt med den höggradiga nedsättningen af blodkoagulationen uppträdt symtom af haemorrhagisk diates.

Af de båda andra icke-opererade patienterna med afsevärdt förlångsamnad blodkoagulation — långt mindre förlångsamnad dock än hos fall 62 — (fallen 67, 66) företedde ingendera under observationstiden några blödningar och den senare icke heller vid sektionen. Möjligen fanns ändock hos dessa patienter en viss blödningsbenägenhet och måhända skulle en laparotomi, efter hvilken cholämisk blödning uppträder långt lättare än spontant, ej hafva aflupit utan postoperativ blödning; härom kan man emellertid ej yttra sig med bestämdhet. I alla händelser afhölls kirurgen (i fall 67 prof. BORELIUS, i fall 66 jag själf) i båda dessa fall af den förlångsamnade blodkoagulationen och befarade blödningsrisken att göra laparotomi, som möjligen annars kunnat anses indicerad.

Af de 5 opererade fallen hafva 2 haft måttlig, ej allvarlig postoperativ blödning af cholämisk typ: fall 60 i såret, fall 65 i form af tarmblödning efter cholecystenterostomi — den förra hade förlängd, den senare normal blodkoagulationstid —, samt 2 haft obetydlig blödning: fall 61 i gallblåsan efter cholecystenterostomi, fall 68 i bukväggen i form af ett mindre hämatom — den förra hade normal, den senare förlängd blodkoagulationstid. Det 5:te opererade fallet (fall 69) hade normal koagulationstid och ingen cholämisk efterblödning. Sålunda hafva af de 5 opererade fallen de 2 före laparotomin haft förlängd koagulationstid: båda visade postoperativ blödning, de 3 haft ung. normal koagulationstid: af dessa visade dock den ene måttlig och en annan obetydlig efterblödning och endast den 3:dje var helt fri från postoperativ blödning.

I anslutning till denna nu lämnade redogörelse för resultaten af både de tidigare och mina egna undersökningar torde det så slutligen vara på sin plats att försöka i korthet sammanfatta och fastslå, hvad vi enligt nu föreliggande erfarenhet veta om blodets koagulationstid och om sambandet mellan förlångsamnad blodkoagulation och blödningsrisk vid ikteriska tillstånd.

Först och främst får det då på grund af samstämmiga undersökningsresultat från många håll anses ådagalagdt, att blodets koagulationstid uti alla fall med lindrig eller kortvarig ikterus på grund af hvilken grundsjukdom som helst liksom nästan alltid vid katarral ikterus är normal eller ibland (enligt WEISS och BODE) t. o. m. kortare än normalt. Detta undersökningsresultat stämmer väl öfverens med det kliniskt välkända sakförhållandet, att spontana blödningsar eller öfverhufvud symtom af haemorrhagisk diates ej förekomma uti ikterusfall af nyssnämnd art.

Utaf fallen med långvarig och höjgradig ikterus af olika art visa enligt allas erfarenhet många likaledes normal koagulationstid, men enligt flertalet undersökare rätt många förlängd och åtminstone eustaka fall höjgradigt förlängd koagulationstid<sup>1</sup>. Härvidlag är anmärkningsvärdt, att det ingalunda alltid är fallen med långvarigast och höjgradigast ikterus, som visa den största koagulationsförlängsamningen; denna är sålunda icke — lika litet som blödningsrisken — proportionell med ikterus ålder och grad. Af ikterusfallen med förlängd koagulationstid förete en del inga som helst kliniska symtom af haemorrhagisk diates, medan däremot å en del af dessa fall uppträda cholämiska blödningsar spontant eller postoperativt. Så hafva af MORAWITZ och BIERICH, HANSEN, LEE och WHITE samt författaren iakttagits ikterusfall (med lefvercirrhos eller cancer i gallvägar eller lefver), som befunnits hafva koagulationstiden 2 à 3 ggr. eller än mera förlängd och samtidigt haft spontana blödningsar af cholämisk typ. Vidare hafva KUNIK samt LEE och WHITE iakttagit ikteriska gallstensfall, som befunnits hafva ungefär fördubblad koagulationstid och som efter laparotomi dukat under för cholämisk blödningsar. SCHLOESSMANN har funnit, att vid ingrepp å ikteriska patienter med en koagulationstid, som är  $\frac{1}{2}$  längre än normalt, förefinnes fara för cholämisk efterblödningsar; och fallen 60 och 68 uti min kasuistik visa, att äfven vid en koagulationstid, som är högst  $\frac{1}{3}$  längre än normalt, kan uppträda måttlig eller obetydlig blödningsar af cholämisk art.

Af dessa nu anförda undersökningsresultat torde man vara berättigad att draga följande slutsats: om den ikteriska patientens koagulationstid är  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{1}{2}$  längre än den normala, har man anledning befara eller får åtminstone räkna med möjligheten af cholämisk efterblödningsar efter en event. laparotomi; och om den ikteriska patientens koagulationstid är fördubblad<sup>2</sup> eller än mera förlängd, torde i allmänhet risken för postoperativ lifsfarlig blödningsar vara så stor, att det är klokast och riktigast att öfverhufvud icke operera.

<sup>1</sup> ADDIS' härifrån helt afvikande resultat uti ett cancer pancreatis-fall med höjgradig ikterus och kliniska symtom af haemorrhagisk diates, där han fann förkortad koagulationstid, låter sig möjligen förklara så, att den förkortade koagulationstiden skulle kunna bero på en af blödningsarna framkallad anæmi, liksom SAHLI fann förkortad koagulationstid hos en hämofilipatient under en blödningsperiod.

<sup>2</sup> Möjligen är den formulering, som ofvanstående slutsatser här fått, riktig och giltig endast för koagulationsbestämningar med sådana metoder, som normalt gifva relativt lång koagulationstid; det torde nämligen vara oklart och tills vidare ej utredt, om en fördubbling af koagulationstiden bestämd efter någon af de kapillära metoderna med kort koagulationstid (sålunda t. ex. förlängning från  $2\frac{1}{2}$  till 5 min.) kan direkt likställas med och få anses lika riskabel som en fördubblad koagulationstid efter exempelvis Morawitz eller min metodik med deras relativt långa koagulationstider.

Om man å andra sidan hos en patient med allvarlig ikterus finner blodets koagulationstid vara normal, kan man då känna sig trygg vis à vis cholämisk blödning i händelse af laparotomi? Dessvärre icke; kasuistikens fall 65 visar, att åtminstone mindre allvarlig dylik blödning *kan* uppträda hos en opererad ikterus-patient med normal koagulationstid. Dock torde blödningsrisken i dylika fall oftast vara mycket liten. Häröfver föreligga emellertid af litteraturen att döma tills vidare endast få iakttagelser, så att fortsatta undersökningar äro af nöden för ett exakt besvarande af denna praktiskt viktiga fråga.

Af det nu anförda terde framgå, att bestämning af den ikteriska patientens blodkoagulationstid visserligen ingalunda alltid gifver klart och uttömmande besked om den postoperativa blödningsrisken men i många fall gifver värdefulla hållpunkter för att bedöma densamma. Under sådana förhållanden synes det mig numera få anses vara ej blott lämpligt utan vara *ett bestämt önskemål, att blodets koagulationstid bestämmes efter den ena eller andra metoden å hvarje patient med långvarig — sen mer än 3 à 4 veckor bestående — och höggradig ikterus, innan laparotomi beslutes.*

### Om gallsyrornas inverkan på blodkoagulationen.

Det är sedan länge känt, att patienter med svår ikterus någon gång tämligen plötsligt få allvarliga symtom från centrala nervsystemet: blifva apatiska, somnolenta, omtöcknade, få krampfall, delirier, maniakaliska anfall och slutligen koma, hvar under de då oftast snart duka under. För dessa svåra symtom från centrala nervsystemet, som i mångt och mycket te sig som en förgiftning, har sedan länge användts termen cholämi. I anslutning härtill har man sedan äfven brukat beteckna de symtom af haemorrhagisk diates, sålunda de spontana eller postoperativa blödningar, som ibland uppträda vid långvarig och höggradig ikterus, som cholämiska. Och som symtom af en begynnande cholämi har man nog varit benägen att tyda och uppfatta äfven hvarje skenbart omotiverad, mera plötsligt inträdande försämring i allmäntillståndet med aptitlöshet, höggradig trötthet och kraftnedsättning å en patient med kronisk ikterus. Termen cholämi representerar sålunda ej någon välfärdad sjukdomsbild utan användes snarare som en allmän beteckning för de allvarliga symtom af olika art, som kunna uppträda under en svår ikterus senare stadier. Kliniskt sedt är begreppet cholämi ett rätt oklart och sväfvande begrepp.

Från genes-synpunkt är cholämibegreppet äfven mycket oklart och outredt. Äldre forskare som v. LEYDEN m. fl. ansågo orsaken till dessa s. k. cholämiska symtom vara den, som också namnet angifver, att gallans beståndsdelar och särskildt gallsyrorna i allt för riklig mängd upptagits och anhopats i blodet och väfnaderna. För denna uppfattning uttalar sig äfven Rywosch<sup>1</sup>, som på slutet af 1880-talet utförde ingående och värdefulla undersökningar öfver gallsyrornas inverkan på blodet, hjärtat, kärl- och nervsystemet; han säger: »Die schweren Stör-

<sup>1</sup> Rywosch: Vergleichende Versuche über die giftige Wirkung der Gallensäuren. Arbeiten des Pharmakolog. Institut. zu Dorpat; II; 1888.



ungen, die oft bei Menschen mit Icterus auftreten, haben höchst wahrscheinlich in der Anhäufung der Gallensäure im Blute ihren Grund; ihre Wirkung allein genügt schon, die sogen. cholämischen Intoxikationen zu erklären». Emellertid har man senare iakttagit, att typiska s. k. cholämiska symtom från centrala nervsystemet ibland kunna uppträda äfven uti fall af lefversjukdom, där patienten ej har ikterus alls eller endast helt lindrig ikterus, exempelvis vid atrofisk lefvercirrhos eller utbredd cancer i lefvern <sup>1</sup>. På grund häraf bestred redan FRERICKS på 1870-talet, att de cholämiska symtomen kunna bero på en gallintoxikation. Och vid de djurförsök med injektioner af galla och gallsyrade alkalier, som utförts af v. LEYDEN och andra forskare redan på 1860-talet, och på senare tid med delvis annan försöksanordning af BICKEL <sup>2</sup> och BIEDL <sup>3</sup>, hafva visserligen å försöksdjuren erhållits krampanfall och komatösa tillstånd men symtombilden har dock knappast tett sig så, att försöksresultaten kunna sägas gifva något bestämdt stöd åt den uppfattningen, att de cholämiska symtomen från nervsystemet vid kronisk ikterus skulle bero på gallsyrornas toxiska verkan.

Den nyare uppfattningen om de cholämiska symtomens genes sammanhänger med den på senare tid vunna kunskapen om lefverns centrala betydelse för hela ämnesomsättningen. Vid kronisk ikterus beroende på gallstas blifver lefverparenchymet förr eller senare skadadt, lefvercellerna säte för degenerativa processer, som nedsätta organets funktionsförmåga. Och när lefvern på grund häraf eller på grund af t. ex. stora utbredda cancermetastaser <sup>3</sup> blifvit funktionellt insufficient, inträda rubbningar i ämnesomsättningen och, menar man, ett däraf följande intoxicationstillstånd af ej närmare känd art, som skulle vara den väsentliga orsaken till de s. k. cholämiska symtomen. *Quincke* <sup>4</sup> föreslår därför också att ersätta termen cholämi, som han finner olämplig och vilseledande, »weil die Galle wahrscheinlich nur eine Nebenrolle spielt», med termen och begreppet »hepatisk intoxication», lefverintoxikation; andra författare använda i samma betydelse termen lefverinsufficiens.

Hvad nu denna fråga om cholämins genes angår, så bör man enligt min mening först och främst beakta, att cholämin ej är ett enhetligt sjukdomsbegrepp utan omfattar olikartade och ganska godtyckligt under samma beteckning hopförda symtom. Och det är då mer än möjligt, att dessa olikartade s. k. cholämiska symtom hafva olika genes, och i så fall är det mindre lyckligt eller kanske t. o. m.

<sup>1</sup> Uti den skandinaviska litteraturen äro 2 dylika intressanta fall meddelade af EHRSTRÖM: Ett bidrag till kolemiens patogenes, uti Finska Läkaresällskapets Handlingar; bd 54; 1912.

<sup>2</sup> BICKEL: Ueber die krampferregende Wirkung der Galle und der gallensäuren Salze. Verhandl. d. Congress. f. Inner. Medizin. 1900.

<sup>3</sup> Uti det ena af EHRSTRÖMS ofvan anförda fall, där pat. ej hade ikterus men afled under symtom af cholämi, befanns lefvern vid sektionen så genomsatt af cancermetastaser, att enligt approximativ taxering blott  $\frac{1}{8}$  af organet (lefverns vikt: 2000 gr.) ännu var oförstördt funktionerande lefverparenchym; dessa ung. 250 gr. lefverväfnad hade enligt författarens tolkning varit otillräckliga för lefverfunktionen och de s. k. cholämiska symtomen från nervsystemet sålunda inträdt som en följd af lefverinsufficiens.

<sup>4</sup> QUINCKE och HOPPE-SEYLER: Die Krankheiten der Leber. NOTHNAGELS specielle Pathologie und Therapie. 1899.



meningslöst, att, som hittills oftast skett, afhandla cholämins genes som något enhetligt. Det är sålunda väl möjligt, att de s. k. cholämiska symtomen från centrala nervsystemet hafva *en* orsak och de s. k. cholämiska blödningarna hafva en annan, i analogi med exempelvis de vanliga ikterussymtomen, af hvilka gulfärgningen af blodserum, väfnader och hud gifvetvis beror på gallfärgämnen, medan symtomen<sup>1</sup> bradykardi och hudklåda bero på gallsyrorna. Då spörsmålet om orsakerna till de cholämiska symtomen från nervsystemet för ifrågavarande arbete är af underordnad intresse, så kommer denna fråga uti den följande framställningen ej att vidare beröras utan uteslutande frågan om de s. k. cholämiska blödningarnas genes att närmare afhandlas.

Som redan af det ofvan anförda torde framgå, får detta spörsmål om de s. k. cholämiska blödningarnas genes anses vara ännu olöst och det sålunda betraktas som en fortfarande öppen fråga, huruvida dessa blödningar företrädesvis bero på gallsyrorna i blodet eller företrädesvis på en rubbning i lefverns funktion af en eller annan art. För att kunna besvara denna fråga är det gifvetvis först och främst af vikt att känna, hur gallsyrorna inverka på blodkoagulationen.

Innan jag meddelar resultaten af de undersökningar, som jag själf utfört öfver de gallsyrade alkaliernas inverkan på blodkoagulationen *in vitro*, må först de hithörande tidigare undersökningarna, som jag funnit meddelade uti litteraturen, i korthet refereras. De första undersökningarna häröfver äro utförda på 1880-talet af ALEXANDER SCHMIDTS lärjungar: SAMSON-HIMMELSTJERNA<sup>2</sup> och NAUCK<sup>3</sup>. Den förre fann, att filtreradt hästblodplasma hindras fullständigt från att koagulera vid tillsats af glykokolsyradt eller taurokolsyradt natron till en koncentration af ung. 1 % och ofiltrerad vid tillsats till ung. 2 %, och af ett enda parallellförsök att döma skulle glykokolsyradt natron verka starkare hämmande än taurokolsyradt. NAUCK bekräftade vid sina koagulationsundersökningar dessa SAMSON-HIMMELSTJERNAS iakttagelser; äfven han fann, att det glykokolsyrade saltet verkar »nur etwas intensiver», f. ö. på alldeles samma sätt som det taurokolsyrade. Enligt A. SCHMIDT<sup>4</sup> själf kan det ibland om också sällan förekomma, att det behöfves större tillsats af gallsyrade salter än till 1 %:s koncentration för att hindra koagulation af filtreradt hästblodplasma. Uti sitt ofvan omnämnda förtjänstfulla arbete om gallsyrornas giftiga verkningar har RYWOSCH<sup>5</sup> bland annat meddelat äfven iakttagelser öfver de gallsyrade salternas inverkan på blodkoagulationen. Han fann vid försök med kanin- och hundblod, att om gallsyrade alkalier tillsättas blodet i ringa mängd, påskyndas

<sup>1</sup> Å patienter med hämolytisk ikterus, som hafva gallfärgämnen men ej gallsyror i blodet, förekommer hvarken bradykardi eller hudklåda.

<sup>2</sup> SAMSON-HIMMELSTJERNA: Ueber leukämisches Blut. Dissert. Dorpat 1885.

<sup>3</sup> NAUCK: Ueber eine neue Eigenschaft der Produkte der regressiven Metamorphose der Eiweisskörper. Dissert. Dorpat 1886.

<sup>4</sup> ALEXANDER SCHMIDT: Zur Blutlehre; sid. 97; Leipzig 1892.

<sup>5</sup> l. c.

dess koagulation, om de däremot tillsätts i större mängd förlångsammats eller hindras koagulationen. Så fann han för taurokolsyradt natron koagulationsprocessens optimum ligga vid en tillsats till en koncentration på 0,20 % — koagulationen inträder då »wesentlich rascher als im normalen Blute» —, medan koagulationen blir fullständigt hämmad vid en tillsats af nämnda salt till koncentrationen 0,40 %. På senare tid hafva undersökningar öfver ifrågavarande spörsmål utförts af MORAWITZ och BIERICH<sup>1</sup>. Dessa forskare funno, att vid tillblandning af

1	del	oxgalla	till	20	delar	hundblod	försiggår	koagulationen	normalt,
1	»	»	»	10 à 15	»	»	»	»	blir koagulationen förlångsammad,
1	»	»	»	5	»	»	»	»	helt hämmad.

Vidare funno de, att koagulationen af hundblod ej påverkas af gallsyrade salter (af oxgalla) vid en koncentration af 0,25 %, vid 0,50 % däremot förlångsammats och vid 1 % förlångsammats i hög grad. DOYON<sup>2</sup> åter uppgifver, att tillsats af 1 kem. galla till 10 à 15 kem. hund- eller kaninblod in vitro ej inverkar på koagulationen.

Dessa tidigare undersökningar hafva, som synes, gifvit öfverensstämmande resultat i så måtto, att enligt dem alla gallsyrade salter vid en viss koncentration helt hämma koagulation af blod eller blodplasma. Däremot hafva de olika undersökarna kommit till mindre väl öfverensstämmande resultat beträffande koncentrationen, vid hvilken denna fullständiga koagulationshämning inträder: enligt RYWOSCH vid redan 0,40 % taurokols. natron, enligt öfriga undersökare vid ung. 1 % eller vid först 1 à 2 % glykokols. eller taurokols. natron. Då dessa tidigare undersökningar gifvit så växlande resultat, är en förnyad noggrann undersökning af frågan påtagligen önskvärd och behöflig.

Vid mina koagulationsförsök, hvilka samtliga utförts å *Lunds med.-kemiska institution*, hafva användts dels oxalatplasma från oxen [oxalatblodet erhållet från Malmö slakthus<sup>3</sup>], dels och på senare tiden så godt som uteslutande oxalatplasma från människa [oxalatblodet erhållet genom venpunktion<sup>4</sup> å patienter från *Lunds*

<sup>1</sup> l. c.

<sup>2</sup> DOYON: Action de la bile sur la coagulabilité du sang. Journ. de Phys. et de Path. génér. bd 12; 1910.

<sup>3</sup> Oxblodet har vid slakten direkt uppfångats uti ett större glaskärl innehållande 1 gr. ammoniumoxalat löst uti 100 gr. vatten; den afsedda blodkvantiteten har varit 900 kbem., men den erhållna har vid de olika blodtagningarna afsevärdt växlat, så att oxalathalten varit rätt växlande uti de olika oxoxalatplasmata.

<sup>4</sup> Beträffande detaljerna i den använda tekniken för människo-oxalatplasmats erhållande kan följande förtjäna anföras. Vid venpunktionen hafva i regel bloddroppar först uppfångats från sprutspetsen å urglas till direkt bestämning af koagulationstiden; därefter har en 10 kbem:s punktionsspruta, innehållande 1 kbem. — eller ibland 1,1 à 1,2 kbem. — 1 % ammoniumoxalatlösning, påsatts sprutspetsen och i sprutan sakta uppdragits blod ur venen till volumen 10 kbem. [oxalathalten har sålunda varit ungefär densamma uti de undersökta oxalatplasmata från olika individer]. Sprut-innehållet har omedelbart öfverförs uti ett profrör och omskakats. Efter någon timma har så oxalatblodet centrifugerats å med.-kemiska laboratoriet uti en elektrisk centrifug, som roterar 1,500 à 2,000 hvarf i min., under 4 à 5 min. Det härvid erhållna oxalatplasma, som från de icke-ikteriska patienterna oftast varit färglöst men i enstaka fall lindrigt blodfärgadt på grund af

kirurgiska klinik]. Försöken med oxoxalatplasmata utfördes under första tiden så, att en lämplig mängd oxblodserum tillsattes plasmata för dess koagulation. Snart fann jag emellertid recalcifieringsmetoden<sup>1</sup> från flera synpunkter lämpligare och bekvämare och har sedan uteslutande begagnat mig af den: sålunda vid koagulationsförsöken helt enkelt tillsatt oxalatplasmata den behöfliga mängden calcium. Flertalet koagulationsförsök hafva utförts i profvör vid 25°<sup>2</sup> [profvören hafva placerats i ett vattenbad<sup>3</sup> med denna konstanta temperatur]; ett fåtal försök hafva gjorts å uglas vid rumstemperatur.

Undersökningarna öfver gallsyrornas koagulationsförlångsammande, event. hämmande inverkan vid olika koncentration hafva utförts på följande sätt: afpipetterade mängder oxalatplasma hafva försatts med växlande också afpipetterade mängder af en gallsyrad alkali-lösning<sup>4</sup> — eller vid de tidigare försöken af ibland lösningar af intorkad oxgalla eller människogalla —, och efter calciumtillsats hafva koagulationstiderna för de olika profven med växlande gallsyrehalt eller eventuell koagulationshämning iakttagits.

Dessutom hafva koagulationsförsök utförts direkt å kaninblod, erhållet genom snitt i öronven, hvilket blandats med afpipetterad mängd gallsyrad alkali; härvid hafva blodprofvens kvantitet approximativt bestämts på det sättet, att antalet blod-droppar till de resp. profven räknats och enstaka droppar under blodprofvens tagande uppfångats på vägda filtrerpappersbitar och omedelbart vägts å en torsionsvåg.

Beträffande recalcifieringen af oxalatplasmata må anmärkas, att calciumtillsatsen ej gjorts efter teoretisk beräkning<sup>5</sup>, utan hafva plasmata koagulationstider vid olika calciumtillsats bestämts och det sålunda praktiskt pröfvats, vid hvilken calciumtillsats ifrågavarande oxalatplasma koagulerat på kortast tid. Ett par dylika försök anföras.

hämolys, har afpipetterats och sedan förvarats i kallt rum, tills det tagits i bruk och därefter afven mellan försöken. I regel hafva koagulationsförsöken med oxalatplasmata utförts på e. m. eller kvällen samma dag, som blodprofvet tagits, och eventuellt fortsatta försök gjorts följande dag. — Det är af en viss vikt, att oxalatblodet från olika individer och vid olika undersöknings-tillfällen centrifugeras lika länge och lika kraftigt. Af centrifugeringens styrka beror nämligen oxalatplasmata halt af Blutplättchen, hvilken i hög grad inverkar på det recalcifierade plasmata koagulationstid (se BORDER och DELANGE: *Le coagulation du sang et la genèse de la thrombine. Annales de l'Institut Pasteur*; bd 26; s. 666; 1912). För att få från koagulationssynpunkt likvärda oxalatplasmata, måste man alltså låta oxalatblodprofven undergå lika höggradig centrifugering.

<sup>1</sup> Metodens princip är tidigare omnämnd på sid. 36.

<sup>2</sup> Alla senare anförda försök äro utförda på detta sätt, om det ej uttryckligen angifves, att de utförts å uglas eller vid annan temperatur.

<sup>3</sup> På det använda vattenbadet är fastsatt uti vattenytan ett ståltrådgaller med lagom stora maskor för profvören, så att dessa lätt och bekvämt kunna sättas ned och tagas upp ur vattnet.

<sup>4</sup> För mina försök med gallsyrad alkalitillsats har jag nästan uteslutande använt ett af aflidne prof. LANG framställt preparat af Plattners kristalliserade galla (oxgalla). Preparatet är alldeles hvitt utan spår af gallfärg och löses helt i vatten. Vid analys har det visat sig hålla 2,27 % svavel och skulle efter beräkning, om den funna S-halten användes som beräkningsgrund, bestå af ungefär 63 % glykokolsyrad och 37 % taurokolsyrad alkalier. *Uti alla senare anförda försöksprotokoll etc. betyder alltså »gallsyrad alkali» detta preparat*, om ej uttryckligen annorlunda anges.

<sup>5</sup> För oxoxalatplasmata skulle det ej varit möjligt, då oxalathalten uti dem af ofvan uppgifven orsak varit rätt växlande.



		Koag. tid.
<i>Försök 17/11 1915.</i>		
2 kem. oxoxalatpl. + 0,2 kem. 1/2 0/0 CaCl <sub>2</sub> .....		okoag. eft. 45 min.
” + 0,3 ” .....		10 min.
” + 0,4 ” .....		7 ”
” + 0,5 ” .....		6 ”
” + 0,6 ” .....		7 ”
” + 0,8 ” .....		7 ”
” + 1,2 ” .....		12 ”
<i>Försök 20/3 1916 å urglas vid 21°.</i>		
0,200 kem. människooxalatpl. + 0,05 kem. 1/4 0/0 CaCl <sub>2</sub> ....		okoag. eft. 30 min.
” + ” 1/2 0/0 CaCl <sub>2</sub> ....		11 min.
” + ” 1 0/0 CaCl <sub>2</sub> ....		10 ”
” + ” 1 1/2 0/0 CaCl <sub>2</sub> .		30 ”
<i>Försök 5/7 1916.</i>		
0,200 kem. människooxalatpl. + 0,03 kem. 1 0/0 CaCl <sub>2</sub> ...		7 min.
” + 0,05 ” ” .....		6 ”

Som af dessa och talrika andra likartade försök framgår, kan calciumhalten i blodplasmata växla inom afsevärda gränser utan att det inverkar på dess koagulationstid<sup>1</sup>; tillsättes emellertid calcium öfver en viss gräns, så förlängsammas koagulationen. Vid mina försök med oxalatblod från människa har jag oftast tillsatt 0,050 kbem. 1 0/0 CaCl<sub>2</sub>-lösning till 0,200 kbem. plasma.

Med den nu angifna metodiken har jag under hösten 1915 och år 1916 utfört ett mycket stort antal koagulationsförsök. För allmän orientering i frågan om gallsyrodnas inverkan på blodkoagulationen må här först anföras endast ett par af dessa försök av olika slag.

*Försök 9/11 1915* (å urglas vid 19°) öfver gallsyrade alkaliens koagulationsförlängsammande inverkan direkt på kaninblod. De olika bloddropparnes vikt befunnos vid detta försök variera mellan 45 och 61 mgr med medelvikten 55 gr.

		Ung. 0/0 gall- alk.	Koag. tid
2 bloddroppar + 2 vattendroppar (kontrollprof).....		—	16 min.
5 ” (= ung. 0,275 gr.) + 0,050 kem. 3 0/0 gall. alk. ....		0,46 0/0	24 ”
4 ” (= ung. 0,220 gr.) + ” ” .....		0,55 ”	31 ”
3 ” (= ung. 0,165 gr.) + ” ” .....		0,70 ”	delvis koag. eft. 1 tim.
2 ” (= ung. 0,110 gr.) + ” ” .....		0,94 ”	okoag. efter 1 tim.

<sup>1</sup> För så vidt det är berättigadt att af dessa koagulationsförsök in vitro draga någon slutsats rörande blodkoagulationen in vivo, så synes mig detta resultat bestämdt angifva, att det ej är möjligt att genom calciumtillförsel per os å åtminstone friska individer förkorta blodets koagulationstid [se sid. 30].



Försöket visar att kaninblodets koagulation förlångsammas afsevärdt vid en tillsats af gallsyrad alkali till 0,40 å 0,50 % och högst betydligt vid en tillsats till 0,70 å 0,90 %. Emellertid kunna vid koagulationsbestämningar sådana som dessa direkt på färskt taget blod de olika blodprofvens gallsyrehalt ej exakt utan blott approximativt beräknas, då bloddropparne vid en dylik blodprofvtagning ingalunda alla äro lika stora och det följaktligen ej är möjligt att noggrannt bestämma blodprofvens storlek.

*Försök* <sup>23/10</sup> 1915 öfver oxgallas (med 7,6 % fasta beståndsdelar) koagulationsförlångsammande inverkan på oxoxalatplasma.

	% fasta gallbeståndsdelar	Koag.-tid
2 kem. oxplasma + 0,40 kem. $\frac{1}{2}$ % $\text{CaCl}_2$ (kontrollprof) .....	—	8 min.
do » + 0,05 kem. galla.....	0,16 %	7 »
do » + 0,10 » .....	0,30 »	12 »
do » + 0,10 » .....	0,30 »	13 »
do » + 0,15 » .....	0,45 »	30 »
do » + 0,20 » .....	0,60 »	2 $\frac{1}{2}$ tim.
do » (kontrollprof) .....	—	8 min.

Försöket visar, att koagulationen af recalcifierad oxoxalatplasma ej påverkas af 0,16 % fasta gallbeståndsdelar, däremot förlångsammas af 0,30 % och förlångsammas högst betydligt af 0,60 % fasta gallbeståndsdelar.

*Försök* <sup>20/11</sup> 1915 öfver gallsyrade alkaliers koagulationsförlångsammande inverkan på oxoxalatplasma.

	% galls. alk.	Koag.-tid <sup>1</sup>
1 kem. oxplasma + 3 kem. oxblodserum + 0,30 kem. vatten (kontrollprof) .....	—	22 min.
do » + 0,30 » 3 % galls. alk.....	0,21 %	30 »
do » + 0,40 » .....	0,27 »	43 »
do » + 0,60 » .....	0,40 »	56 »
do » + 0,60 » vatten (kontrollprof) .....	—	20 »

Detta försök visar, att en tillsats af 0,21 % gallsyrad alkali förlångsammnar koagulationen af ett med serum försatt oxoxalatplasma.

<sup>1</sup> Koagulationstiden för ett oxalatplasma blir alltid betydligt längre vid serumtillsats än vid calciumtillsats och det äfven om serum tillsättes i möjligast gynsamma proportion, hvilket enligt min erfarenhet för oxblod är 2 å 3 serum på 1 plasma.

Försök <sup>12</sup>/<sub>11</sub> 1915 öfver gallsyrade alkaliers koagulationsförlängsammande verkan på oxoxalatplasma.

	‰ galls. alk.	Koag.-tid
2 kem. oxplasma + 0,20 kem. <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ‰ CaCl <sub>2</sub> (kontrollprof) .....	—	8 min.
d:o + 0,15 kem. 3 ‰ galls. alk. ....	0,19 ‰	8 »
d:o + 0,20 » » .....	0,25 ‰	10 »
d:o + 0,25 » » .....	0,31 ‰	14 »
d:o + 0,30 » » .....	0,36 ‰	16 »
d:o + 0,35 » » .....	0,41 ‰	17 »
d:o + 0,40 » » .....	0,46 ‰	21 »
d:o + 0,50 » » .....	0,55 ‰	30 »
d:o (kontrollprof) .....	—	7 »

Uti detta försök har 0,36 ‰ gallsyrad alkali förlängt det recalcifierade oxalatplasmats koagulationstid från 7 à 8 min. till 16 min; äfven talrika andra försök visa, att en tillsats af omkring 0,35 ‰ gallsyrade alkalier i regel ungefär fördubblar oxalatplasmats koagulationstid.

Dessa nu anförda försök torde vara tillräckliga för att allmänt belysa frågan om gallsyrornas förlängsammande inverkan på blodplasmats koagulation.

Tidigare undersökare anse sig, som redan förut nämnts, hafva funnit, att de glykokolsyrade och de taurokolsyrade salterna ej skulle verka i samma grad koagulationshämmande; med anledning häraf har jag utfört en serie försök för att utröna, hur sig därmed förhåller. Vid dessa försök har jag använt jämte och samtidigt med mitt vanliga preparat <sup>1</sup> af »Plattners» kristall galla (i efterföljande tabeller kalladt som vanligt »gallsyr. alk.») tvenne från MÆRCK erhållna preparat, det ena signeradt glykokolsyradt natron, det andra taurokolsyradt natron. Ett par af de gjorda försöken anföras.

	‰ galls. alk.	Koag.-tid
<i>Försök <sup>19</sup>/<sub>11</sub> 1915 med oxoxalatplasma.</i>		
2 kem. plasma + 0,60 kem. <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ‰ CaCl <sub>2</sub> + 0,20 kem. vatten .....	—	7 min.
d:o + 0,22 » 3 ‰ galls. alk. ....	0,23 ‰	9 »
d:o + 0,25 » » .....	0,27 ‰	9 »
d:o + 0,28 » » .....	0,30 ‰	10 »
d:o + 0,30 » vatten .....	—	7 »
2 kem. plasma + 0,60 kem. <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ‰ CaCl <sub>2</sub> + 0,20 kem. vatten .....	—	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> min.
d:o + 0,20 » 3 ‰ taurokols. natr. ....	0,22 ‰	8 »
d:o + 0,30 » » .....	0,31 ‰	10 »
d:o + 0,40 » » .....	0,40 ‰	13 »
d:o + 0,30 » vatten .....	—	7 »
2 kem. plasma + 0,60 kem. <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ‰ CaCl <sub>2</sub> + 0,20 kem. vatten .....	—	7 min.
d:o + 0,20 » 3 ‰ glykokols. natr. ....	0,22 ‰	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> »
d:o + 0,30 » » .....	0,31 ‰	10 »
d:o + 0,40 » » .....	0,40 ‰	14 »
d:o + 0,30 » vatten .....	—	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> »

<sup>1</sup> Som tidigare nämnts, består ifrågavarande preparat af ung. 63 ‰ glykokolsyrade och 37 ‰ taurokolsyrade alkalier.

Försöksserien visar, att alla tre preparaten vid en koncentration af 0,22 à 0,23 % påtagligt men obetydligt förlängsamma koagulationen och att både taurokolsyradt och glykokolsyradt natron vid en koncentration af 0,40 % förlänger koagulationstiden till ung. den dubbla.

	Koagulationen	
	hämmas ej vid:	hämmas vid:
<i>Försök <sup>23</sup>/<sub>5</sub> 1916 med 3 dygn gammalt oxoxalatplasma.</i>		
Gallsyr. alkali .....	0,48 %	0,53 %
Glykokols. natr. ....	0,48 %	0,53 %
Taurokols. natr. ....	0,44 %	0,48 %
<i>Försök <sup>25</sup>/<sub>5</sub> 1916.</i>		
Gallsyr. alkali .....	0,50 %	0,53 %
Glykokols. natr. ....	0,45 %	0,50 %
Taurokols. natr. ....	0,45 %	0,50 %

Äfven uti dessa försök hafva som synes de tre preparaten gifvit i stort sett väl öfverensstämmande resultat. Ett par af de öfriga lithörande försöksserierna hafva däremot gifvit mindre väl öfverensstämmande resultat, men då uti dessa de med de olika preparaten gjorda bestämningarna visa tämligen regellösa växlingar, äro de af mindre värde och tillåta ej några slutsatser. Mina försök synas mig sålunda tämligen tydligt angifva, att det ej finnes någon åtminstone väsentlig skillnad uti de glykokolsyrade och de taurokolsyrade alkaliernas hämmande inverkan på blodkoagulationen.

En fråga, som är af en viss vikt för hela uppfattningen om det sätt, hvarpå gallsyrorna verka koagulationsförlängsammade och hämmande, är följande: är det proportionen mellan blodplasmats mängd och mängden tillsatta gallsyror eller är det procenten gallsyror uti profvet, som är afgörande för hämmningsgraden? Denna fråga låter sig enklast besvaras genom försök med vattentillsats till gallsyreförsatta koagulationsprof, hvarigenom proportionen mellan mängden plasma och mängden gallsyror i profvet gifvetvis ej förändras men procenthalten gallsyror i hela profvet däremot blifver mindre. Tidigare dylika försök, utförda af SAMSON-HIMMELSTJERNA <sup>1</sup>, NAUCK <sup>1</sup> samt MORAWITZ och BIERICH <sup>1</sup>, hafva visat, att koagulation inträder, om ett okoagulerbart »Gallenblut» utspädes med en lämplig mängd vatten eller koksaltlösning. Frågan kräfver emellertid en mera ingående undersökning.

För att kunna rätt tolka resultaten af dylika försök måste man först och främst känna, hur tillsats af vatten eller fysiolog. koksaltlösning i olika mängd i och för sig inverkar på plasmaprofvens koagulationstid. Ett par försök häröfver meddelas därför först.

<sup>1</sup> l. c.

				Koag.-tid
<i>Försök 18/5 1916 med 2 dygn gammalt människooxalatplasma.</i>				
0,200 kem. plasma	+	0,050 kem. 1 % $\text{CaCl}_2$ -lösning	.....	8 min.
	d:o	+	0,200 kem. vatten	7 »
	d:o	+	0,300 »	7 »
	d:o	+	0,400 »	7 »
0,100 kem. plasma	+	0,025 kem. 1 % $\text{CaCl}_2$ -lösning	.....	7 »
	d:o	+	0,200 kem. vatten	7 »
	d:o	+	0,300 »	8 »
	d:o	+	0,400 »	14 »
<i>Försök 31/5 1916 med färskt oxoxalatplasma.</i>				
1,000 kem. plasma	+	0,200 kem. 1 % $\text{CaCl}_2$ -lösning	.....	5 1/2 min.
0,800 »	+	0,160 »	0,240 kem. fys. NaCl	5 »
0,600 »	+	0,120 »	0,480 »	6 »
0,400 »	+	0,080 »	0,720 »	5 1/2 »
0,300 »	+	0,060 »	0,840 »	7 »

Dessa försök visa, att en utspädning af recalcifieradt oxalatplasma med vatten eller fysiologisk koksaltlösning i proportionen 1 : 1 och 1 : 2 ej alls inverkar på dess koagulationstid, i proportionen 1 : 3 obetydligt förlänger densamma, medan tillsats i proportionen 4 : 1 höjgradigt förlängsammar koagulationen.

Försöken, i hvilka vatten eller fysiologisk koksaltlösning i växlande mängd tillsatts oxalatplasma prof med gallsyrad alkali, må så anföras.

				% galls. alk.	Koag.- tid
<i>Försök 18/5 1916 med 2 dygn gammalt människooxalatplasma.</i>					
1. 0,200 kem. plasma	+	0,050 kem. 2 % galls. alk.	+	0,050 kem. 1 % $\text{CaCl}_2$	6,33 % 15 min.
2. 0,100 »	+	0,100 kem. v.	+	0,025 »	0,36 % 15 »
3. 0,100 »	+	0,200 »	+	0,025 »	0,27 % 12 »
4. 0,200 »	+	0,400 »	+	0,050 »	0,14 % 10 »

Som synes har det vid detta försök för koagulationstiderna varit utan betydelse, att samma kvantitet gallsyrad alkali uti profven 1 och 4 tillsatts en dubbel så stor plasmamängd som uti profven 2 och 3; procenten gallsyrad alkali uti de olika profven har tydligen varit afgörande för koagulationsförlängsamningen.

				% galls. alk.	Koag.- tid
<i>Försök 31/5 1916 med färskt oxoxalatplasma.</i>					
1,000 kem. plasma	+	0,200 kem. 2 % galls. alk.	+	0,200 kem. 1 % $\text{CaCl}_2$	0,29 % 9 min.
»	+	0,500 kem. fys. NaCl	+	»	0,21 % 8 »
»	+	1,000 »	+	»	0,17 % 6 »
»	+	1,500 »	+	»	0,14 % 6 »
»	+	2,000 »	+	»	0,12 % 5 1/2 »



Vid detta försök är uti alla profven tillsatt samma kvantitet gallsyrad alkali till samma mängd plasma och dock visa de olika profven växlande koagulationstider, äfven här tydligen beroende på den olika koncentrationen gallsyrad alkali uti dem.

							°/o. galls. alk.	Koag.-tider	
								försök 1	försök 2
<i>Försök</i> <sup>31/5</sup> 1916 med färskt oxalatplasma.									
1,000 kem. plasma	+					+ 0,200 kem. 1 % CaCl <sub>2</sub>	—	5 1/2 min.	5 1/2 min.
1,000 »	+					+ 0,200 »	0,29 %	10 »	10 1/2 »
0,800 »	+	0,240 kem. fys. NaCl	+	»	»	+ 0,160 »	0,29 %	9 »	9 »
0,600 »	+	0,480 »	+	»	»	+ 0,120 »	0,29 %	10 »	9 »
0,400 »	+	0,720 »	+	»	»	+ 0,030 »	0,29 %	10 »	12 »
0,300 »	+	0,840 »	+	»	»	+ 0,060 »	0,29 %	20 »	19 »

De båda kolumnernas koagulationstider angifva resultaten af 2 omedelbart efter hvarann likartadt utförda försöksserier, hvilka visa ganska god öfverensstämmelse. I dessa båda serier hafva alla profven varit försatta med gallsyrad alkali till samma koncentration och, som synes, koagulationstiderna också varit ungefär de samma uti de olika profven med växlande plasmamängd, så länge plasmat ej varit utspädt mer än ungefär i proportionen 1 : 2; uti profven, där plasmat varit mera utspädt, sålunda i proportionen 1 : 3, har däremot samma koncentration gallsyrade alkalier åstadkommit betydligt starkare koagulationsförlängsamning.

Enligt hvad de nu anförda försöken visa, är sålunda procenthalten gallsyrad alkali under vanliga försöksbetingelser det afgörande för hämmningsgraden uti koagulationsprof; men om plasmat är utspädt med vatten eller fysiologisk koksaltlösning (till 1 på 3 eller ännu mera), så att dess koagulationsförmåga är nedsatt, så ger en viss procent gallsyrade alkalier starkare hämning än uti outspädt plasma. Till denna fråga återkommer jag senare.

Jag öfvergår så till att meddela resultaten af de undersökningar, som jag utfört för att få följande båda för ifrågavarande arbete praktiskt viktiga frågor så noggrannt som möjligt utredda, nämligen: 1) hvilken är den lägsta koncentration, vid hvilken tillsatta gallsyrade alkalier påvisbart förlängsamma människoplasmas koagulation? 2) och vid hvilken koncentration hindra tillsatta gallsyrade alkalier människoplasmas koagulation?

Först anföras några af försöken, som gälla den förra frågan och här endast sådana, som äro utförda å färskt oxalatplasma från hämatologiskt friska individer.

				°/o galls. alk.	Koag.-tid
<i>Undersökning</i> <sup>17/4</sup> 1916.					
0,200 kem. plasma	+	0,05 kem. 1 % CaCl <sub>2</sub> (kontrollprof)	.....	—	8 min.
d:o	d:o	+ 0,040 kem. 1 % galls. alk....		0,14 %	8 1/2 »
d:o	d:o	+ 0,050 »	d:o	0,17 %	10 »
d:o	d:o	+ 0,060 »	d:o	0,20 %	10 »

Koagulationsförlängsamning vid 0,17 % gallsyrade alkalier.

	°/o galls. alk.	Koag.-tid
<i>Undersökning</i> <sup>31/3</sup> 1916.		
0,200 kem. plasma + 0,04 kem. 1 °/o CaCl <sub>2</sub> (kontrollprof) .....	—	6 1/2 min.
d:o d:o d:o .....	—	7 »
d:o d:o + 0,060 kem. 1 °/o galls. alk....	0,20 °/o	8 »
d:o d:o + 0,060 d:o ...	0,20 °/o	8 »
d:o d:o + 0,100 d:o ...	0,30 °/o	11 »
d:o d:o + 0,100 d:o ...	0,30 °/o	13 »

Koagulationsförlängsamning vid 0,20 °/o gallsyrade alkalier.

	°/o galls. alk.	Koag.-tid
<i>Undersökning</i> <sup>9/4</sup> 1916 å urglas vid 18°.		
0,200 kem. plasma + 0,05 kem. 1 °/o CaCl <sub>2</sub> (kontrollprof) .....	—	20 min.
d:o d:o + 0,040 kem. 1 °/o galls. alk....	0,14 °/o	20 »
d:o d:o + 0,060 »	0,20 °/o	24 »

Koagulationsförlängsamning vid 0,20 °/o gallsyrade alkalier.

	°/o galls. alk.	Koag.-tid
<i>Undersökning</i> <sup>9/4</sup> 1916.		
0,200 kem. plasma + 0,05 kem. 1 °/o CaCl <sub>2</sub> (kontrollprof) .....	—	6 min.
d:o d:o d:o .....	—	5 1/2 »
d:o d:o + 0,060 kem. 1 °/o galls. alk....	0,20 °/o	7 1/2 »
d:o d:o + 0,060 »	0,20 °/o	6 1/2 »
d:o d:o + 0,100 »	0,30 °/o	10 »
d:o d:o + 0,100 »	0,30 °/o	10 »

Koagulationsförlängsamning vid 0,20 °/o gallsyrade alkalier.

	°/o galls. alk.	Koag.-tid
<i>Undersökning</i> <sup>17/4</sup> 1916.		
0,200 kem. plasma + 0,05 kem. 1 °/o CaCl <sub>2</sub> (kontrollprof) .....	—	8 min.
d:o d:o + 0,040 kem. 1 °/o galls. alk....	0,14 °/o	8 1/2 »
d:o d:o + 0,050 »	0,17 °/o	8 »
d:o d:o + 0,060 »	0,20 °/o	8 1/2 »
d:o d:o + 0,070 »	0,22 °/o	9 »
d:o d:o + 0,080 »	0,24 °/o	10 »

Koagulationsförlängsamning vid 0,22 °/o gallsyrade alkalier.

	°/o galls. alk.	Koag.-tid
<i>Undersökning</i> <sup>29/4</sup> 1916 å urglas vid 21°.		
0,200 kem. plasma + 0,05 kem. 1 °/o CaCl <sub>2</sub> (kontrollprof) .....	—	17 min.
d:o d:o + 0,050 kem. 1 °/o galls. alk. ....	0,17 °/o	16 »
d:o d:o + 0,060 »	0,20 °/o	17 »
d:o d:o + 0,070 »	0,22 °/o	19 »
d:o d:o + 0,080 »	0,24 °/o	20 »

Koagulationsförlängsamning vid 0,22 °/o gallsyrade alkalier.

Uti de här anförda försöken har som synes koagulationen af oxalatplasma från olika individer börjat förlängsammas vid en gallsyrad alkali-tillsats af 0,17 % à 0,22 %. Och ett stort antal andra likartade försök å ett flertal individer hafva gifvit härmed öfverensstämmande resultat: först påvisbar koagulationsförlängsamning vid 0,17 % à 0,24 %. Af dessa undersökningar framgår alltså, *att gallsyrade alkaliers närvaro uti mindre mängd än 0,17 % à 0,20 % in vitro ej inverkar på färskt enligt ofvan angifven metodik framställt människoplasmas koagulationstid; först vid ungefär 0,20 % förlänga gallsyrade alkalier koagulationstiden.*

Vi komma så till försöken, som utförts för att klargöra, vid hvilken koncentration tillsatta gallsyrade alkalier hindra normalt människoplasmas koagulation. Då dessa bestämningar äro för hela ifrågavarande arbete af synnerlig vikt, må först anföras ett par fullständiga försöksprotokoll.

	% galls. alk.	Koag.-tid
<i>Undersökning 18/4 1916 å oxalatplasma från samma dag.</i>		
0,200 kem. plasma + 0,05 kem. 1 % $\text{CaCl}_2$ (kontrollprof) .....	—	6 min.
d:o + 0,060 kem. 2 % galls. alk...	0,39 %	13 »
d:o + 0,090 kem. » ...	0,53 %	32 »
d:o + 0,100 kem. » ...	0,57 %	38 »
d:o + 0,110 kem. » ...	0,61 %	98 »
0,200 kem. plasma + 0,05 kem. 1 % $\text{CaCl}_2$ + 0,100 kem. 2 % galls. alk...	0,57 %	50 min.
d:o + 0,110 kem. » ...	0,61 %	delvis koag. efter 6 tim.
d:o + 0,120 kem. » ...	0,65 %	okoag. efter 6 tim.
0,200 kem. plasma + 0,05 kem. 1 % $\text{CaCl}_2$ + 0,110 kem. 2 % galls. alk...	0,61 %	delvis koag. efter 5 tim.
d:o + 0,120 kem. » ...	0,65 %	okoag. efter 5 tim.

Båda profven med 0,65 % galls. alk. voro alltså flytande efter 5 à 6 tim. och af de 3 profven med 0,61 % koagulerade visserligen det ena på 1 1/2 timma, men de 2 öfriga voro blott delvis koagulerade efter 5 à 6 tim.; sålunda fullständig hämning vid 0,65 % och hämning äfven vid 0,61 %.

Resultat: koagulationshämning vid 0,61 % gallsyrade alkalier.

	% galls. alk.	Koag.-tid
<i>Undersökning 2/7 1916 å oxalatplasma från samma dag.</i>		
0,200 kem. plasma + 0,05 kem. 1 % $\text{CaCl}_2$ (kontrollprof) .....	—	6 min.
d:o + 0,055 kem. 2 % galls. alk...	0,36 %	16 »
d:o + 0,080 kem. » ...	0,48 %	35 »
d:o + 0,100 kem. » ...	0,57 %	48 »
0,200 kem. plasma + 0,05 kem. 1 % $\text{CaCl}_2$ + 0,090 kem. 2 % galls. alk...	0,53 %	50 min.
d:o + 0,100 kem. » ...	0,57 %	< 4 tim.
d:o + 0,110 kem. » ...	0,61 %	delvis koag. efter 4 tim.

	‰ galls. alk.	Koag.-tid
0,200 kem. plasma + 0,05 kem. 1 ‰ CaCl <sub>2</sub> (kontrollprof) .....	—	6 min.
do + 0,100 kem. 2 ‰ galls. alk...	0,57 ‰	< 6 tim.
do + 0,105 kem. » ...	0,59 ‰	okoag. efter 6 tim.
do + 0,110 kem. » ...	0,61 ‰	okoag. efter 6 tim.

Uti alla 3 profven med 0,57 ‰ galls. alk. har koagulation inträdd, däremot icke uti 1 prof med 0,59 ‰ och ej heller uti 2 prof med 0,61 ‰.

Resultat: koagulationshämning vid 0,59 ‰ gallsyrade alkalier.

	‰ galls. alk.	Koag.-tid
<i>Undersökning 7/9 1916 å oxalatplasma från samma dag.</i>		
0,200 kem. plasma + 0,05 kem. 1 ‰ CaCl <sub>2</sub> (kontrollprof) .....	—	8 min.
do + 0,060 kem. 2 ‰ galls. alk...	0,39 ‰	17 »
do + 0,100 kem. » ...	0,57 ‰	okoag. efter 15 tim.
do + 0,110 kem. » ...	0,61 ‰	okoag. efter 15 tim.
0,200 kem. plasma + 0,05 kem. 1 ‰ CaCl <sub>2</sub> + 0,060 kem. 2 ‰ galls. alk...	0,48 ‰	< 15 tim.
do + 0,090 kem. » ...	0,53 ‰	< 15 »
do + 0,100 kem. » ..	0,57 ‰	< 15 »
do + 0,110 kem. » ...	0,61 ‰	nästan koag. efter 15 tim.
0,200 kem. plasma + 0,05 kem. 1 ‰ CaCl <sub>2</sub> + 0,100 kem. 2 ‰ galls. alk...	0,57 ‰	< 15 tim.
do + 0,105 kem. » ...	0,59 ‰	delvis koag. efter 15 tim.
do + 0,110 kem. » ..	0,61 ‰	okoag. efter 15 tim.
do + 0,120 kem. » ...	0,65 ‰	15 tim.

Af 3 prof med 0,57 ‰ koagulerade de 2, det 3:dje icke; 1 prof med 0,59 ‰ koagulerade blott delvis och af 3 prof med 0,61 ‰ koagulerade icke de 2, det 3:dje nästan.

Resultat: koagulationshämning vid 0,59 ‰ gallsyrade alkalier.

Vid dessa undersökningar hafva, som af de nu anförda protokollen framgår, liksom vid mina öfriga likartade undersökningar, koagulationstiderna först bestämts uti en mera orienterande serie plasmaprof och koagulationen därefter iakttagits uti ytterligare två serier, i hvilka de olika profven försatts med gallsyrade alkalier i sådana mängder, att deras halt häraf kunnat förmodas ligga strax öfver och strax under den koagulationshämmande koncentrationen. Då det härvid gällt att endast fastställa, vid hvilken koncentration tillsatta gallsyrade alkalier hindra ifrågavarande plasmas koagulation, har det ej varit nödigt att bestämma de olika profvens koagulationstider utan tillräckligt att låta rören stå i vattenbadet vid 25° under 4 å 5 timmar (eller event. natten öfver under 12 å 15 timmar) och först därefter



tillse, uti hvilka rör — sålunda vid hvilka gallsyrade alkalikoncentrationer — koagulation inträddt och vid hvilka den hämmats helt eller delvis. Liksom uti de 3 ofvan anförda försöken hafva resultaten uti de olika serierna för det stora flertalet undersökta plasmata visat god eller någorlunda god öfverensstämmelse<sup>1</sup> — ju noggrannare pipetteringar, desto bättre öfverensstämmande resultat — och har det sålunda varit möjligt att för resp. plasmata få ett pålitligt värde för den koagulationshämmande gallsyrade alkalikoncentrationen. Som redan framgår af anmärkningarna till de ofvan anförda försöksprotokollen, har jag betecknat koagulationen som »hämmad» ej blott när blodprovet efter 4 à 5 timmar fortfarande hållit sig helt flytande utan äfven när blodprovet efter denna tid varit delvis koaguleradt och delvis okoaguleradt. «Koagulationshämmning» (vid t. ex. en viss % galls. alk.) är sålunda, såsom termen användes i detta arbete, ej liktydigt med helt hindrad koagulation utan betyder: ofullständig koagulation eller helt hindrad koagulation.

Med denna nu beskrifna metodik har jag sedan mars 1916 — dessförinnan försökte jag fast med mindre framgång att förfara på annat sätt -- undersökt blodplasmata från dels ett antal ikteruspatienter dels fullt ett 40-tal (nästan uteslutande) manliga individer<sup>2</sup> i ålder mellan 15 och 80 år, som vårdats å *Lunds* kirurgiska klinik för diverse skador eller hämatologiskt indifferentia åkommor och sålunda för deras del fastställt, vid hvilken koncentration tillsatta gallsyrade alkalier hämmat blodplasmats koagulation. Bestämningarna äro i flertalet fall gjorda samma dag, som blodprovet tagits, i några fall först följande dag. Resultaten af undersökningarna å de icke-ikteriska patienterna meddelas uti efterföljande tabell.

Patientens ålder och diagnos	Undersök- ningsdag	Koagul- hämmning vid % galls. alk.
80 års man (prostatiker) .....	14/4	0,61 %
40 års kv. (ikterus tidigare) .....	»	0,61 %
20 års man (mastoidit) .....	18/4	0,61 %
30 års kv. (mjältförstoring) .....	»	0,55 à 0,57 %
31 års man (neurasteni).....	28/4	0,65 %
47 års man (mastoidit) .....	»	0,61 à 0,65 %
45 års man (ljumskbräck).....	»	0,65 à 0,68 %
40 års man (hjärtumör?).....	16/5	0,57 %
74 års man (sårskada) .....	»	0,57 %
78 års man (prostatiker) .....	»	0,61 %
56 års man (mastoidit) .....	»	0,57 %
63 års man ( <i>cancer</i> ventriculi et <i>hepatis</i> ) ...	27/5	0,45 %
52 års man (prostatiker) .....	»	0,55 %

<sup>1</sup> Enstaka prof hafva någon gång gifvit afvikande och mer eller mindre påtagligt missvisande resultat utan att man alltid kunnat finna någon rimlig förklaring.

<sup>2</sup> Å nästan alla dessa individer har samtidigt bestämts äfven blodets koagulationstid (se sid. 54—57).

Patientens ålder och diagnos	Undersök- ningsdag	Koagul. hämning vid 0/0 galls. alk.
63 års man (cancer ventriculi) .....	27/5	0,53 0/0
62 års man (oesophagusstriktur) .....	»	0,55 0/0
63 års man (cancer? i buken) .....	31/5	0,55 å 0,59 0/0
21 års man (fraktur) .....	»	0,59 0/0
40 års man (haemorrhoider) .....	»	0,61 å 0,63 0/0
37 års man (sårskada) .....	»	0,59 0/0
43 års man (kron. rheumatism) .....	4/7	0,59 0/0
39 års man (org. hjärtfel) .....	»	0,57 0/0
45 års kv. (bensår) .....	»	0,68 0/0
28 års man (pleurit) .....	11/7	0,62 0/0
66 års man (pleurit) .....	»	0,59 0/0
58 års man (fraktur) .....	»	0,62 0/0
25 års man (spondylit) .....	7/9	0,59 0/0
25 års man (phlegmone) .....	»	0,65 0/0
18 års man (fraktur) .....	»	0,60 0/0
24 års man (långsköräck) .....	19/9	0,66 0/0
51 års man (mastoidit) .....	»	0,65 0/0
30 års man (Basedow) .....	»	0,66 0/0
78 års man (blåsten) .....	2/10	0,60 0/0
65 års man (blåstumör) .....	»	0,57 å 0,61 0/0
22 års man (sårskada) .....	7/10	0,57 å 0,61 0/0
18 års man (sårskada) .....	»	0,57 0/0
60 års man (prostatiker) .....	26/10	0,65 0/0
51 års man (appendicit) .....	»	0,65 0/0
25 års man (appendicit) .....	»	0,61 0/0
28 års man (cystit) .....	9/12	0,61 0/0
80 års man (cancer faciei) .....	»	0,57 0/0
72 års man (fraktur) .....	»	0,59 0/0
26 års man (tendovaginit) .....	28/12	0,65 0/0
15 års man (appendicit) .....	»	0,65 0/0

Vid granskning af siffrorna uti denna tabell finner man, att den koagulationshämmande gallsyrad alkali-procenten visserligen växlar för olika individers blodplasma men för flertalet af dem dock ej så synnerligen mycket. För 39 af de undersökta 43 individerna har den nämligen befunnits ligga mellan värdena 0,55 och 0,66 (med medelvärde 0,60 0/0); af de återstående 4 fallen visade de 2 koagulationshämning vid först 0,68 0/0, medan de båda andres koagulation hämmades redan vid resp. 0,53 0/0 och 0,45 0/0<sup>1</sup>. Huruvida dessa växlingar i de funna värdena — mellan alltså 0,53 0/0 och 0,68 0/0 — bero företrädesvis på verkligt förefutliga individuella olikheter i blodet eller företrädesvis på bristfällig undersökningsteknik, är svårt att med säkerhet afgöra. Då det emellertid ur ofvanstående tabell framgår,

<sup>1</sup> Till detta fall, som genom sitt låga värde påtagligen avviker från alla de öfriga undersökta fallen, återkommer jag senare (sid. 94).

att vid vissa undersökningstillfällen (den  $28/4$ , d.  $19/9$ ) alla de samtidigt undersökta blodplasmata gifvit relativt höga värden, medan alla vid annat tillfälle (d.  $27/5$ ) samtidigt undersökta gifvit ovanligt låga värden, så torde det vara mycket sannolikt, att växlingarne uti de funna procentsiffrorna åtminstone delvis bero på metodologiska felkällor. I hvarje fall visa ifrågavarande undersökningar, att *koagulationen af färskt* på ofvan angifyt sätt framställt *oxalatplasma från det stora flertalet hämatologiskt friska individer hämmas vid närvaro af ung. 0,60 % (0,55 à 0,66 %) gallsyrade alkalier*. Och om man med den metodik, som jag vid mina bestämningar använt, finner plasmakoagulationen hämmad vid lägre gallsyrad alkali-halt än 0,53 à 0,55 %, synes man mig berättigad att beteckna det som patologiskt.

De ofvan erhållna resultaten beträffande de gallsyrade alkaliernas inverkan på människoplasmats koagulation: begynnande koagulationsförlångsämning vid ung. 0,20 % och hämmad koagulation vid ung. 0,60 %, hafva, som redan nämnts, framgått af undersökningar på friska blodplasmata, sålunda af undersökningar utförda samma dag, som resp. blodprof tagits, eller senast följande dag. Om likartade hämningsförsök utföras å plasmata, när de förvarats längre tid, fås ej längre samma resultat. För att belysa detta må följande försök anföras.

	Koagulat.-hämming:		Koagulat.-hämming:		
		vid % galls. alk.		efter förvaring af plasmat under:	vid % galls. alk.
51 års man (mastoidit) .....	d. $19/9$ <sup>1</sup>	0,65 %	d. $21/9$	2 dygn vid ung. 18°	0,61 %
33 års kvinna (hämolytisk ikterus) .....	$14/4$	0,61 %	$17/4$	3 dygn i kallt rum	0,57 %
40 års kvinna (aflupen ikterus).....	$14/4$	0,61 %	$17/4$	3 » » »	0,57 %
» » » » »	»	»	$21/4$	7 » » »	0,50 %
49 års kvinna (aflupen ikterus).....	$14/4$	0,57 à 0,61 %	$21/4$	7 » » »	0,48 %
56 års man (mastoidit).....	$16/5$	0,57 %	$22/5$	6 dygn vid 18 à 19°	0,48 %
25 års man (phlegmon).....	$7/9$	0,65 %	$13/9$	6 dygn vid 18 à 21°	0,43 %
18 års man (fraktur) .....	$7/9$	0,60 %	$13/9$	6 dygn vid 18 à 21°	0,45 %

Dessa nu anförda iakttagelser äro tillräckliga för att visa, hur oxalatplasmats koagulationsförmåga förändras vid några dygns förvaring (uti kallt rum eller vanlig rumstemperatur): plasmats koagulation hämmas redan efter 2 dygn vid en lägre procenthalt och efter 6 à 7 dygn vid en betydligt lägre procenthalt gallsyrade alkalier än under första dygnet. I detta samband kan det också förtjäna ånyo erinras därom, att tillräckligt utspädt plasmas koagulation också hämmas vid lägre procent än normalt. Å andra sidan har redan SAMSON-HIMMELSTJERNA<sup>2</sup> iakttagit, att filtrerad plasma, som gjorts fullständigt okoagulerbart genom tillsats av gallsyrade salter, kan fås att koagulera, om lymfkörtelväfnad tillsättes. Det förhåller sig alltså tydligen så, att hämmningen inträder uti plasmata, som af en eller annan orsak hafva sin koagulationsförmåga nedsatt, vid en lägre gallsyrekoncentration än annars och uti ett plasma med stegrad koagulationsförmåga vid först högre gallsyrekoncentration

<sup>1</sup> Samtliga de uti första kolumnen anförda bestämningarna äro utförda samma dag, som resp. blodprof tagits.

<sup>2</sup> l. c.

än normalt. Blodplasmats koagulation hämmas sålunda ingalunda alltid vid samma gallsyrekoncentration, ej vid någon under alla förhållanden konstant gallsyrehalt. Den ofvan funna koagulationshämmande koncentrationen (0,60 %) är följaktligen giltig blott för friska individers färska oxalatplasmata, framställda och undersökta enligt ofvan angifven metodik.

Efter denna utredning om gallsyrornas koagulationshämmande inverkan på blodplasma in vitro, återgå vi till frågan om de s. k. cholämiska blödningsarnas genes. Då det af mina ofvan anförda undersökningar framgår, att en gallsyrad alkali-halt mindre än 0,17 à 0,20 % ej inverkar på blodplasmats koagulation in vitro, så ligger den frågan nära till hands, om närvaron af gallsyrade alkalier uti det cirkulerande blodet i mindre mängd än 0,17 à 0,20 % också är betydelselös för blodstillningen i sår. Hur sig därmed förhåller, torde ej vara utan vidare klart. Blodkoagulationen försiggår nämligen vid den blandade trombos- och koagulationsprocess, som åstadkommer den naturliga blodstillningen i sår, under i vissa afseenden mindre gynnsamma betingelser än den ostörda koagulationen in vitro, nämligen under ständig tillströmning af blod ur lederade kärllumina under visst tryck, som bortsköljer de nybildade tromb- och koagelbildningarna. Det torde sålunda vara åtminstone möjligt, att en gallsyrad alkalihalt, som ej gifver koagulationsförlångsamning in vitro, dock skulle kunna under nyssnämnda förhållanden försvåra blodstillningen i blödande sår. Äfven om detta medgifves, synes det mig emellertid rimligt antaga, att, om gallsyror i blodet skola kunna förorsaka allvarliga blödningsar af cholämisk typ, sålunda blödningsar af svårstillbar event. ostillbar natur, de måste finnas där i åtminstone den koncentration, som vid koagulationsförsök in vitro visat sig vara den lägsta, som gifver påvisbar förlångsamning. Om sålunda hypotesen om gallsyrorna i blodet som de cholämiska blödningsarnas orsak är riktig, hafva vi, synes det mig, på goda grunder anledning förmoda, att uti blodet å ikteruspatienter med cholämiska blödningsar finnes minst 0,20 % gallsyrade alkalier och sålunda också anledning vänta, att blodplasmats koagulation från dylika patienter hämmas vid en lägre procent tillsatt gallsyrad alkali än den normala 0,60 %, nämligen vid redan 0,40 % eller än lägre. Detta var min ursprungliga tankegång, när jag började undersöka blodkoagulationen å ikteriska patienter med »gallsyre»-metoden.

Med denna metod har jag varit i tillfälle att undersöka 14 patienter<sup>1</sup> med ikterus, å hvilka sålunda enligt den ofvan närmre beskrifna metodiken bestämts, vid hvilken koncentration tillsatta gallsyrade alkalier hämmat blodplasmats koagulation. Först meddelas resultaten af dessa bestämningar å 4 individer med lindrig ikterus, och härvid anföras ånyo för jämförelses skull äfven resultaten af de samtidigt gjorda bestämningarna af blodets koagulationstid.

---

<sup>1</sup> Å dessa samma ikterus-patienter har äfven blodets koagulationstid bestämts (se sid. 62—65).



	Undersök- ningsdag	Ikterus ålder och grad	Blodets koagulationstid	Koag.- hämning vid:
<i>M. B., 28 års man</i> <i>Icterus catarrhalis?</i>	$\frac{2}{10}$ 1916 $\frac{7}{10}$ »	Sedan 1 vecka; lindrig ikterus. Knappt synlig ikterus.	normal normal	0,65 % 0,57 %
<i>M. B., 49 års kvinna</i> <i>Lithiasis ductus choledochi</i>	$\frac{8}{4}$ » $\frac{14}{4}$ »	Måttlig ikterus sen 8 dygn; minskad sista 3 dygnen. Helt obetydlig ikterus.	ung. normal normal	0,57 % 0,57 à 0,61 %
<i>H. P., 21 års man</i> <i>Abscessus hepatis</i>	$\frac{14}{4}$ »	Sen 1 vecka symptom af lever- infektion; lindrig ikterus sen 2 dygn.	normal	0,51 à 0,53 %
<i>J. A., 35 års kvinna</i> <i>Icterus haemolyticus</i>	$\frac{14}{4}$ » $\frac{18}{4}$ »	Ända sen barndomen lindrig ikterns. —	35 % kortare än normalt 34 % kortare än normalt	0,61 % 0,61 %

Af de tre fallen med lindrig ikterus — alla 3 hade normal blodkoagulationstid — hafva, som å tabellen synes, de två på normalt sätt visat hämning af plasmats koagulation vid ung. 0,60 % gallsyrad alkali, medan plasmats koagulation i det 3:dje fallet<sup>1</sup> hämmats redan vid 0,51 à 0,53 %, sålunda vid lägre koncentration än normalt. Måhända kan det förtjäna framhållas, att denne pat., som gick till exitus ung. 2 veckor efter undersökningen, vid sektionen hade vena porta trombotiserad och levern genomslagen af abscesser; trots den lindriga ikterus hade han sålunda redan vid tiden för ifrågakarande undersökning en högst allvarlig leveraffektion. I tabellens sist anförda fall med hämolytisk ikterus gifva de båda undersökningsmetoderna icke heller öfverensstämmande resultat, i ty att här plasmats koagulation hämmades vid den normala galls.-alk.-koncentrationen, medan däremot blodets koagulationstid var betydligt kortare än normalt.

Uti de återstående 10 ikterusfallen (kasuistikens sjukhistorier 60—69) har pat. haft stark ikterus sen 3 à 9 veckor. Först meddelas undersökningsresultaten å de 5 icke-opererade fallen och därefter å de 5 opererade fallen.

<sup>1</sup> Denne pat. opererades d.  $\frac{3}{4}$  för gangränös appendicit; normalt efterförlopp i 3 dygn, där-  
efter spetsande temperatur och dagliga frysningar; d.  $\frac{8}{4}$  ömhet öfver levern och d.  $\frac{12}{4}$  begyn-  
nande helt obetydlig ikterus; fortsatt pyemisk temperatur och frysningar, försämring och mors d.  
 $\frac{27}{4}$ . — Sektionen visade infekterad trombmassa i hela vena porta och den 3 ggr förstörade levern  
genomslagen af multilokulära abscesser.

## Icke-opererade fall.

	Undersök- ningsdag	Ikterus ålder och grad	Blodets koagulationstid	Koag.- hämning vid:
<b>Fall 64.</b> <i>Icterus catarrhalis?</i>	18/4 1916	Sedan 9 veckor; stark ikterus	16 % längre än normalt	0,65 %
<b>Fall 63.</b> <i>Lues(?) hepatitis</i>	8/4 »	Sedan 2 1/2 veckor; ganska stark ikterus	Normal	0,59 %
	28/4 »	Sedan 5 1/2 veckor; ganska stark ikterus	Normal	0,61 %
<b>Fall 67.</b> <i>Cancer? hepatitis</i>	7/9 »	Sen 7 à 8 veckor; stark ikterus	38 % längre än normalt	0,45 %
	12/9 »	Ser. ung. 8 1/2 veckor; » »	—	0,35 %
<b>Fall 66.</b> <i>Cancer ventriculi et hepatitis.</i> Död 20/7; vid sektionen inga blödningsar	4/7 »	Sen 9 veckor; höggradig ikterus	33 % längre än normalt	0,45 %
	11/7 »	Sen 10 veckor; » »	40 % » » »	0,40 %
<b>Fall 62.</b> <i>Cancer flex. sigmoid. et hepatitis.</i> Död 4/4; sektionen visade en betydande blödnings i colon af sannolikt cholemisk natur	24/3 »	Sen 5 veckor; stark ikterus	Ung. normal (11 % längre än normalt)	0,48 %
	20/3 »	Sen ung. 6 veckor; » »	Ung. fördubblad	0,37 %
	3/4 »	Sen 6 1/2 veckor; » »	3 à 4 ggr förlängd	0,27 à 0,30 %

## Opererade fall.

	Undersök- ningsdag	Ikterus ålder och grad	Blodets koagulationstid	Koag.- hämning vid:
<b>Fall 69.</b> <i>Litiasis ductus chole- dochi.</i> Choledochoto- mi. .... Ingen efterblödnings.	17/11 1916	Sen 6 veckor; höggradig ikterus	Ung. normal	0,57 %
	21/11 »	Minskad ikterus efter oper.; måttlig ikterus	Normal	0,57 %
	9/12 »			
<b>Fall 60.</b> <i>Cancer pancreatis.</i> Cho- ledochoduodenostomi. ..... Under första veckan efter oper. måttlig blödnings i såret af cholemisk typ	24/11 1915	Sen 5 veckor; uttalad ikterus	Förlängd	Ung. 0,45 à 0,50 % <sup>1</sup>
	7/12 »	Något minskad ikterus efter oper.	16 % längre än normalt	Ung. 0,45 à 0,50 % <sup>1</sup>
	13/12 »			
	19/1 1916	Nästan ingen ikterus längre	Normal	Ung. 0,60 % <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ut i fallen 60 och 61 som undersöktes redan i slutet af år 1915 och januari 1916, är gallsyrad alkalis koagulationshämmande koncentration ej direkt bestämd. Jag brukade nämligen då i stället undersöka, vid hvilken gallsyrad alkali-halt ett plasmas koagulationstid blir fördubblad. Undersökta efter denna metod gäfvos fall 60 d. 19/1 och fall 61 d. 19/1 ungef. samma värden som 2 icke ikeriska kontrollpatienter, hvarför de i tabellen uppförts med normalsiffran: ung. 0,60 %; däremot erhöles uti fall 60 både d. 24/11 och 19/12 fördubblad koagulationstid vid 0,10 à 0,15 % lägre halt gallsyrad alkali än å kontrollpatienterna, hvarför å tabellen som koagulationshämmande koncentration införts för dessa dagar: ung. 0,45 à 0,50 %.

	Undersök- ningsdag	Ikterus ålder och grad	Blodets koagulationstid	Koag. hämning vid
<b>Fall 61.</b> <i>Cancer ductus choledochi.</i> Cholecystenterostomi. .... Död <sup>27</sup> / <sub>1</sub> ; sektionen visade obetydlig blödning i gallblåsan.	<sup>19</sup> / <sub>1</sub> 1916  <sup>25</sup> / <sub>1</sub> »	Sedan 6 veckor; höggradig ikterus	Ung. normal	Ung. 0,60 %
<b>Fall 65.</b> <i>Cancer pancreatis.</i> Cholecystenterostomi. ... Måttlig tarmlödning 2 dygn efter oper.	<sup>16</sup> / <sub>5</sub> »  <sup>19</sup> / <sub>5</sub> »  <sup>27</sup> / <sub>5</sub> »  <sup>31</sup> / <sub>5</sub> »	Sedan 3 veckor; rätt stark ikterus  Betyddigt minskad ikterus efter oper. Obetydlig ikterus	Ung. normal  Ung. normal  Ung. normal	0,61 %  0,59 %  0,59 %
<b>Fall 68.</b> <i>Cancer pancreatis.</i> .... Cholecystenterostomi. Mindre hämatom i buksåret	<sup>2</sup> / <sub>10</sub> »  <sup>7</sup> / <sub>10</sub> »  <sup>9</sup> / <sub>10</sub> »  <sup>26</sup> / <sub>10</sub> »	Sedan 5 veckor; stark ikterus  Sedan ung. 6 veckor; »  Nästan ingen ikterus	Ung. normal (11 % längre än normalt) 26 % längre än normalt  Normal	0,57 à 0,61 % 0,48 %  0,65 %

Af dessa 10 patienter med långvarig och höggradig ikterus hafva, som tabellen visar, de 5 visat hämning af blodplasmats koagulation vid en tillsats af gallsyrad alkali till koncentrationen 0,57 à 0,65 %, sålunda vid »normal gallsyrehalt», medan blodplasma uti de 5 återstående fallen hämmats vid lägre koncentration än normalt: fall 60 vid 0,45 à 0,50 %, fall 68 vid 0,48 %, fall 66 vid 0,40 %, fall 67 vid 0,35 % samt fall 62 (dagen före patientens exitus) vid redan 0,27 à 0,30 % gallsyrade alklier. Vidare framgår af tabellen, att 2 af dessa fall (fallen 60 och 68) med hämning vid abnormt låg gallsyrehalt senare efter operation, då ikterus gått tillbaka, åter visat hämning vid först 0,60 à 0,65 %, sålunda vid »normal gallsyrehalt». Och uti 3 af de icke opererade fallen (fallen 67, 66 och 62) visa upprepade undersökningar, att den koagulationshämmande gallsyreprocenten blifvit lägre under sjukdomens förlopp; särskildt påtagligt är detta uti fall 62.

En granskning af tabellen visar vidare, att resultaten af de samtidigt gjorda undersökningarna öfver blodets koagulationstid och öfver den koagulationshämmande gallsyreprocenten i flertalet fall gifvit väl öfverensstämmande resultat: sålunda vid normal blodkoagulationstid koagulationshämning vid ung. 0,60 % galls. alkalier och vid förlängd blodkoagulationstid koagulationshämning vid lägre gallsyreprocent än normalt. Uti 2 fall har dock öfverensstämmelsen, liksom uti 2 af de förut meddelade fallen med lindrig ikterus, varit mindre god: nämligen uti fall 64, som hade koagulationshämning vid den »normala gallsyreprocenten» men samtidigt obetyddigt förlångsammat blodkoagulation, och uti fall 62 (d. <sup>24</sup>/<sub>3</sub>), som då hade ung. normal blodkoagulationstid men visade koagulationshämning vid afsevärdt lägre gallsyreprocent än normalt. I detta sista fall får »gallsyre»-metoden sägas hafva visat sig vara den känsligare av de båda använda undersökningsmetoderna,

då den tidigare tydligt visat den begynnande — senare raskt tilltagande — nedsättningen uti blodets koagulationsförmåga.

Då ifrågavarande båda undersökningsmetoder i regel gifva öfverensstämmande resultat, säga de helt naturligt i allmänhet också lika mycket om den ikteriske patientens eventuella blödningsbenägenhet. Af de 5 icke opererade patienterna visade, som redan nämnts, fall 62 hämning af plasmats koagulation vid redan 0,27 à 0,30 % galls. alkalier och hade samtidigt i god öfverensstämmelse härmed en betydande blödning af sannolikt cholämisk natur. De 2 återstående fallen med koagulationshämning vid lägre gallsyrad alkalikoncentration än normalt (vid 0,35 à 0,40 %) företedde inga åtminstone synbara symtom af haemorrhagisk diates.

Af de 5 opererade patienterna visade 2 koagulationshämning vid 0,45 à 0,50 % galls. alkalier; den ene hade efter ingreppet måttlig, den andre obetydlig blödning af cholämisk typ. Af de 3 fallen med hämning vid »normal gallsyrehalt» visade de 2 ändock postoperativ blödning: den ene måttlig, den andre helt obetydlig.

Med stöd af de nu anförda erfarenheterna med gallsyremetoden anser jag mig berättigad till följande uttalande: *om den koagulationshämmande gallsyrade alkali-procenten är  $\frac{1}{4}$  à  $\frac{1}{3}$  lägre än den normala å en ikterisk patients plasma (med min metodik sålunda 0,45 à 0,40 %), förefinnes sannolikt risk för postoperativ cholämisk blödning; och en hämmande gallsyrad alkali-procent, som är blott  $\frac{1}{2}$  af den normala (alltså 0,30 %) eller än lägre, bör betraktas som kontraindikation mot ingrepp.*

Hur öfverensstämma nu dessa resultat, som »gallsyre»-metoden gifvit å ikteriska patienter, med hypotesen om gallsyror i blodet som de cholämiska blödningsarnas orsak? Om denna hypotes är riktig, bör, som redan förut framhållits, en gallsyrad alkalihalt i den ikteriske patientens blod, som är mindre än 0,20 %, ej kunna förorsaka cholämiska blödningar utan först en gallsyrad alkalihalt, som är större än 0,20 %, och följaktligen blodplasmats koagulation från en pat. med cholämisk blödning hämmas vid 0,40 % eller än lägre procent tillsatta gallsyrade alkalier. De erhållna resultaten å de opererade ikteruspatienterna befinnas nu vara svåra att bringa i öfverensstämmelse med gallsyrehypotesen, då flera af dessa patienter företett postoperativ blödning af cholämisk typ, ehuru deras blodplasmats koagulation hämmats först vid en högre gallsyrad alkalihalt än 0,40 %. Bestämningarna å de icke opererade ikteruspatienterna hafva däremot gifvit resultat, som tyckas väl öfverensstämma med gallsyrehypotesen: uti intet af de 4 fall, hvilkas blodplasmata hämmats vid först ung. 0,40 % eller högre procent gallsyrade alkalier, hafva uppträdt symtom af haemorrhagisk diates, medan däremot fallet 62, hvars blodplasma koagulation hämmades vid redan ung. 0,30 % gallsyrade alkalier, hade en betydande blödning af sannolikt cholämisk natur. Kunna vi då på grund af dessa undersökningsresultats till synes goda öfverensstämmelse med gallsyrehypotesen anse som sannolikt, att blodet uti ifrågavarande fall verkligen innehållit den procent gallsyrade alkalier, som motsvara skillnaden mellan den normalt koagulationshämmande procenten 0,60 och den i de resp. fallen funna, sålunda i fall 62: 0,30 %.



i fall 67: 0,15 à 0,25 % och i fall 66: 0,15 à 0,20 % gallsyrade alkalier? Helt säkert icke! Häremot talar alldeles bestämdt resultaten af de direkta undersökningarna på gallsyror i blodet, som jag utfört.

Å flera af ifrågavarande ikteruspatienter har jag nämligen undersökt blodet på gallsyror med Pettenkofers reaktion (eller Bangs modifikation af Pettenkofers reaktion) och härvid försökt att med ledning af gallsyrereaktionens styrka äfven bestämma helt approximativt den ungefärliga halten gallsyrad alkali i blodet. Gallsyrereaktionerna hafva utförts på extrakt från resterna af de centrifugerade oxalat-blodprofven efter plasmats afpipettering, sålunda från blodkropparna + den plasma, som ej kunnat afpipetteras (ung.  $\frac{2}{3}$  af hela blodprofvets volum, sålunda 6 à 7 kcm.), och i ett fall på extrakt från äfven blodplasmata. Ur blodet hafva gallsyrorna extraherats enligt professor BANGS anvisning på nedan närmre angifvet sätt<sup>1</sup>. För att så få utgångspunkt för det kvantitativa bedömandet af gallsyrereaktionerna å dessa extrakt från ikteriskt blod, har jag förfarit på följande sätt: jag har till den afcentrifugerade blodkroppsmassan från icke-ikteriska blodprof satt växlande små kända mängder gallsyrad alkali och sedan åter extraherat de tillsatta gallsyrorna efter alldeles samma metodik, som användts å de ikteriska blodprofven; å dessa extrakt har jag så gjort Pettenkofers reaktion och noga iakttagit reaktionens styrka. En sådan försöksserie anføres.

	Tillsatt galls. alk.	% galls alk. i profvet	
3 kcm. blodkroppsmassa	0,05 kcm. 2 % galls. alk. = 1 mgr	0,03 %	tydlig Pettenkofer
3 » »	0,05 » » » » = 1 »	0,03 %	tydlig Pettenkofer
5 » »	0,10 » » » » = 2 »	0,04 %	stark Pettenkofer
5 » »	0,20 » » » » = 4 »	0,08 %	myck.stark Pettenkofer

Detta försök visar, att 1 mgr gallsyrade alkalier extraherade ur 3 kcm. blodkroppsmassa gifva tydlig Pettenkofers reaktion, 2 mgr uti 5 kcm blodkroppsmassa (med sålunda 0,04 % galls. alk.) stark, och 4 mgr uti likaledes 5 kcm (med sålunda 0,08 % galls. alk.) mycket stark Pettenkofers reaktion.

<sup>1</sup> Blodet [5 kcm] tillsättes droppvis kokande alkohol [40 à 50 kcm]. Fällningen skakas eller omröres en stund uti den varma alkoholen. Filtrering. Ur filtratet aflägsnas färgämnen genom upprepad tillsats af pulvriseradt bariumhydrat under uppvärmning och omröring. Filtrering (filtratet bör vara färglöst). Filtratet indunstas och ur den indunstade resten extraheras med eter det eterlösliga och afdekanteras; (dessa eterlösliga substanser gifva från äfven normalt icke ikteriskt blod rätt starkt pos. Pettenkofer); på återstoden göres Pettenkofers reaktion eller Bangs modifikation af denna. — PETTENKOFERS reaktion utföres på en dylik liten indunstad rest i en porslinsskål enligt min erfarenhet bäst på följande sätt: 1 à 2 droppar 10 % rörsockerlösning idroppas skålen och fås genom lämpliga rörelser med denna att i så tunnt lager som möjligt utbreda sig öfver skålens bottenyta, hvarefter 1 droppe konc. svafvelsyra försigtigt tillsättes å skålens rand på 2 à 3 olika ställen, så att dropparna sakta nedrinna mot skålens botten; skålen bör så stå orörd och stilla; efter några minuter kommer då färgreaktionen vackert fram först som rödvioletta färgstrimor i svafvelsyredropparnas gränslager och senare med mer eller mindre stark rödviolett färgning af hela profvet. — BANGS modifikation af Pettenkofers reaktion (publicerad uti BANGS nyligen utkomna: Lærebok i Urinanalyse) utföres på följande sätt: 1 à 2 droppar 1 % rörsockerlösning tillsättes den indunstade resten i skålen och därefter 2 à 3 kcm. konc. saltsyra; omskakning eller omröring; skålens innehåll öfverföres i ett profrör och kokes 1 à 2 min; omedelbart eller efter några minuter antager lösningen en röd färg (bordeauxfärg).

Resultaten af undersökningarna på gallsyror i de ikteriska patienternas blod må så anföras.

	Undersökningsdag.	Ikterus ålder.	Blodets koagulations-tid.	Koag.-förmåga enl. »gallsyre»-metoden.	Gallsyreextraktion från:	
<b>Fall 68</b>	<sup>2</sup> / <sub>10</sub> 1916	5 veckor.	Ung. normal.	Normal.	1. Ung. 6 kem. blodkroppsmassa. 2. Ung. 4 kem. blodplasma.	Svagt positiv Pettenkofer <sup>1)</sup> Svagt positiv Pettenkofer.
<b>Fall 69</b>	<sup>9</sup> / <sub>12</sub> 1916	9 veckor, sedan 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> veckor på retur efter op.	Normal.	Normal.	Ung. 6 kem. blodkroppsmassa.	Positiv men svag Bang.
<b>Fall 67</b>	<sup>12</sup> / <sub>9</sub> 1916	8 veckor.	Afsevärdt förlängd.	Afsevärdt nedsatt.	Ung. 6 kem. blodkroppsmassa.	Tydlig Pettenkofer. Rätt stark Bang.
<b>Fall 62</b>	<sup>4</sup> / <sub>4</sub> 1916	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> veckor.	Höggradigt förlängd d. <sup>3</sup> / <sub>4</sub> .	Höggradigt nedsatt. d. <sup>3</sup> / <sub>4</sub> .	Ung. 20 kem. blod från sektion.	Tydlig Pettenkofer.

Alla dessa 4 fall med svår ikterus sedan 5 à 9 veckor hafva sålunda haft gallsyror i blodet. Och samtidigt gjorda undersökningar af urinen <sup>2</sup> (i fall 62 af urin från d. <sup>3</sup>/<sub>4</sub>) hafva visat, att äfven urinen uti dessa fall innehållit gallsyror. Gallsyrereaktionen på resp. blodextrakt hafva i dessa 4 fall varit otvifvelaktig och fullt tydlig, men å andra sidan i intet af fallen synnerligen stark. Och reaktionen har i alla 4 fallen befunnits vara påtagligt mindre stark än den gallsyrereaktion — ofvan anford —, som erhålles å likartadt extrakt från 5 kem. icke-ikteriska blodkroppar, som försatts med gallsyrad alkali till en koncentration af 0,04 %, och långt svagare än reaktionen för blod med gallsyrad alkali-tillsats till 0,08 %. Häraf torde framgå, att halten gallsyrad alkali uti ifrågavarande 4 ikteruspatienters blod

<sup>1</sup> Vid dessa undersökningar på gallsyror i ikteruspatienters blod har alltid samtidigt för kontroll skull utförts Pettenkofers (event. Bangs) reaktion på äfven extrakt af 6 kem. blodkroppsmassa från en icke-ikterisk individ.

<sup>2</sup> Gallsyreextraktionen ur urinen har enl. prof. BANGS anvisning utförts på följande sätt. Till 20 à 30 kem. filtrerad urin sättas några droppar ägghvitelösning t. ex. några droppar blodserum. Magnesiumsulfat i substans tillsättes till mättning; en kort stunds uppvärmning; ett par droppar 25 % HCl tillsätts. Filtrering. Fällningen med filtrum ntkokes med 30 à 40 kem. alkohol. Lösningen afdekanteras; till densamma (som vid ikterisk urin är starkt färgad) sättes för af-färgning under uppvärmning och omröring upprepade doser pulvriseradt bariumhydrat. Filtrering (filtratet bör vara färglöst). Filtratet indunstas. På återstoden göres Pettenkofers reaktion eller Bangs modifikation af denna.

varit med säkerhet mindre än 0,10 % och tämligen säkert mindre än äfven 0,05 %<sup>1</sup>. Detta resultat synes mig vara af bestämdt intresse beträffande redan fallet 67, hvars blod hade afsevärdt nedsatt koagulationsförmåga, och ännu mera beträffande fallet 62. Å denne patient gäfvos hela 20 kem. blod (tagna vid sektionen) tydlig men alls icke stark Pettenkofer och 30 kem. urin (från dagen före exitus) likaledes tydlig men heller icke stark gallsyrereaktion: denne pat. hade sålunda höggradigt förlångsammat blodkoagulation och företedde blödning af sannolikt cholämisk natur och hade så samtidigt en halt af gallsyrad alkali i blodet, som med säkerhet torde hafva varit mindre än 0,05 % — sålunda långt under de 0,30 %, som man, om gallsyrehypotesen vore riktig, hade anledning att vänta. Dessa båda fall och särskildt det sista synas mig klart och tydligt visa, att blodets nedsatta koagulationsförmåga vid kronisk ikterus i åtminstone somliga fall måste bero på något annat än gallsyrorna i blodet.

Det är äfven åtskilliga andra omständigheter och undersökningsresultat, som tala emot hypotesen om gallsyrorna i blodet som de cholämiska blödningarnas orsak. Så först och främst redan de förhållanden, under hvilka de cholämiska blödningarna ibland uppträda. Enligt hvad förut är visadt (sid. 25—26), förekommer det nämligen, att en höggradigt ikterisk patient, som laparotomiserats och därvid får gallvägarne dränerade, under efterförloppet träffas af allvarlig blödning efter först en vecka eller än senare. Hur cholämisk blödning kan uppträda i dylika fall, där gallstagnationen sålunda är helt häfd och ikterus på retur sen en vecka eller än längre tid, är tydligen mycket svårt att förklara, om gallsyrehypotesen vore riktig, då en ökning af gallsyrorna i blodet under dessa förhållanden knappast är tänkbar<sup>2</sup>. F. ö. visa de postoperativa cholämiska blödningarna med afseende på hela sitt kliniska uppträdande i många afseenden så påtaglig likhet med de hämofila blödningarna, att det äfven på grund häraf är rätt osannolikt, att de skulle hafva en så principiellt annan genes — enligt gallsyrehypotesen: gallsyrorna i blodet — än de hämofila, som visats bero på brist på trombokinas.

Mot gallsyrehypotesen kunna också anföras de resultat, som MALKOFF erhöi vid sina kvantitativa gallsyrebestämningar (se not 1 härunder) å urin från ikteriska patienter med choledochushinder af cancerös natur. Han fann nämligen, att gall-

<sup>1</sup> Af tidigare författares uppgifter om gallsyrehalten i urin vid ikterus må här anföras den på området mycket auktoritative HOPPE-SEYLERs uttalande uti hans Handbuch d. chemisch. Analyse; s. 379; 1893: »Der Gehalt des Harns an Gallensäure ist selbst bei sehr hochgradigem Icterus nur sehr unbedeutend». Äfven MALKOFF (Zur Pathologie des Icterus (original på ryska); ref. uti Jahresber. d. Thierchemie; bd 27; 1897) fann vid kvantitativa bestämningar af gallsyrorna i urinen å 16 ikteriska patienter alltid små gallsyrevärden; den största af honom funna utsöndringen på dygnet var 0,4 gr. Om man beräknar dygnsmängden urin till 1500 kem., skulle alltså efter dessa undersökningar den maximala gallsyrehalten uti ikterisk urin vara 0,03 %. BISCHOFF (cit. efter STADELMANN: Der Icterus; sid. 99; 1891) fann uti ikteruspatienters urin maximalt 0,34 gr. gallsyrate salter på 1 dygn.

<sup>2</sup> Om en ikterisk patient med gallretention får hindret för gallpassagen genom operation aflägsnadt, så försvinna enligt MALKOFFS (l. c.) undersökningar, när ikterus går tillbaka, först gallsyrorna och först senare gallfärgämnen ur urinen.



syreutsöndringen uti urinen å dylika patienter tilltager i början af sjukdomen, uppnår så ett maximum för att därefter åter minska (enligt MALKOFF som följd af den vid kronisk gallstas småningom inträdande anatomiska och funktionella destruktions af lefvern). Vid undersökning å hundar med underbunden ductus choledochus har MALKOFF kommit till liknande resultat (här om närmare på sidd. 97—98). Nu visar emellertid den kliniska erfarenheten, att blödningsrisken ingalunda blir mindre under sjukdomsförloppet vid kronisk ikterus beroende på cancer utan tilltager med ikterus duration. Gallsyreproduktionen och blödningsrisken förhålla sig sålunda under sjukdomens senare del icke på analogt sätt, som man skulle väntat, om de stode i förhållandet orsak och verkan till hvarandra.

Ett par forskare hafva å blod från högradigt ikteriska patienter med cholämiska blödningar utfört koagulationsförsök, som äro af intresse för frågan om dessa blödningsars genes. Så funno MORAWITZ och BIERICH uti ett lefvercirrhosfall<sup>1</sup> med årslång ikterus och cholämiska blödningar, hvars blodkoagulationstid var 50 min. (normal koagulationstid 15 å 20 min.), att blodet (5 ccm.) vid tillsats af 10 å 15 droppar väfnadssaft från kalblefver koagulerade på 6 å 7 min. Och på samma sätt fann O. HANSSEN, att blod från en ikterisk patient<sup>2</sup> med tydliga symtom af haemorrhagisk diates, som visade en mycket förlängd koagulationstid: 6 tim. (normalt 20 min.), koagulerade på 10 min. vid tillsats af några droppar hästserum eller några droppar trombokinashaltigt njurextrakt. Äfven om dessa iakttagelser enligt min mening ingalunda så bestämdt, som ifrågavarande författare själfva tyckas anse, ådagalägga, att det cholämiska blodets förlångsammade koagulation i dessa fall berott uteslutande på trombokinasbrist — äfven ett normalt blod, som sålunda har en normal mängd trombokinas, kan fås att koagulera på vida kortare tid än annars genom tillsats af organextrakt —, så tala dessa iakttagelser i hvarje fall emot gallsyrehypotesen.

I detta samband kan det också vara på sin plats att anföra några af de viktigaste resultaten af en del experimentella forskningar rörande sambandet mellan lefverns funktion och blodkoagulationen. DOYON<sup>3</sup> och sedan NOLF<sup>4</sup> hafva funnit, att efter exstirpation af lefvern på hund blodkoagulationen förlångsammats och blodet event. blir helt okoagulerbart (enligt NOLF åtminstone på hundar, som stått på stark kött diet, däremot ej på hundar, som fastat). DOYON<sup>3</sup> och NOLF<sup>5</sup> m. fl. hafva äfven visat, att vid kloroform- eller fosforförgiftning med där af följande stark degeneration eller nekros uti lefvern blodkoagulationen förlångsammats och blodet

<sup>1</sup> Fallet är förut omnämndt på sid. 59.

<sup>2</sup> Fallet är förut omnämndt på sid. 61.

<sup>3</sup> DOYON: Modifications de la coagulabilité du sang consécutives à la destruction du foie. *Journal de Physiol. et de Pathol. générale*; bd 7; 1905.

<sup>4</sup> NOLF: Des modifications de la coagulation du sang chez le chien après exstirpation du foie. *Bulletins de l'Académie de Belgique*. 1905.

<sup>5</sup> NOLF: Eine neue Theorie der Blutgerinnung. *Ergebnisse d. Inner. Medizin u. Kinderheilk.*; bd 10, s. 340; 1913.



event. blifver okoagulerbart; och särskildt hafva DOYON och BILLET<sup>1</sup> härvid funnit, att uti fallen med grava nekrotiska lefverförändringar men utan ikterus minskas blodets fibrinogenmängd och blifver blodet okoagulerbart, medan försöksdjur med stark ikterus men obetydliga lefverförändringar visa mindre påverkad eller ung. normal blodkoagulation. Vidare har DOYON vid försök å hund<sup>2</sup> funnit, att injektion af 1 à 3 cem. galla per kg. kroppsvikt uti vena mesenterica gör blodet okoagulerbart, medan injektion af en betydligt större dos uti vena jugularis eller saphena ej inverkar på blodkoagulationen. »La bile détermine chez le chien, in vivo, l'incoagulabilité du sang par l'intermédiaire du foie», sluter DOYON häraf. Dessa nu i korthet refererade resultat af ifrågavarande djurexperiment äro visserligen icke af något direkt intresse för frågan om de kliniskt förekommande cholämiska blödningsgarnas genes, men visa alla, hur höggradigt en allvarlig rubbning i lefverns funktion inverkar på blodets koagulation.

Slutligen kunna äfven de båda fall uti mitt undersökningsmaterial, som utan att hafva haft höggradig ikterus företett koagulationshämning af blodplasma vid lägre procent gallsyrade alkalier än normalt, förtjäna att här anföras. Den ene hithörande patienten med helt lindrig ikterus (närmare omnämnd på sid. 86) hade infekterade trombmassor uti vena porta och multipla lefverabscesser. Och den andre patienten<sup>3</sup>, som alls icke var ikterisk, hade sekundär cancer i lefvern med den primära tumören i ventrikeln. Sålunda hafva de båda enda patienterna bland alla de af mig med »gallsyre»metoden undersökta, som utan att hafva höggradig ikterus visat blodets koagulationsförmåga väsentligt nedsatt, befunnits vara två fall med mycket allvarlig lefversjukdom. Detta kliniska rön angifver, att rubbad lefverfunktion äfven utan ikterus kan vålla nedsättning af blodets koagulationsförmåga.

Innan detta kapitel om gallsyrehypotesen afslutas, kan det vara skäl att beröra äfven den frågan, om icke gallsyrorna skulle kunna vara af betydelse för den ikteriske patientens blödningsbenägenhet på annat sätt än genom direkt inverkan på blodets koagulation. Det har då af flera författare framhållits<sup>4</sup>, att de i blodet förekommande gallsyrorna skulle vid kronisk ikterus genom långvarig inverkan kunna skada kärlendotelet och därigenom befordra blodutträde och paren-

<sup>1</sup> DOYON och BILLET: Rapport entre l'incoagulabilité du sang et les lésions hépatiques dans l'intoxication subaigue par le chloroforme. *Compt. rend. de la Soc. de Biol.*; 1905; s. 852.

<sup>2</sup> DOYON: Action de la bile sur la coagulabilité du sang. *Journal. de Phys. et de Path. génér.*; bd 12; 1910.

<sup>3</sup> Denne pat. (63 års man), som sedan 7 à 8 mån. haft ventrikelsymtom och afmagrat, inkom <sup>12</sup>/<sub>5</sub> å kirurg. kliniken; hade då retention i ventrikeln och en knytnefstor palpabel resistens under v. refbensranden. Proflaparotomi <sup>17</sup>/<sub>5</sub> visade tumör i ventrikeln och v. lefverloben. Läkning men rask aftyning. Blodet undersöktes <sup>27</sup>/<sub>5</sub> med »gallsyre»metoden (se sid. 82). Mors <sup>29</sup>/<sub>5</sub>. — Sektionen visade en stor ulcererande cancer vid curvatura minor, som kontinuerligt fortsatte in uti v. lefverloben, där den vuxit som gråröda möriga massor. Lefvern visade i högra loben intill lig. coronarium ganska rikligt med små blödningsar.

<sup>4</sup> Se exempelvis UMBER: *Erkrankungen der Leber und der Gallenwege. Handbuch d. Inner. Medizin* af MOHR och STAEHELIN 1914.

chymatösa blödningsarna. Denna supponerade inverkan af gallsyrorna på kärlväggen kan emellertid alldeles icke godtagas som tillräcklig förklaringsgrund för de cholämiska blödningsarna. Då nämligen flertalet ikterus-patienter med symtom af haemorrhagisk diates visat sig hafva en förlångsammad blodkoagulation, så kan de cholämiska blödningsarnas orsak ej ligga uti enbart kärlväggsförändringar utan måste rimligtvis blödningsarna bero på någon faktor, som inverkar direkt på blodets koagulation.

Alla dessa ofvan anförda kliniska och experimentella rön synas mig på ett öfvertygande sätt *visa, att gallsyrorna i blodet ej kunna vara åtminstone den väsentliga orsaken till de s. k. cholämiska blödningsarna.* Att positivt besvara frågan om dessa blödningsars genes är långt vanskeligare. Det torde emellertid vara mycket saunolikt, att den väsentliga orsaken till de cholämiska blödningsarna är att söka uti rubbning af leverns funktion af någon art, ehuru väl vi tillsvidare ej närmare känna, på hvad sätt rubbad leverfunktion inverkar på blodkoagulationen vid kronisk ikterus. Om rubbningen i leverfunktion under dessa förhållanden leder till minskning af blodets fibrinogenmängd eller till brist på trombin, event. trombokinas eller till förekomst i blodet av större mängd antitrombin än normalt eller tillåter skadliga substanser från tarmen passera osönderdelade till blodet, det är frågor, som fortfarande äro oklara och kräfva fortsatt forskning.

Till slut ett par ord om »gallsyre»-metoden, sålunda om den ofvan närmre beskrifna metoden att bestämma, vid hvilken koncentration tillsatta gallsyror hämma ett blodplasmas koagulation. Som af den föregående utredningen framgår, får man genom undersökning med denna metod veta, om det undersökta blodets koagulationsförmåga är normal eller om den är nedsatt och i så fall hur mycket. »*Gallsyre»metoden är en mig veterligen förut ej använd* och som mina ofvan meddelade undersökningar *visa praktiskt brukbar metod att pröfva blodets koagulationsförmåga.* Den gifver oftast men ej alltid resultat, som öfverensstämmer med dem, som erhållas vid samtida bestämmningar af blodets koagulationstid. Gallsyremetoden kräver en viss laboratorientrustning: centrifug, pipetter, ett gallsyradt alkali-preparat, och är något omständlig men torde å andra sidan vara mindre beroende af metodologiska felkällor än de vanliga metoderna att bestämma blodets koagulationstid. Och enligt min erfarenhet visar det sig uti ikterusfall med blödningsrisk ibland fördelaktigt att ej blott direkt undersöka blodets koagulationstid utan äfven pröfva dess koagulationsförmåga enligt gallsyremetoden.

### Djurförsök med underbindning af ductus choledochus.

Underbindning af ductus choledochus är en operation, som sedan lång tid ofta utförts å försöksdjur i skilda syften: för att närmare följa och studera den därpå följande ikterus<sup>1</sup>, ingreppets inverkan på gallproduktionen<sup>1</sup>, de efter ingreppet uppträdande leverförändringarna<sup>2</sup>, blodförändringarna<sup>3</sup> m. m. Syftet med de af mig utförda underbindningarna å hufvudgallgången har varit dels att undersöka, hur blodkoagulationen förhåller sig å dessa djur med experimentel kronisk ikterus dels att, om möjligt å dem få fram symptom af haemorrhagisk diates.

Mina första choledochusunderbindningar utförde jag å 2 kaniner; då emellertid båda dessa djur dogo inom 3 dygn och det enligt flertalet tidigare undersökare<sup>4</sup> lär vara nog så vanskligt att få kaniner att leva någon längre tid efter en dylik operation, så öfvergick jag vid de följande försöken till hundar.

Å 7 hundar har jag under eternarkos underbundit eller mellan tvenne ligaturer genomklippt ductus choledochus — djurens sjukhistorier äro i kortfattad form bifogade kasuistiken. Beträffande operationstekniken vid detta ingrepp å hund kan det förtjäna påpekas, att man ej, som i allmänhet vid choledochusingrepp å människa, bör uppsöka gallgången från gallblåsan utan efter bukhålans öppnande omedelbart framdraga mot eller uti buksåret pylorus och duodenum; det går då i regel lätt att strax till höger om pylorusringen vid duodenum's öfre rand efter delning af det täckande serosabladet uppleta och fripreparera ductus choledochus.

Operationerna äro utförda å *Lunds med.-kemiska institution*, i hvars åldriga lokaler de yttre aseptikbetingelserna äro, mildt uttryckt, ogynnsamma och förvaringslokalerna för de opererade djuren så primitiva som möjligt. Af de 7 hundarne hafva de 2 dött efter ingreppet uti infektion: hund 1 efter 4 dygn af peritonit, hund 2 efter 16 dygn af intraabdominell cirkumskript abscess och abscess i bukväggen. De öfriga 5 hafva läkts p. pr.; 1 af dessa (hund 3) dukade dock under efter 10 dygn af gallperitonit sannolikt efter spontan ruptur af den utspända gallblåsan. De 4 återstående djuren hafva öfverlevat underbindningen af ductus choledochus längre tid.

<sup>1</sup> MALKOFF: Zur Pathologie der Ikterus (original på ryska). Ref. uti Jahresber. d. Thierchemie; bd 27, s. 785; 1897. — WHIPPLE: The Pathogenesis of icterus. Journ. of experim. Med. bd 13; 1911.

<sup>2</sup> GERHARDT: Ueber Leberveränderungen nach Gallengangsunterbindung. Archiv f. exper. Pathol. u. Pharmak.; bd 30; 1892. — FIESSINGER och Roudowska: Dissemblances anatomo-pathologiques de la cirrhose biliaire de l'homme et de la cirrhose biliaire expérimentale. Compt. rend. d. l. Soc. de Biolog.; bd 75 s. 470 och 524; 1913.

<sup>3</sup> LANDAU, l. c. — LEPEHNE: Blutveränderungen bei experimentellem Choledochusverschluss. Dissert.; Königsberg. 1911.

<sup>4</sup> Enligt LANDAU (l. c.) kunna kaniner efter choledochusunderbindning ej leva mer än 5 å 6 dagar och af GERHARDT (l. c.) så opererade 36 kaniner dogo halfva antalet inom 3 dygn; dock fick GERHARDT och äfven PICK (cit. efter Gerhardt) enstaka djur att öfverleva ända till 32 å 36 dygn. På senare tiden hafva FIESSINGER och Roudowska (l. c.) lyckats, »en employant une technique rigoureusement aseptique», att få choledochus-underbundna kaniner att länge öfverleva ingreppet, i ett fall t. o. m. 6 månader.



Under de första dygnen efter choledochusunderbindningen hafva alla hundarne tett sig mer eller mindre olustiga, men flera af dem f. ö. ej förefallit mycket påverkade, medan ett par däremot af äfven de icke-infekterade efter operationen ej velat äta på flera dygn, haft kräkningar och gifvit intryck af att vara rätt starkt allmänt påverkade. Äfven det fortsatta förloppet har i de olika fallen tett sig något vexlande: somliga af hundarne hafva hållit sig någorlunda pigga och i kondition blott ett par veckor, därefter börjat förlora aptiten, te sig dåsiga och visat en under några veckor jämt fortskridande stark afmagring och kraftförfall till exitus; så afled hund 4 höggradigt afmagrad efter 9 veckor och hund 5 aflifvades likaledes höggradigt afmagrad efter 8 veckor humanitatis causa. Hos de båda återstående djuren (hund 6 och 7) har choledochusunderbindningen visserligen också medfört en afsevärd afmagring och nedsättning af allmäntillståndet men förloppet gått vida långsammare, då djuren ännu resp. 2 och 3 månader efter operationen tyckas befinna sig någorlunda väl<sup>1</sup>.

Hur fort utveckla sig nu symtomen af ikterus efter choledochusunderbindning å hund? Vid mina försök har det visat sig, att gallfärgämnen om också blott i ringa mängd låta sig påvisa uti urinen ibland redan efter 1 dygn och annars regelbundet efter 1 1/2 dygn<sup>2</sup> samt efter 3 dygn alltid förefinnas uti den då redan tämligen starkt gallfärgade urinen i afsevärd mängd<sup>3</sup>. Gallsyror i ringa mängd hafva å mina försöksdjur påvisats uti urinen 2 å 3 dygn efter choledochusunderbindningen<sup>4</sup>. Dessa resultat öfverensstämma väl med MALKOFFS; han fann nämligen gallpigment i urinen på 2:dra dagen och gallsyror först på 2:dra eller 3:dje dagen. Då blodprof första gången tagits efter operationen, å de olika försöksdjuren efter 3 å 5 dygn, har blodplasman regelbundet visat sig redan vara ganska starkt gulfärgad. Begynnande ikterisk färg å sclerae kunde man iakttaga å hund 6 efter 5 dygn, tydlig ikterus å flera af de andra hundarne 7 å 10 dygn efter underbindningen. Faeces hade å hund 6 ännu färg 5 dygn efter operationen men voro på 6:te dygnet helt akoliska.

Beträffande den fortsatta gallproduktionen uti djur med underbunden choledochus hafva ett par tidigare undersökare gjort iakttagelser af stort intresse. MALKOFF<sup>5</sup>, som underbundit hufvudgallgången å 12 hundar, hvarefter dessa lefde »sehr

<sup>1</sup> LEPEHNE (l. c.) har vid sina choledochus-underbindningar å katter funnit, att djuren öfverlefde operationen 1/2 å 4 1/2 veckor, och anser att denna försöksdjurens växlande lifslängd efter ingreppet berodde bland annat på äfven gallblåsans tillfälliga fyllnadsgrad vid operationen: djuren med ntspänd fylld gallblåsa dogo snart, djuren med tom gallblåsa lefde längre. Så vidt jag vid mina få operationer kunnat finna är gallblåsans tillfälliga fyllnadsgrad vid choledochusunderbindning å hund ej af någon betydelse för det senare förloppet.

<sup>2</sup> Urinen från hund 3 gaf Hupperts reaktion på gallfärgämnen svagt men tydligt positiv 1 dygn efter operationen, från hundarne 2, 4, 5 och 7 efter 1 1/2 dygn och från hund 6 tydligt positiv 2 dygn efter operationen.

<sup>3</sup> Alla försöksdjuren visade starkt positiv Hupperts reaktion i urinen 3 dygn efter operationen

<sup>4</sup> Pettenkofers reaktion var uti urinen tydligt positiv från flera af hundarna (3, 5, 6) efter 2 dygn, från hund 7 först efter 3 dygn.

<sup>5</sup> l. c.



lange Zeit», en t. o. m. 130 dagar, fann, att gallsyreutsöndringen i urinen tilltog under första tiden efter operationen men sedan åter minskade och nedgick till små värden, t. o. m. till noll. »Bei mehreren Hunden wurde während der Beobachtungszeit nach deutlicher Ausbildung der Retentionserscheinungen eine Fistel der Gallenblase angelegt und die aufgefangene Galle periodisch analysirt. Es ergab sich, dass die Leber 5—10 Mal weniger Cholate bereitet, als in der Norm; bei dem Hunde, der 130 Tage lebte, konnten sogar gar keine Cholate in der Galle nachgewiesen werden; Gallpigmente werden hierbei von der Leber in reichlicher Menge bereitet». Likartade iakttagelser hafva FIESSINGER och Roudowska<sup>1</sup> gjort å choledochusunderbundna kaniner. Å de försöksdjur, som öfverlefde 3 å 6 månader, funno de nämligen, att den efter operationen inträdda ikterus började blekna redan efter omkr. 2 veckor, sedan långsamt gick tillbaka och efter ung. 2 månader var helt försvunnen, ehuru hindret för gallpassagen alltjämt kvarstod. De tillägga: »On ne peut attribuer cette disposition de l'ictère à une insuffisance hépatique. Les animaux ne présentent aucun signe d'une insuffisance complète et le parenchyme hépatique n'en présente aucune des lésions. Il n'y a, à notre avis, qu'une façon d'expliquer cette disposition de l'ictère, c'est d'admettre qu'il s'est produit une véritable inhibition de la fonction biliaire». Slutligen har äfven LEPEHNE<sup>1</sup> efter choledochus-ligatur å kattor iakttagit, att reaktionerna på gallfärgämnen i urinen trots fullständig gallretention under de sista dygnen före exitus ibland öfvergående visade sig negativ; andra dagar dessemellan voro de positiva.

Enligt nu refererade iakttagelser skulle sålunda å choledochusunderbundna hundar gallsyrebildningen någon tid efter operationen börja minskas och senare (å en hund efter 4 mån.) helt upphöra, medan gallpigmentbildningen fortsätter och ikterus kvarstår; och å choledochusunderbundna kaniner skulle levern inom 2 månader efter ingreppet upphöra att producera äfven gallfärgämnen. Om dessa resultat af kaninförsöken äro riktiga, visa de att förhållandena te sig olika hos kanin och människa; en rik klinisk erfarenhet har ju nämligen lärt oss, att ikterus vid fullständigt choledochushinder ingalunda försvinner utan kvarstår ända till patientens död. Kaninförsöken och deras resultat synas mig därför vara utan intresse för den mänskliga patologien; af större intresse äro möjligen resultaten af försöken å hund.

Hvad nu mina egna försöksdjur angår, så har å dem alla gulfärgningen af sclerae, sedan den inträdt, jämt kvarstått och senare snarare till- än aftagit; likaså har blodplasman vid de upprepade blodproftagningarne alltjämt visat sig ung. lika ikterisk; äfvenledes har urinen hos dem alla efter choledochusunderbindningen ständigt varit starkt gallfärgad och visat Hupperts reaktion på gallfärgämnen starkt positiv, dock med vissa till synes alldeles oregelbundna växlingar, så att både gallfärgningen af urinen och Hupperts reaktion ibland varit påtagligt mindre stark vid ett undersökningstillfälle än ett annat. På förekomsten af gallsyror i urin och blod<sup>2</sup>

<sup>1</sup> l. c.

<sup>2</sup> För Pettenkofers reaktion äro de gallsyrade salterna extraherade ur urinen (30 kcm.) och blodet (5 å 6 kcm. afcentrifugerade blodkroppar) enligt den i föregående kapitel angifna metodiken.

hafva försöksdjuren undersökts upprepade gånger efter operationen på lämpliga mellantider med Pettenkofer's reaktion eller Bangs modifikation af densamma. Här må anföras resultaten af dessa gallsyrereaktioner för hund 6, hvilken följts under längst tid efter operationen.

## Hund 6.

Opererad 15. IX		Urin	Blod
D. 18. IX	3 dagar efter op.	rätt stark <sup>1</sup> Pettenkofer	—
20. IX	5 dagar » »	stark Pettenkofer	—
3. X	2 1/2 veckor » »	stark Pettenkofer	svag <sup>1</sup> Peterkofer
8. X	3 veckor » »	rätt stark Pettenkofer	svag men tydlig Pettenkofer
18. X	4 1/2 veckor » »	—	svag men tydlig Pettenkofer
24. X	5 1/2 veckor » »	stark Pettenkofer	—
2. XII	11 veckor » »	—	tydligt positiv Bang
14. XII	12 1/2 veckor » »	stark Pettenkofer o. Bang	—

Som af tabellen synes, innehålla denne hunds både blod och urin 3 månader efter choledochusunderbindningen gallsyror och visa då fortfarande ung. lika starkt positiva Pettenkoferreaktioner som förut efter operationen. Gallsyreundersökningarna å två af de andra försöksdjuren, som följts under ung 2 månader efter choledochusunderbindningen, hafva gifvit likartade resultat; och särskildt kan det för tjäna framhållas, att hund 5 äfven den dagen, då han nästan moribund dödades, visade tydligt positiv Pettenkofer i blodet och starkt positiv i urinen. Så vidt man af Pettenkoferreaktionernas styrka vid de olika undersökningstillfällena kan våga döma, har sålunda å dessa 3 hundar 2 resp. 3 månader efter choledochusunderbindningen ännu ej inträdt någon märkbar minskning uti blodets eller urinens gallsyrehalt.

Så till frågan om blodets koagulation å de ikteriska hundarna efter choledochusunderbindning. Blodets koagulationsförmåga hos dessa har jag bestämt genom att undersöka enligt ofvan angifven metodik <sup>2</sup>, vid hvilken koncentration tillsatt gallsyrad alkalilösning hämmar koagulationen; och dessa bestämningar hafva utförts å de olika hundarne först före choledochusunderbindningen och sedan upprepade gånger efter densamma med lämpliga mellantider. Å de först opererade hundarne gjorde jag äfven samtidigt direkta bestämningar af blodets koagulationstid med blodprof å urglas, men lyckades det mig icke att härvid erhålla pålitliga värden be-

<sup>1</sup> Att urinen gifvit betydligt starkare Pettenkoferreaktion än blodet, beror gifvetvis därpå, att till gallsyreundersökningarne användts en betydligt större kvantitet urin (30 kcm.) än blod (5 å 6 kcm.).

<sup>2</sup> Den enda afvikelsen från den förut beskrifna tekniken har varit den, att den behöfliga blodkvantiteten — 9 kcm. — ej tagits som å patienterna genom venpunktion utan erhållits genom snitt i öronven, hvarvid bloddropparne, som oftast kommit i rask droppföljd, direkt uppfångats uti en liten graderad 10 kcm:s glascylinder innehållande 1 kcm. 1 % ammoniumoxalat. Om-skakning, centrifugering, afpipettering och oxalatplasma har varit färdigt till koagulationsbestämningar.

roende på svårigheten <sup>1</sup> att å hund taga de erforderliga blodprofven på oklanderligt sätt. Dessa bestämningar af koagulationstiden, af hvilka somliga äro påtagligt otillförlitliga, synas mig därför ej förtjäna att ens anföras.

I efterföljande tabeller meddelas i öfversiktlig form resultaten af de gjorda koagulationsbestämningarne med »gallsyre»metoden å de 6 hundar, som öfverlefft choledochusunderbindningen någon längre tid.

Hund 2.	Hund 3.	Hund 4.
Koagulat.-hämning vid:	Koagulat.-hämning vid:	Koagulat.-hämning vid:
d. $\frac{27}{4}$ ..... 0,55 %	d. $\frac{14}{9}$ ..... 0,65 %	d. $\frac{27}{4}$ ..... 0,65 %
Opererad $\frac{29}{4}$ .	Opererad $\frac{15}{9}$ .	Opererad $\frac{29}{4}$ .
$\frac{2}{5}$ 3 dagar p. op. .... 0,55 %	$\frac{20}{9}$ 5 dagar p. op. .... 0,63 %	$\frac{2}{5}$ 3 dagar p. op. .... 0,60 %
$\frac{6}{5}$ 7 dagar p. op. .... 0,57 %	$\frac{22}{9}$ 7 dagar p. op. .... 0,65 %	$\frac{6}{5}$ 7 dagar p. op. .... 0,63 %
död $\frac{16}{5}$ af infektion.	död $\frac{26}{9}$ af gallperitonit.	$\frac{24}{5}$ 3 $\frac{1}{2}$ veckor p. op. ... 0,65 %
		$\frac{30}{5}$ 4 $\frac{1}{2}$ veckor p. op. ... 0,63 %
		död $\frac{1}{7}$ marantico modo.
Hund 5.	Hund 6.	Hund 7.
Koagulat.-hämning vid:	Koagulat.-hämning vid:	Koagulat.-hämning vid:
den $\frac{12}{10}$ ..... 0,63 %	5 olika undersökningar under	5 olika undersökningar under
Opererad $\frac{14}{10}$ .	maj och början af sept. gåfvo	maj och sept. gåfvo värden
$\frac{24}{10}$ 10 dagar p. op. 0,65 à 0,68 %	värden mellan 0,55 och 0,63 %	mellan ..... 0,57 och 0,68 %
$\frac{21}{11}$ 5 veckor p. op. .... 0,61 %	Opererad $\frac{15}{9}$ .	Opererad $\frac{14}{10}$ .
$\frac{2}{12}$ 7 veckor p. op. .... 0,65 %	$\frac{22}{9}$ 7 dagar p. op. .... 0,65 %	$\frac{18}{10}$ 4 dagar p. op. .... 0,61 %
$\frac{9}{12}$ 8 veckor p. op. 0,57 à 0,61 %	$\frac{25}{9}$ 10 dagar p. op. .... 0,65 %	$\frac{21}{10}$ 10 dagar p. op. 0,61 à 0,65 %
döddes $\frac{9}{12}$ (betydligt marantisk).	$\frac{3}{10}$ 2 $\frac{1}{2}$ veckor p. op. ... 0,53 %	$\frac{21}{11}$ 5 $\frac{1}{2}$ veckor p. op. ... 0,57 %
	$\frac{7}{10}$ 3 veckor p. op. .... 0,61 %	$\frac{2}{12}$ 7 veckor p. op. .... 0,65 %
	$\frac{9}{10}$ 3 $\frac{1}{2}$ veckor p. op. ... 0,65 %	
	$\frac{13}{10}$ 4 veckor p. op. 0,57 à 0,61 %	
	$\frac{18}{10}$ 4 $\frac{1}{2}$ veckor p. op. 0,61 à 0,65 %	
	$\frac{24}{10}$ 5 $\frac{1}{2}$ veckor p. op. ... 0,65 %	
	$\frac{21}{11}$ 9 $\frac{1}{2}$ veckor p. op. ... 0,65 %	
	$\frac{2}{12}$ 11 veckor p. op. .... 0,57 %	

Af de här anförda bestämningarne, som gjorts före operationerna, framgår, att koagulationen af oxalatplasma från friska hundar helt hämmas vid tillsats af gallsyrad alkali-lösning till en koncentration af ungt. 0,60 % — de funna värdena växla mellan 0,55 % och 0,68 % —; koagulationen af hundblod hämmas sålunda vid samma gallsyretillsats som koagulationen af människoblod.

Om man så granskar de koagulationsbestämningar, som äro gjorda på olika tider efter choledochusunderbindningarne, så finner man, att ingen af dessa hundar med kronisk ikterus företett någon som helst påtaglig och än mindre varaktig nedsätt-

<sup>1</sup> Af den tidigare framställningen (se sidd. 50—51) framgår, i hur hög grad koagulationstiden är beroende af tekniken vid själfva blodproftagningen.

<sup>2</sup> Under juni månad var jag på grund af verksamhet på annan plats än i Lund förhindrad att å denne hund fortsätta koagulationsbestämningarne.



sättning af blodets koagulationsförmåga — i hvarje fall så vidt »gallsyre»metoden är en mätare därpå; och dock har ett par af dessa försöksdjur följts och undersökts under relativt lång tid: hund 6 under 11 veckor, hund 7 under 7 veckor efter operationen och hund 5 under 8 veckor till dess han högradigt afmagrad och kraftlös var nära exitus (dödades då). Så vidt man af undersökningsresultaten å dessa försöksdjur kan våga döma, *bibehåller sålunda blodet från choledochusunderbundna hundar med kronisk ikterus sin normala koagulationsförmåga under de första 2 å 3 månaderna efter operationen event. till exitus.*

Med några ord skall jag så beröra frågan om möjligheten att få fram s. k. cholämiska blödningsarna å försöksdjur med kronisk ikterus, ehuru mina egna djurförsök lämna ett endast mycket torftigt bidrag till frågan. De båda opererade hundar, som ännu lefva med ikterus sen resp. 2 och 3 mån., hafva ej företett några kliniskt upptäckbara symtom af blödnings- och af de 2 hundar, som kommit till sektion efter att hafva lefvat med ikterus resp. 8 och 9 veckor, hade den ene vid obduktionen inga som helst blödnings-; å den andre (hund 4) fann man i ventrikel och tarm ett svartbrunt innehåll, som gaf pos. Weber (af innehållets makroskopiska utseende kunde man ingalunda vara säker på blodtillblandning); f. ö. påträffades inga blödnings- i kadavret. I detta fall har det tydligen varit en obetydlig blodtillblandning till tarminnehållet, hvilken möjligen kan hafva berott<sup>1</sup> på en lindrig s. k. cholämisk blödnings-; å denna hund blef af ofvan uppgifven orsak blodkoagulationen dessvärre ej undersökt under de sista lefnadsveckorna. I de 3 öfriga nyssnämnda fallen öfverensstämman frånvaron af symtom af hämmorrhagisk diates väl med blodkoagulationsbestämningarna, som visade normal koagulationsförmåga hos blodet.

I litteraturen har jag ej funnit några uppgifter, som angifva, att man å försöksdjur efter underbindning af d. choledochus iakttagit s. k. cholämiska blödnings- . Och då mitt material med blott 2 försöksdjur, som gått till mors och obducerats efter långvarig och svår ikterus, gifvetvis är för litet att tillåta några som helst slutsatser, så får det anses som en fortfarande öppen fråga — säkerligen värd fortsatta undersökningar —, huruvida och event. under hvilka förhållanden man vid experimentel kronisk ikterus kan å försöksdjur få fram symtom af hämmorrhagisk diates.

Förändringarna i lefvern efter choledochusunderbindning hafva redan för länge sedan varit föremål för ingående undersökningar<sup>2</sup>. Dessa hafva visat, att på åtminstone vissa försöksdjur uppträda redan tidigt — å kaniner på särskildt 2:dra och 3:dje dygnen — egendomliga nekrotiska hårdar i lefverparenchymet, hvilka under det fortsatta förloppet resorberas, samt som väsentliga senare lefverförändringar dilatation af gallgångarna, betydlig förökning af den interlobulära bindväfven samt nybildning af gallgångskapillärer.

<sup>1</sup> Då hunden under åtminstone hela sista veckan före exitus ej förtärt kött, är det högst osannolikt, att den pos. Weber skulle kunna bero på födan.

<sup>2</sup> Se GERHARDT, l. c.



Som af hundarnes sjukhistorier, vidfogade kasuistiken, närmre framgår, har Dr. Fex mikroskopiskt undersökt lefvern å de 5 djur, som kommit till sektion efter choledochusunderbindning. Uti fallen 1 och 3, där djuret dött resp. 3 och 10 dagar efter operationen, visade undersökningen i öfverensstämmelse med tidigare undersökningsresultat öfverallt i lefverväfnaden talrika härdar med fullständig nekros af lefvercellerna. Af större intresse för »cholämi»-frågan äro emellertid fallen 4 och 5, där djuret lefvt resp. 8 och 9 veckor med ikterus efter choledochusunderbindningen. Uti dessa båda fall befunnos de väsentliga förändringarne i lefvern ej vara andra än gallstas med dilaterade gallgångar, rikligt med gallpigment i lefvercellerna samt måttlig parenchymatös degeneration af dessa. När man i fall sådana som dessa, där djuret dött eller varit nära exitus i svår ikterus ung. 2 månader efter choledochusunderbindningen, ej finner större förändringar i lefvern än de nyssnämnda, så är man ej mycket benägen att antaga, det nedsatt funktionsförmåga hos lefvern, »lefverinsufficiens», skulle i och för sig vara den väsentliga orsaken till djurets fortskridande aftyning och död. Emellertid får man härvidlag å andra sidan ej glömma, hur vanskligt det ofta är att af de anatomiska förändringarna i ett organ draga några säkra slutsatser beträffande rubbningarna uti organets funktion och detta ej minst när det gäller ett organ med så mångahanda och komplicerade uppgifter som lefvern.

## Sjukhistorier.

### Postoperativa dödsfall af cholämisk blödning. Fallen 1—58.

**Fall 1.** Fabrikör J. F. L., 52 år. Intagen  $7/4$  1892 å *Uppsala* kirurg. klinik; cholecystostomi  $7/4$ ; död  $10/4$ .

*Cancer ductus choledochi.*

*Anamnes.* Tidigare fullt frisk. Sjuknade d.  $21/2$  i symtom, som han själf ansåg vara influensa. Följande dag märkte emellertid hans hustru, att han var gul; samma dag blefvo afföringarna af färgade och hafva alltsedan haft ett kittliknande utseende; urinen har varit mörk som porter. Pat. har under de gångna 6—7 veckorna behandlats såsom för en katarral ikterus. — *Status*  $7/4$  1892. Pat. är af reslig kroppsbyggnad och väl nutrierad, ehuru enligt uppgift betydligt afmagrad. Hudfärgen intensivt mörkgul; här och hvar öfver hela kroppen, mest på buken, synas märken efter subkutana blödningar, som inträdt för ung. 1 vecka sedan. Pulsen är jämn, af vexlande frekvens, stundom endast med 52—54 slag i min. Undre leverranden palperas 3 tvärfinger under bröstkorgranden och på gallblåsans plats kännes en äpplestor rundad tumör. (På sannolikhetsdiagnosen: choledochussten göres laparotomi.)

*Cholecystostomi*  $7/4$ . Tvärsnitt i jämnhöjd med undre leverranden. Den förstorade utspända gallblåsan incideras och 300 gr. tunn grönaktig slemmig vätska uttömmes. Sten eller tumör kunna ej palperas i gallblåsa eller gallvägar. Gallblåsan sys fram och dräneras. Buksutur. — *Förlopp.* Pat:s tillstånd var ganska tillfredsställande d. 7 och 8 med temp. högst  $38^{\circ},4$  och gallflöde genom gallblåsedränröret; pulsfrekvensen d.  $8/4$ : 100 och 120. Vid förbandsvexlingarna ingen blödning, förr än den  $9/4$  på morgonen, då gallan innehöll blod och kompresserna voro genomdränkta med färskt blod. Under dagen intet gallflöde, då röret tilltäpptes af koagler, fortsatt blödning och aftagande krafter. Temp.  $38^{\circ},5$  och  $39^{\circ},9$ ; pulsfrekvens 136 och 150. Mors kl. 3,30 f. m. d.  $10/4$ .

*Obduktionen* visade en ringformig skirr i nedre delen af duct. choledochus och inre blödningar.

**Fall 2.** Enka E. K., 57 år. Intagen  $18/8$  1898 å *Malmö* sjukhus (n:r 642); cholecystostomi  $19/8$  och  $22/8$ ; död  $28/8$ .

*Cholelithiasis + cancer vesic. fell. et ductus hepatic. et choledoch. et hepatis.*

*Anamnes.* VIII-para. Alltid tidigare haft god mage. Sjuknade i mars i år med svåra krampartade buksmärter, som fortsatte 3 dygn och tvingade till 2 veckors sängläge; läkare diagnosticerade gallsten; ingen ikterus. Sedan frisk till slutet af juni, då hon vid midsommartid öfverraskades af ett nytt anfall liknande det förra; efter ett par dagar ikterus. Sedan dess har urinen varit mörk, afföringen gråhvit; hon har haft dålig aptit, känt sig illamående, af och till kräkt, besvärats af malande värk och smärter, blifvit mer och mer gul och mycket besvärats af klåda; betydlig

afmagring. — *Status*  $12/8$  1898. Rätt godt hull. Stark ikterus, som stöter i brunt. Svår klåda. Hjärta, lungor 0. Undre leverranden kännes tydligt 1 tvärfinger under reffbensranden och i mamillarlinjen sammanhängande med levern en jämn fast obetydligt ömmande resistens; f. ö. intet abnormt att palpera från buken. Urin mörkfärgad, 0 alb., + gallfärgämnen. Afföringar akoliska.

*Cholecystostomia*. *Seance I d.*  $19/8$ . Snitt genom h. musc. rectus. Ringa mängd starkt gallfärgad vätska i bukålan. På leverns yta grågula förhårdnade partier; hårda körtlar kring gallblåshalsen. Den utspända gallblåsan sys fram till peritoneum parietal. Buksåret slöts ofvanför och nedanför med suturer i 3 etager. — *Seance II d.*  $22/8$ . Gallblåsan öppnas: 3 gallstenar och tjockflytande slemmig galla utskaffas. Dränage. — *Förlopp*. *D.*  $25/8$ . Temp. d. 23:  $38^{\circ},2$  och  $38^{\circ},8$ ; sista 2 dagarna  $37^{\circ},7$  till  $38^{\circ},1$ . I går efter omläggning visade sig en ymnig blödning från djupet af gallblåsan i tamponaden; på e. m. visade sig en uppdrifning på h. sidan af buken nående ned till spina iliac. ant. sup. (hämatom); pulsen var liten och hastig. Känner sig subjektivt väl men kräker upp allt hvad hon förtär. Pulsen är fortfarande i dag liten och hastig. — *D.*  $28/8$ . Temp. de 2 sista dagarne varit  $37^{\circ},4$  à  $37^{\circ},6$ . Hon har legat dålig med kräkningar utan att kunna taga emot någon föda. Mors i dag kl. 7 e. m.

*Obduktion*. I främre bukväggen en större subkutan och en större preperitoneal blödning; i bukålan intet blod. Gallblåsan väl fastlödd till peritoneum parietale. Gallblåsan, gallgångarne och närliggande lymfkörtlar äro uppgångna i en cancermassa; å leverns yta åtskilliga cancer-metastaser. Levern är grönsvart till färgen och af lös konsistens. Organen äro starkt ikteriska, men förete f. ö. inga väsentliga förändringar.

**Fall 3.** Markören A. A. F. W., 41 år. Intagen  $28/3$  1899 å *Sabbatsbergs sjukhus* (nr 326); cholecystostomi  $5/4$ ; choledochotomi  $17/4$ ; död s. d.

*Cholelithiasis + lithiasis ductus choledochi.*

*Anamnes*. För 6 år sedan hade pat. smärtanfall i öfre delen af buken och under de sista 2 åren hafva dessa påkommit oftare, dock alltjämt varit af kort duration och måttlig intensitet. I slutet af juni 1898 började anfallen uppträda tätare och blifva svårare: vara åtföljda af frossbrytningar och feber, hvarjämte ikterus tillstötte. Intogs å medic. afdeln. d.  $3/8$  1898 och har där vårdats under nära 7 månader. Därstädes har pat. haft täta anfall af gallstentyp, under första månaderna mest hvarannan dag af 3—4 timmars duration; anfallen hafva vanligen åtföljts af frossbrytningar och feberstegringar upp till öfver  $40^{\circ}$ ; temperaturkurvan är under flera månader af en fullkomligt pyämisk typ. Sista tiden hafva smärtanfallen, frysningsarna och temperaturstegringarne påkommit mera sällan; sista veckan har han efter senaste anfallet med temp. d.  $27/8$  varit afebril. Under nästan hela sjukhusvistelsen har han varit ikterisk; ikterus har ökat i intensitet efter smärtanfallen. Ingen väsentlig afmagring. — *Status*  $30/8$  1899. Pat:s utseende är ej kakektiskt. Stark ikterus. Temp. dessa dagar  $37^{\circ},0$  à  $37^{\circ},4$ . Levern tyckes med sin nedre rand nå till bröstkorgranden; gallblåsan ej palpabel och någon abnorm resistens är f. ö. ej heller att med säkerhet palpera. Urinen mörkfärgad, 0 alb. Afföringar gråhvita.

*Cholecystostomia*  $5/4$ . Snitt i h. rectusskidan till något nedom navelplanet. Obetydliga lätt lösbare adherenser på gallblåsans undre sida. En valnötstor sten palperas i d. choledochus. Punktion af gallblåsan med uttömmande af grön, något slemmig galla. Incision af gallblåsan. Då choledochusstenen ej kändes förskjutbar och ej nåddes af tång, införd genom d. cysticus, dränerades gallblåsan efter det incisionsändarna fastsyts vid periton. pariet. och inlades tamponad under gallblåsan mot choledochus i afsigt att aflägsna stenen i en senare seance. Nedersta och öfversta delen af buksåret suturerades. — *Förlopp*. Temp. steg d. 7 på aftonen till  $39^{\circ},8$ , höll sig sedan kring  $38^{\circ}$  och var från d. 12 under  $38^{\circ}$ ; pulsfrekvensen höll sig första veckan mellan 130 och 108, gick sedan ned kring 100. Rikligt gallflöde genom dränageröret i gallblåsan och uti förbandet (ca 500 gr. galla per dygn). Tarmpassage normal; feces fortfarande affärgade. Efter oper. stark bronchit med rikliga purulenta sputa; bättre efter 1 vecka. *D.*  $16/4$ : ingen minskning i ikterus att iakttaga. Allmäntillståndet är tämligen godt. — *Choledochotomi d.*  $17/4$ . Tampongerna aflägsnas och sårhålan utspolas. Välutbildade adherenser. Först efter långt sökande påträffas den vid förra oper. palperade stenen. Incision af choledochus: en mer än spansknötstor och en mindre sten utskaffas; hepaticusdränage med grof halffast kateter; tamponad. Pat. var under hela operat. dålig, låg långa

stunder vaken (fick c:a 20 kem. kloroform). Ingen blödning. — Efter oper. var pulsen knappt kännbar och trots stimulantia afled pat. kl. 2 e. m. samma dag.

*Obduktion.* Stark ikterus. Hjärta 0. Akut bronchit i lungorna. Under operationssåret finner man en af oment väl afgränsad sårhåla med den i fundus öppnade gallblåsan och den inciderade choledochus i botten. D. choledochus och hepaticus äro betydligt dilaterade. I en recess af gallblåsan en mindre gallsten, f. ö. inga stenar. Ifrån öfre delen af operationsfältet och ned till öfre randen af lilla bäckenet en stor retroperitoneal blödning. Levern visar tecken på gallstas. Tarm-innehållet är ej gallfärgadt.

**Fall 4.** Kapten A. v. P., 56 år. Intagen  $^{14}/_{10}$  1899 å *Serafimerlasarettets* kirurg. klinik II (nr 585); cholecystostomi + choledochotomi  $^{16}/_{10}$ ; död  $^{18}/_{10}$ .

*Cholelithiasis + litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* Pat. har länge lidit af vaga digestionsrubbingar. I juni 1899 diagnosticerades först gallsten. Sex veckor före inkomsten fick pat. svåra smärtor i buken och ikterus; smärtorna upphörde småningom men gulfärgningen blef än intensivare. — *Status*  $^{15}/_{10}$  1899. Stark ikterus. Hjärta normalt. Lungor med lindrigt emfysem. Urin gallfärgad med ringa mängd alb. Levern är ej förstörd; å dess nedre rand palperas en tydligt framskjutande hönsäggstor resistens.

*Cholecystostomi + choledochotomi*  $^{16}/_{10}$ . Incision af gallblåsan, som innehåller ett stort antal stenar och slemmig vätska. I ductus cysticus och choledochus massor af små kolesterolstenar. Den senare incideras, befrias från konkrement och dräneras liksom gallblåsan. — *Förlopp.* Efter oper. var pat. lugn och afebril; galla flöt bra ur båda rören. På natten  $^{18}/_{10}$  häftig smärta med beklämning och andnöd; pulsen var liten, 92. Trots stimulantia fortskridande försämring och pat. afled kl. 12 middagen.

*Obduktion* af buken visade en rätt stor mängd blod i bukhålan nedanför levern. Stenar funnos ännu kvar, som täppte till choledochus.

**Fall 5.** Lärarinna A. E., 36 år. Intagen  $^6/_{11}$  1899 å *Serafimerlasarettets* kirurg. klinik I (nr 640); cholecystectomy  $^8/_{11}$ ; excision af gallfistel  $^{31}/_1$  1900; död  $^1/_2$ .

*Cholelithiasis + fistula vesic. fell. p. cholecystostom. + icterus chron.*

*Anamnes.* För ung. 8 år sedan började pat. få anfall med häftiga kolikplågor i h. hypochondriet och kräkningar, som räckte några timmar; anfallen uppträdde i början tämligen sällan, ökade i frekvens och en palpabel ömmande tumör uppträdde på gallblåsans plats. Efter ett anfall fann hon en gallsten i afföringen. Då anfallen blefvo svårare och tillståndet förvärrades, sökte hon i Buenos Ayres, där hon då vistades, sjukhusvård i december 1898. Här gjordes cholecystostomi med aflägsnande af ett stort antal stenar; efter ett par veckor lämnade hon sjukhuset symptomfri och läkt. Efter någon tid började hon åter få smärtor i gallblåstrakten och en tumör bildade sig under gallfistelärret; smärtorna tilltogo, tills där spontant brast hål och en mest ofärgad vätska tömde sig; efter några dagar slöt sig åter fisteln. Snart inställde sig emellertid ånyo smärtor och tumör, hvilka båda försvunno efter nytt genombrott. Sedan dess har pats tillstånd med korta intervall jämt växlat mellan facen smärtor med ömmande resistens och facen öppen fistel. — *Status*  $^6/_{11}$  1899. Godt allmäntillstånd och hull. Afebril. Hjärta, lungor 0. Urin 0. I h. parasternallinjen från refbensranden till navelplanet ett operationsärr, i hvars midt synes en trång fistelöppning, ur hvilken framdroppar en ofärgad slemmig vätska; sond kan införas blott 1 å 2 cm. Buken mjuk och oöm; ingen abnorm resistens. Afföringar äro normalt färgade.

*Cholecystectomy*  $^8/_{11}$ . Den starkt adherenta gallblåsan lossas; i ductus cysticus en mindre sten. Exstirpation af gallblåsan och d. cysticus. Under oper. iaktogs att galla utflöt utan att man kunde bestämma hvarifrån. Dränör; tamponad; f. ö. suturering af buksåret. — *Förlopp.* Temp. var efter op. högst  $37^{\circ}$ , s; op.-såret läktes p. pr. Gallsekretionen i såret började redan



operationsdagen och fortsatte sedan i rikligt flöde. Fæces färg minskade efter oper.; d. 16 voro de helt ofärgade. Under slutet af nov. och under dec. var tillståndet i det stora hela oförändradt med riklig gallafgång genom fisteln och akoliska fæces. Den  $\frac{2}{1}$  1900 började gallflödet minskas och ikterus uppträda. Under januari växlade tillståndet; ömsom rikligt, ömsom sparsamt gallflöde genom fisteln och i samband därmed växling i ikterus; afföringar i allmänhet fortfarande akoliska, vid 2 eller 3 tillfällen svagt brunfärgade. Pat. jämt afebril.

*Excision af gallfistel*  $\frac{21}{1}$ . Den gallförande fisteln klyfves och excideras delvis men kan ej följas på djupet; rätt riklig parenchymatös blödning. Tamponad. — *Förlopp*. Temp. efter op. under  $37^{\circ}$ . Blödning i förbandet, så att detta måste växlas 2 ggr operationsdagen; pulsen blef liten. Under natten förämrad hjärtverksamhet; på morgonen d.  $\frac{1}{2}$  knappt kännbar puls och efter två krampanfall mors kl. 10 f. m.

*Obduktion*. Blodgenomdränkta tamponger i sårhålan. Betydlig blodinfiltration i främre bukväggen, i muskulaturen och subseröst. Omentadherenserna kring operationssåret äro likaledes starkt blodinfiltrerade, och till höger om operationssåret finnes subseröst kring den där adherenta delen af colon transvers. en mer än knytnäfstor håla med koaguleradt blod. I fria bukhålan ingen vätska. D. choledochus var stenoserad, kunde ej uppklippas eller följas genom ärrväfnaden. Levern var af vanlig storlek, starkt ikterisk.

**Fall 6.** Målare O. T., 47 år. Intagen  $\frac{29}{1}$  1901 å *Sabbatsbergs sjukhus* kirurg. afd. (nr 99); cholecystostomi + choledochotomi  $\frac{14}{2}$ ; död  $\frac{23}{2}$ .  
*Cholelithiasis + litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes*. Frisk tills för ung.  $1\frac{1}{2}$  år sedan, då han började känna obehag i epigastriet och under h. refbensranden. Under sista året har han haft med veckors eller högst 1 å 2 månaders mellantid påkommande smärtanfall under h. refbensranden, utstrålande åt ryggen, hvilka räckt 2 å 4 timmar, vanligen varit förenade med feber och frossbrytningar och efterföljts under 2—3 dagar af gulfärgning af huden och porterfärg å urinen. Vårdad  $\frac{10}{3}$ — $\frac{5}{4}$  å sjukhus för gallsten. Sista tiden anfall hvar eller hvar annan månad. Den  $\frac{27}{1}$  ett vanligt anfall med ikterus den följande dagen. — *Status*  $\frac{29}{1}$  1901. Kraftig kroppsbyggnad och godt hull. Afebril. Tämmligen stark icterus. Hjärta och lungor 0. Buken mjuk och oöm. Leverdämpning normal. Ingen abnorm resistens eller tryckömh. Urinen innehåller gallfärgämnen; 0 alb. Fæces äro något afärgade. — *D.*  $\frac{2}{2}$ . Ikterus borta. Normalt färgad urin. — *D.*  $\frac{8}{2}$ . I går frysning och temperaturstegring, som i går var  $38^{\circ},6$  och i dag är  $37^{\circ},4$  och  $40^{\circ},5$ . Inga smärtor; ingen ömhet öfver gallblåstrakten. I dag tydlig ikterus. — *D.*  $\frac{10}{2}$ . Temp. i går och i dag åter kring  $37^{\circ}$ . I dag typiskt gallstensanfall efterföljdt af ikterus. — *D.*  $\frac{14}{2}$ . Urinen är gul och klar.

*Cholecystostomi + choledochotomi*  $\frac{14}{2}$ . Snitt genom h. musc. rectus, som förlängdes med ett transverselt snitt till medellinjen. Adherenser kring gallblåshalsen och choledochus, hvilka löstes. Sten kännas ej i blåsan, men uti den till fullt fingertjocklek utvidgade choledochus. Incision af denna: 7 facetterade, från hasselnöt- till halvvalnötstora stenar utskaffas; rikligt flöde af klar galla. Dränrör i d. hepaticus, hvilket omgifves af gasremsor. Gallblåsan fastsys vid buksåret och dräneras. Tamponad, f. ö. buksutur. — *Förlopp*. *D.*  $\frac{15}{2}$ . Temp. i dag  $38^{\circ},1$  och  $38^{\circ},5$ . Känner sig matt. Buken mjuk; väderafgång. Gallflöde i rören och förbandet. — *D.*  $\frac{16}{2}$ . Temp. i dag  $38^{\circ}$  och  $37^{\circ},9$ . På e. m. flera svartfärgade kräkningar; pulsen kraftig, 110 å 118. Urinen håller gallfärgämnen. — *D.*  $\frac{21}{2}$ . Pat. har sista dagarna mått väl och ej haft kräkning sedan d. 16. Pat. har hela tiden haft ikterus, som något tilltagit. Gallflöde i förbandet, mindre i rören. Hepaticus-dränröret tages; tamponaden bytt. Sårhålan granulerar vackert. — *D.*  $\frac{22}{2}$ . I dag på morgonen plötsligt en rätt stor blodkräkning; pulsen blef hastig och mjuk. Stimulantia och subkutant 500 kem. 2 % gelatinlösning. Under dagens lopp blef pat. allt sämre och fick på e. m. upprepade blodiga afföringar; hade på kvällen knappt kännbar puls. Stimulerades fortfarande och fick ytterligare 500 gr. gelatinlösning. Mors kl. 3 f. m. d.  $\frac{23}{2}$ .

*Obduktion*. Liket ikteriskt. Facetterade gallstenar påträffas uti en gallblåsans divertikel och uti d. cysticus. Levern visar fränsetd ikterus inga väsentliga förändringar. I magsäck och tarmar en stor kvantitet blod; f. ö. därstädes inga påvisbara förändringar. I öfriga organ inga förändringar af väsentligt intresse.

**Fall 7.** Fru M. H., 40 år. Intagen  $^{25/3}$  1902 å *Norrköpings* sjukhus; cholecystectomi + choledochotomi  $^{27/3}$ ; död  $^{1/4}$ .

*Litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* Sedan flera år har pat. haft anfall med hastigt påkommande svåra smärtor i epigastriet, hvilka uppträdde i början med månaders mellantid, under senare åren oftare; under senare åren ikterus efter anfallen. Under sista åren hafva anfallen varit lindrigare — mera yttrat sig som dof värk — men kommit hvar eller hvarannan dag. Sedan omkring 2 år ständig ikterus, mörk urin och gråfärgade afföringar. Aftagit i hull och krafter. — *Status*  $^{25/3}$  1902. Mager, starkt ikterisk individ. På gallblåsans plats palperas en diffust begränsad, mindre än knytnäfstor, föga öm resistens. Levern är ej nämnvärdt förstorad. Urin starkt ikterisk, 0 alb.

*Cholecystectomi + choledochotomi*  $^{27/3}$ . Snitt genom laterala rectusskidan. Under levern viscera sammanvuxna till ett kylse, i hvilket den lilla starkt adherenta gallblåsan friprepareras. Kring d.choledochus rikliga fasta adherenser. Utå gången kännes, sedan den med mycket besvär och under rätt stark blodförlust fripreparerats, sten. Choledochotomi med utskaffande af en hasselnötstor sten. Gallblåsan exstirperas. Dränage. Suturer. — *Förlopp.* Pat. hade under dagarne efter op. kräkningar, som på andra dagen innehöllo stora blodmassor delvis koagulerade. Strax nedom och omkring buksåret kändes en tumörartad, ej ömmande uppdrifning. Pulsen blef allt sämre och pat. afled d.  $^{1/4}$ .

*Obduktion.* I operationsregionen något grunligt exsudat; intet var; peritoneum pariet. deromkring lifligt injiceradt. I bukhålan ung. 150 gr. svart tjockflytande blod. Ventrikeln tom; duodenum och angränsande del af jejunum betydligt utvidgade och fyllda af blodmassor med blod uti äfven sjelfva tarmväggen mellan dess olika lager. Inga konkrement i lever eller gallvägar.

**Fall 8.** Fru E. A., 44 år. Intagen  $^{18/12}$  1902 å *Serafimerlasarettets* kirurg. klinik I (n:r 820); cholecystotomi + hepaticusdränage  $^{19/12}$ ; död  $^{25/12}$ .

*Litiasis vesic. fell. et duct. choledochi.*

*Anamnes.* Sen flera år har pat. haft gallstenskolik med öfvergående ikterns. Sedan månader bestående ikterus. Hastig afmagring. — Afebril.

*Cholecystotomi + hepaticusdränage*  $^{19/12}$ . — *Förlopp.* Temp. dagen efter oper.  $37^{\circ}8$ , sedan högst  $37^{\circ}2$ . På 5:te dagen måttlig blödnings ur såret. Kollaps.

*Obduktion.* En rörlig ärtstor sten i choledochus. På konvexa leverytan och längs colon ascendens ett tunnt lager af lefradt blod. Magsäcken enormt utspänd af tunnflytande smutsbrunt innehåll. Tarm innehåll ingenstädes gallfärgadt. Hjärtmuskulaturen visade brun atrofi.

**Fall 9.** Godsegare B. E. S., 43 år. Intagen  $^{2/7}$  1903 å *Serafimerlasarettets* kirurg. klinik I (n:r 482); laparotomia explorativa  $^{3/7}$ ; död  $^{9/7}$ .

*Cancer ductus hepatici.*

*Anamnes.* Kämt sig fullt frisk till för 4 mån. sedan, då utan påvisbar orsak en intensiv ikterus uppträdde, som kvarstätt. Inga smärtor. Ingen kännbar tumör. Yrkade själf på prof. laparotomi. — Pat. är afebril.

*Laparotomia explorativa*  $^{3/7}$ . Ductus hepaticus befanns vara säte för en stenoserande nybildning. — *Förlopp.* Temp. var dagen efter op.  $38^{\circ}3$ , sedan under  $38^{\circ}$ . Dagen efter oper. började pat. kråkas blodfärgade massor; akut anaemi. Död i cholämiska symtom efter 6 dygn.

*Obduktionen* bekräftade diagnosen.

**Fall 10.** Hustru S. A., 42 år. Intagen  $7/5$  1904 å *Lunds kirurg. klinik* (n:r 523); laparotomia explorativa  $14/5$ ; död  $21/5$ .

*Cancer pancreatis.*

*Anamnes.* VII-para och dessutom 2 missfall. Tidigare varit frisk och aldrig förr haft några obehag från epigastriet eller gallblåstrakten. För  $8\frac{1}{2}$  veckor sedan började hon känna lindriga gnagande smärtor midt i epigastriet utstrående åt venster; de försvunno efter  $1\frac{1}{2}$  vecka och sedan har hon ej känt något ondt i magen. För 7 veckor sen diagnosticerade läkare gulsot och har sedan dess hennes enda symptom varit en ständigt tilltagande ikterus; dessutom betydlig afmagring under de gångna veckorna. — *Status  $7/5$  1904.* Pat. mår subjectivt väl, företer en betydande ikterus med mättad gul hudfärg. Hjärta och lungor utan anmärkning. Urinen starkt ikteriskt färgad; 0 alb. Faeces akoliska. Leverdämping ej förstörd; nedre leVERRANDEN ej palpabel. Under h. rebbensranden kännes en rundad nedåt till navvelplanet och medialt till nära medellinjen sig sträckande, med respirationen förskjutbar resistens.

*Laparotomia explorativa* göres  $14/5$ . Tumör i pancreas. Buken slutes. — *Förlopp.* D.  $17/5$ . Temp. högst  $37^{\circ},7$  efter operationen. Allmäntillståndet är godt och hon har stått öfver ingreppet väl. Ikterus ökas. — D.  $18/5$ . I natt påtaglig försämring. Läpparne äro bleka och pulsen liten, dålig och mjuk. Omkring och nedanför operationssåret kännes en tydlig infiltration i bukväggen. — D.  $20/5$ . Alltjemt afebril, men tillståndet försämras; de anämiska symptomen tilltaga betydligt. Infiltrationen i bukväggen ökas, sträcker sig nu nedåt os pubis och öfver medellinjen på venster sida. — Mors kl. 11,55 d.  $21/5$ .

*Obduktion.* Ikterus. Cancer i caput pancreatis. Stort hämatom i bukväggen.

**Fall 11.** J. S., man, 50 år. Intagen  $6/9$  1904 å *Hernösands lasarett* (n:r 480); duodenocholedochostomia  $12/9$ ; död  $13/9$ .

*Stenosis ductus choledochi ex ulcere duodeni.*

*Anamnes.* Pat. uppgifver att hans nuvarande sjukdom började för ett halfår sedan. Han har ej haft några smärtor, men en intensiv ikterus. — *Status  $7/9$  1904.* Mycket höggradig ikterus med ansiktshuden kopparfärgad. Inga smärtor. Intensiv klåda. Levern är betydligt förstörd. En rundad tumör palperas under leVERRANDEN på gallblåsans plats.

*Duodenotomi + duodenocholedochostomi  $12/9$ .* Snitt längs leVERRANDEN. Gallblåsan är betydligt förstörd och d. choledochus utspänd till nästan en tunntarms vidd. I duodenalväggen kännes på platsen för papilla Vateri en förhårdnad. För att göra denna tillgänglig, incideras duodenum. Själftva mynningen af duct. choledochus synes i papilla Vateri vara tilltäppt genom en gulaktig ärrliknande förhårdnad. Den utspända d. choledochus buktade fram i tarmväggen; punktion ger en nästan klar hvit vätska. Incision göres från duodenum uti den frambuktande choledochus — så stor, att en finger kan införas; en mängd slemmig galla uttrinner. Inga konkrement att palpera i gallblåsa eller gallgångar. Tarmincisionen slutes på vanligt sätt. Tamponad af operationssåret med gas; f. ö. buksutur. — *Förlopp.* Blodkräkning på natten och mors följande dag.

*Obduktion.* Stark ikterus. Här och där mindre subkutana blödningar. Ingen peritonit. Levern är något förstörd af gröngul färg. Gallblåsan är förstörd, innehåller en ringa mängd galla. D. choledochus är utvidgad och dess mynning i duodenum fullständigt oblitererad. Intet sår i ventrikeln eller duodenum. Ventrikeln är betydligt utspänd af blod, likaså duodenum. F. ö. intet anmärkningsvärdt. (Blödningen stannar sannolikt från duodenocholedochostomisåret).

**Fall 12.** Dräng H. N., 41 år. Intagen  $8/8$  1905 å *Engelholms lasarett* (n:r 389); cholecystenterostomia  $13/9$ ; död  $17/9$ .

*Cancer pancreatis.*

*Anamnes.* Sedan 2 veckor har pat. känt sig illamående och haft ikterus. Inga kräkningar. *Status  $12/8$  1905.* Nedsatt allmäntillstånd. Afebril. Ikterus. Urinen är mörk; afföringarne äro



städse gråa. I buken ingen palpabel tumör; gallblåsan ej palpabel. Ventrikelundersökning anger intet abnormt. — *D.*  $\frac{12}{9}$ . Pat. har under sjukhusvistelsen afmagrat 4 kgr och är nu vilig underkasta sig föreslagen operation.

*Cholecystenterostomia*  $\frac{13}{9}$ . Snitt i h. musc. rectus. Den betydligt utspända gallblåsan punkteras: riklig mängd gråsvart galla. Ingen sten att palpera i gallblåsa eller gallvägar. I caput pancreatis kännes en hård tumör. En anastomos anlägges mellan gallblåsan och en jejunumslynga. Buksutur. — *Förlopp.* Temp. under dagarna efter op. kring  $38^{\circ}$ , högst  $38^{\circ},3$ . Pulsfrekvensen var d. 14: 70 och 82, d. 15: 88 och 100, d. 16: 112 och 104. Under de första 2 dagarna väderafgång med tarmsköljningar. D. 15 ett par kräkningar. D. 16 likaledes ett par små kräkningar; meteorism; medtaget allmäntillstånd. På aftonen höggradig meteorism; med magsköljning upphämtades en stor kvantitet grönsvart ventrikelinnehåll; senare medvetslös och mors kl. 1 f. m. d.  $\frac{17}{9}$ .

*Obduktion.* Ganska mycket blödning i bukväggen. Ingen peritonit. Anastomoser utan anmärkning. Betydlig meteorism, å coecum och colon kolossal. Ganska mycket blod i bukhålans sidodelar och bäckenet. Dessutom en betydande mängd hufvudsakligen koaguleradt blod i mesocolon transversums högra hälft samt på höger sida retroperitonealt ända ned kring h. njure. I pankreashufvudet en betydlig induration (cancer).

**Fall 13.** Fru H. E., 47 år. Intagen  $\frac{13}{11}$  1905 å *Sofiahemmet* i Stockholm; cholecystectomi + choledochotomi  $\frac{14}{11}$ ; död  $\frac{17}{11}$ .

*Cancer ductus hepatici.*

*Anamnes.* Tidigare alltid frisk. D.  $\frac{10}{8}$  1905 fick hon ett anfall af »magkramp», var efter ett par timmar åter fullt återställd. Likartade anfall d.  $\frac{31}{8}$  samt d.  $\frac{6}{9}$  och  $\frac{7}{9}$  med typ af gallstensanfall. Några dagar efter d.  $\frac{7}{9}$  inträdde lindrig ikterus och d.  $\frac{18}{9}$  fick hon ett nytt anfall; därefter sängliggande. Under tiden  $\frac{12}{10}$ — $\frac{25}{10}$  dagliga anfall. Pat. hade blifvit starkt ikterisk, hade affärgade faeces och klåda. Ingen tydlig växling i gulfärgningen. Levern lindrigt förstorad. Gallblåsan skall första tiden hafva varit palpabel, sedermera icke. Temp. var högst  $37^{\circ},7$  å  $37^{\circ},9$  em. Flera anfall under äfven första halfvan af november. Svårt anfall d.  $\frac{13}{11}$  med temp.  $38^{\circ}$ . Intogs på Sofiahemmet s. d.

*Cholecystektomi + choledochotomi*  $\frac{14}{11}$  (prof. BERG). Kehrs snitt. Den något förstorade, spända ej adherenta gallblåsan öppnas och finnes fylld af ett svagt gulfärgadt, tunnt, slemmigt sekret. Cholecystectomi. D. cysticus tyckes stenoserad. Choledochus, som synes som en platt sträng, incideras; ingen galla. Högre upp i gallgången kännes en spansknötstor resistens (tumör, ej sten). Buken slutes. — *Förlopp.* Efter ett par dagars aftynande i följd af cholämisk blödning afled pat. d.  $\frac{17}{11}$ .

*Obduktionen* visade att en spansknötstor fast cancer tilltäppte och infiltrerade duct. hepaticus vid och strax ofvan inmynningsstället för d. cysticus.

**Fall 14.** Arbetare S. L., 53 år. Intagen  $\frac{23}{10}$  1905 å *Engelholms lasarett* (nr 479); hepaticotomi  $\frac{27}{11}$ ; död  $\frac{27}{12}$ .

*Cancer ductus hepatici.*

*Anamnes.* Pat. insjuknade för mindre än 1 vecka sedan (d. 18 sept.) med diarrhé, — sedan dess lösa gråa afföringar. Han har druckit karlsbadervatten. — *Status*  $\frac{24}{10}$  1905. Ingen temperaturförhöjning. Pat. är starkt gulfärgad och besväras af hudklåda. Urinen är mörk. Gallblåsan är ej palpabel.

*Hepaticotomi*  $\frac{27}{11}$ . Incision genom h. musc. rectus. Utbredda sammanväxningar vid ligament. hepaticoduodenale, hvilka lösas. Gallblåsan tom och sammanfallen. Då det vid palpation förefaller, som om där vore sten i hepaticus, incideras denna. Sondering såväl uppåt uti hepaticus som nedåt genom choledochus lyckas emellertid utan att sten påträffas; men ingen galla utrinnes. Hepaticus-dränage. Tamponad. Buksutur. — *Förlopp.* Pat. öfverstod operationen ganska bra. Temp. höll sig efter oper. på morgonen  $37^{\circ},4$  å  $37^{\circ},8$  och på kvällarna mellan  $38^{\circ}$  och  $38^{\circ},6$ ; pulsfrekvens 52 å



60. Sekretet från såret hade redan efter några dagar gallfärg; dränageröret aflägsnades omkr. d.  $11/12$ . Sedan omkr. d. 14 var afföringen ständigt färgad. Något senare inställde sig smärre hudblödningar. Såret hann aldrig fullt läkas. D.  $25/12$  uttömdes p. rectum  $1/2$  liter lefradt blod och senare hade pat. två små svartfärgade afföringar; på aftonen temperaturstegring. D.  $26/12$  var pat. mycket matt och hade hög temp.; den  $27/12$  mors.

*Obduktion.* Afmagradt lik med stark ikterus. I huden talrika äldre och färskare blödningar. I bukhålan ung. 1 liter mörkt gulfärgad klar vätska. Uti de nedersta 6 cm. är d.hepaticus' lumen starkt stenoseradt af en fast, späckig, vit förtjockning i väggen (mikrosk. undersökning: cancer). Gallgångarne ofvanför äro mycket starkt dilaterade och hafva delvis ett grumligt innehåll. Levern är ej förstörd. Ventrikeln innehåller  $1/3$  liter svart vällingtjock vätska (förändradt blod) och tarmen har i hela sitt förlopp ett blodfärgadt innehåll. Såväl å ventrikeln bakre vägg som i tarmen företer slemhinnan märken efter små färska blödningar. I lungparenchymet hamprösta blödningar.

**Fall 15.** Hustru M. J. 38 år. Intagen  $28/6$  1906 å *Sahlgrenska sjukhuset* i Göteborg (n:r 951); choledochotomi  $3/7$ ; död  $7/7$ .

*Litiasis ductus choledochi + cirrhosis hepatis.*

*Anamnes.* Sen 6 år anfall af smärtor i öfre delen af buken mest nattetid med frysningar, kräkningar och meteorism; efter anfallen ikterus. På senare tid tätare anfall, nu hvarje vecka. Sista tiden någon afmagring. — *Status*  $28/6$ . Tämlichen godt allmäntillstånd. Afebril. Hjärta, lungor 0. Oedem i underbenen. Betydlig ikterus. Urinen ikterisk, 0 alb. Den palpabla leverytan kännes i epigastriet småknottrig; ingen palpabel gallblåsa. Mjelden är palpabel och betydligt förstörd. Ingen ascites. —  $2/7$ . Ikterus har möjligen något ökat.

*Choledochotomi*  $3/7$ . Kehrs »Wellen»snitt. Levern är hård och cirrhotisk. Gallblåsan är höggradigt höpskrumpen; duct. choledochus är utvidgad, tjock som en tumme. Gången incideras och flera stora rätt lösa stenar uttagas. Dränage af choledochus. Tamponad; f. ö. buksutur. — *Förlopp.* Temp. var d.  $4/7$   $38^{\circ},4$ , sedan högst  $37^{\circ},6$ ; pulsfrekvensen var operationsdagen på aftonen 80, följande morgon 104 och sen 100 å 120. Mors d.  $7/7$ .

*Obduktion.* I öfre delen af buken och h. bukhalfvan från öfre leverytan finner man en stor mängd → mer än 2 liter — delvis koaguleradt blod; operationsområdet är infiltrerat med blodkoagler. Något kärlumen som blödningens källa kan ej påträffas. Inga konkrement i gallvägarne, choledochus betydligt utvidgad till strax ofvan papilla Vateri. Levern visar rätt höggradig cirrhos; ytan småknottrig med knottor af ärtstorlek, fast och hård konsistens och på snittytan tjocka bindväfsstråk med insprängda öar af leverväfnad. Mjelden är betydligt förstörd.

**Fall 16.** Kontrollör K. F. W., 57 år. Intagen  $26/7$  1906 å *Sabbatsbergs sjukhus* kir. afd. (n:r 872); cholecystectomi  $26/7$ ; död  $27/7$ .

*Cancer ductus hepatici c. metastas. in mediastin.*

*Anamnes.* Sedan februari i år obestämda buksymtom. Sedan maj ikterus, affärgade faeces och klåda; inga egentliga gastriska symtom. Ikterus har sedan tilltagit och jämt varit höggradig. Sista tiden vårdad på med. afdeln. — *Status*  $26/7$  1906. Pat. är afebril. Intensiv ikterus. Urinen ikterisk med alb. Buken är mjuk och oöm. Intet abnormt att palpera uti densamma. Affärgade faeces. På pat:s egen önskan göres operation.

*Cholecystectomi*  $26/7$ . Kehrs snitt. Gallblåsan stor och spänd; in mot lilus kännes en hård bildning, som uppfattades sannolikt vara en inkilad sten. Gallblåsan löses och exstriperas, hvar efter tydligt kännes, att ofvannämnda bildning är en liten tumör i d. hepaticus, som obturerar denna, så att den därofvänför är utvidgad till en tarms tjocklek. Suturen i leverbädden; tamponad, buksutur. — *Förlopp.* Pat. är medtagen efter oper. På aftonen hastig försämring af hjärtverksamheten och mors kl. 2 på natten d.  $27/7$ .

*Obduktionen* visar en icke ringa cholämisk blödning i bukhålan. Tumören i d. hepaticus befinnes vara en cancer (scirrhus) och i främre mediastinum anträffas en äggstor metastas.

**Fall 17.** Hustru M. A., 52 år. Intagen <sup>19</sup>/<sub>10</sub> 1906 å *Faluns* lasarett (n:r 820); cholecystectomi + choledochotomi <sup>20</sup>/<sub>10</sub>; död <sup>23</sup>/<sub>10</sub>.

*Cholelithiasis + litiasis ductus choledochi + pericholecystitis.*

*Anamnes.* IX-para. Pat. har tidtals haft «dålig mage». Under sista året haft kräkningar några gånger och afmagrat något. Den 8 juni i år fick pat. ett häftigt men fort öfvergående anfall med svåra smärtor i maggropen och utstrålade i ryggen samt frysningar. Två liknande anfall förekommo i juli och augusti; efter det förra ikterus, som sedan ej gått bort. Senare klåda, mörk urin och affärgade faeces. Sängliggande under de sista 5 veckorna. — *Status* <sup>19</sup>/<sub>10</sub> 1906. Stark ikterns. Hjärta 0; lungor emfysematösa. Urin ikterisk, 0 alb. Leverdämpning ej förstorad; buken mjuk och oöm; uti gallblåseregionen intet abnormalt att palpera.

*Cholecystektomi + choledochotomi* <sup>20</sup>/<sub>10</sub>. Snitt genom h. rectusskidan. Den rundtom adherenta gallblåsan med 4 spansknotstora facetterade stenar löses och exstirperas. Den betydligt dilaterade choledochus incideras och en stor sten utskaffas. Incisionen slutes fullständigt med 2 rader katgutsutur. Dränrör; Mikulicz's påse; buksutur. — *Förlopp.* Pat. gick till mors d. <sup>23</sup>/<sub>10</sub> kl. 6 e. m.

*Obduktion.* I h. sidan af buken bakom och nedom sårhålan och nedom colon ett mer än knytnäfstort blodkoagel; i lilla bäckenet tämligen rikligt med delvis koaguleradt blod. Ingen peritonit. Bröstorganen anämiska och något ikteriska, f. ö. utan anmärkning; njurar 0.

**Fall 18.** Fru C. L., 62 år. Intagen <sup>10</sup>/<sub>8</sub> 1907 å *Lunds* kirurg. klinik (n:r 1400); laparotomia explorativa <sup>24</sup>/<sub>8</sub>; död <sup>26</sup>/<sub>8</sub>.

*Cholelithiasis + cancer ductus choledochi c. metastas. hepatis.*

*Anamnes.* VIII-para. Under sista halfåret har pat. haft 3 anfall med smärtor i maggropen, kvaljningar och illamående, som tvingat henne till sängläge under ett par timmar. F. ö. och dessemellan känt sig frisk och kry som vanligt. För 3 veckor sen insjuknade pat. akut efter att under ett par dagar hava känt sig illamående och matt med kräkningar och åt höger utstrålade smärtor i epigastriet af samma typ som vid de tidigare anfallen. Blef efter anfallet gul i hyn och märkte, att urinen blef mörk och faeces grå till färgen. Läkare palperade en resistens på gallblåsans plats. Under dessa 3 veckor har pat. ej sedan haft något egentligt anfall, men nästan ständigt känt sig illamående och haft kvaljningar och uppstötningar. Faeces har jämt varit akoliska och ikterus har småningom ökat. — *Status* <sup>12</sup>/<sub>8</sub> 1907. Pat. har måttligt hull, är ej afmagrad. Temp. 36°,8 och 37°,6. Pat. företer en höggradig ikterus (mindre citrongul, mer mättadt mörkgul); ingen klåda. Känner sig trött och nedsatt med påverkad allmäntillstånd; dålig matlust. Har ibland ganska besvärande obehag och smärtor i epigastriet. Hjärta, lungor utan anmärkning. Buken mjuk; ingen palpabel resistens; vid djup palpation öfver gallblåsan en lindrig men bestämd tryckömhets. Urinen alldeles portermörk; 0 alb. — D. <sup>23</sup>/<sub>8</sub>. Gått uppe sista veckan och känt sig kryare. Temp. har under sista 10 dagarna varit högst 37°,4. Ikterus är ung. oförändrad, urinen alltjämt lika mörk. Afföringarna hava varit nästan men ej alldeles akoliska, växlande olika dagar. (Sannolikhetsdiagnos: choledochussten).

*Laparotomia explorativa* <sup>24</sup>/<sub>8</sub>. Bajonettssnitt. Gallblåsan är måttligt spänd. Kring choledochus kännes en valnötstor tumör, framtill täckt af den något uppdagna adherenta duodenum. Vid själfva leVERRANDEN intill gallblåsan finnes en ärtstor tumör (metastas), som excideras för mikroskopisk undersökning. Buksutur. — *Förlopp.* D. <sup>26</sup>/<sub>8</sub>. Temp. 37°,7 och 37°,9; puls 88. Pat. ser rätt påverkad ut och har upprepade kräkningar; ligger och dåsar. Intet särskildt oroande. — D. <sup>26</sup>/<sub>8</sub>. Kräker alltjämt idag också; ser sämre ut, är orolig och känner sig själf dålig. Temp. 37°,2 och pulsfrekvensen 86. På aftonen hastig försämring med dåligt allmäntillstånd och liten puls med frekvens 110; temp. 36°. Vid undersökning af buken känner man nedantör såret en betydlig resistens i bukväggen (hämatom). Under bilden af akut anämi ligger pat. pågra timmar orolig och med ej kännbar puls, tills mors inträder kl. <sup>1</sup>/<sub>2</sub> 12 på natten.

*Obduktion.* Stort subseröst hämatom i främre bukväggen hvilket sträcker sig ned i bäckenet. I gallblåsan 2 stenar och varblandad vätska. Uti ductus choledochus (vid öfvergången till hepaticus) en cirkulär strikturerande cancertumör. Uti levern metastaser intill dufäggstorlek; gallgångar vidgade, fyllda af galla.

**Fall 19.** J. E. E., kvinna, 28 år. Intagen  $^{26}/_8$  1907 å *Serafimerlasarettets* kirurg. klin. II (n:r 600); cholecystenterostomi  $^{26}/_8$ ; död  $^{5}/_9$ .

*Cancer pancreatis.*

*Anamnes.* Sedan ett par månader tilltagande afmagring, kraftnedsättning, progredierande ikterns samt gastriska besvär med kräkningar, smärtor i epigastriet efter måltiderna. Därjämte då och då frysnings- och temperaturstegringar. Intogs  $^{21}/_8$  på med. kliniken. — *Status*  $^{25}/_8$  1907. Betydligt afmagrad. Höggradig ikterus. Anfallsvis frossbrytningar med feberstegringar till  $39^{\circ}$  å  $40^{\circ}$ . Gallblåsan är förstörd palpabel; dessutom kännes en tumörlik utfyllnad i v. delen af epigastriet. Öfverflyttas till kir. kliniken  $^{26}/_8$ .

*Cholecystenterostomi*  $^{26}/_8$ . Gallblåsan utspänd. I pankreashufvudet kännes en hönsäggstor ojämn tumör; ett flertal bönstora körtlar. Förbindelse anlades mellan gallblåsan och öfversta delen af jejunum. Buksåret slöts. — *Förlopp.* Efter oper. fortsatte det septiskt-cholämiska tillståndet; temp. var efter d. 28 kring  $39^{\circ}$ , växlande mellan  $38^{\circ},3$  och  $39^{\circ},5$ . Ikterus påverkades ej af operationen, ökade snarare något. Inga peritonitsymtom men pat. tacklade af mer och mer. Några gånger hade hon kräkningar, af hvilka ett par innehöllo blod (d.  $^{31}/_8$ , d.  $^{2}/_9$ , d.  $^{3}/_9$ ). Afföringarne voro först gråhvita, sedermera med blodtillblandning (d.  $^{2}/_9$  och d.  $^{5}/_9$  afgang af en nära rondsål full blod p. rectum). Sista dygnet låg hon komatös och afled efter nyssnämnda ymniga blödning d.  $^{5}/_9$  kl. 7 e. m.

**Fall 20.** Enkan M. F., 69 år. Intagen  $^{3}/_9$  1907 å *Uppsala akademiska* sjukhus (n:r 336); cholecystotyphlostomi  $^{14}/_9$ ; död  $^{17}/_9$ .

*Cancer ductus choledochi.*

*Anamnes.* Under våren 1907 vårdades pat. å med. kliniken under diagnosen lues hepatis; hade då leverförstoring och ikterus. Förbättrades något under jodipinbehandling och smörjkur, då ikterns något minskades. Ikterns har sedan åter ökat. — *Status*  $^{4}/_9$  1907. Ikterus. Akoliska faeces. En palpabel utspänd gallblåsa.

*Cholecystotyphlostomi*  $^{14}/_9$ . Tvärsnitt med kort medialt rectusskidesnitt. Trots adrenalinets påfallande blödning. I buken någon ikterisk ascites. Inga adherenser. Levern stor och fast; gallblåsan är betydligt utspänd af en tjärliknande galla. Sten ej att känna. D. choledochus tycker man sig palpera som en fingertjock fast bildning. Förbindelse anlägges mellan gallblåsan och främre väggen af det högt liggande coecum. Buksutur efter ytterst noggrann hämostas med tamponad af hudsåret. — *Förlopp.* Pat. afled efter 2 dygn af förblödning.

*Obduktion.* Stark ikterus. I choledochus finner man en från bakre väggen utgående, nära 1 cm. lång, papillär, mjuk, gråröd, lumen helt utfyllande svulstmassa [mikroskop. undersökningen visar adenocarcinom]. Den betydligt utvidgade d. hepaticus är liksom d. cysticus och den något utvidgade gallblåsan, hvars slemhinna är blodinfiltrerad men i öfrigt ej visar några förändringar, fylld med blod. Levern är något förstörd af gulbrun färg med merendels tydlig teckning af acini, hvilkas periferier visa något ökad fettinfiltration. I pancreas visar mikroskop. undersökning en diffus fibrös induration.

**Fall 21.** Fru M. B., 59 år. Intagen  $^{17}/_6$  1908 å *Lunds* kirurg. klinik (n:r 1136); cholecystostomi + choledochotomi  $^{25}/_6$ ; död s. d.

*Cholelithiasis + litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* Alltid haft god hälsa. Sedan 7 år har pat. flera gånger årligen haft typiska gallstensanfall med sängläge 2 å 3 dagar hvarje gång. I början af maj i år åter anfall med svåra



smärtor, kräkningar, feber, frysningar samt efter ett par dagar ikterus, som gick öfver på 1 veckas tid; därefter åter frisk. Sedan 2 veckor åter anfall med ganska svåra smärtor, nästan dagligen kräkningar, feber och ofta frysningar; var mycket öm öfver gallblåsan och har legat till sängs sedan dess. Blef gul efter ett par dagar och har ikterus sedan dess tilltagit allt mera; afföringen har varit kittartad. Afmagrat och blifvit kraftlös. — *Status*  $18/6$  1908. Ganska fet individ. Nedsatt allmäntillstånd. Temp. i går  $38^{\circ},5$  o.  $38^{\circ},9$ , i dag  $37^{\circ}$  o.  $37^{\circ},2$ . Klagar öfver smärtor och värk i gallblåsregionen, som utstråla i ryggen. Intensiv ikterus öfver hela kroppen. Hjärta och lungor utan anmärkning. Pulsfrekvens i går 100, i dag 80. Muskelrigiditet och tryckömhets öfver gallblåsregionen. Urin: + gallfärgämnen, 0 alb, 0 socker. Afföring akolisk. — D.  $24/6$ . Temp. steg åter dagarna d.  $20/6$ — $23/6$  från  $37^{\circ}$  till  $38^{\circ},5$ , i dag  $37^{\circ},2$  och  $37^{\circ},4$ ; pulsfrekvensen 90 å 100 dessa dagar. Då smärtorna, kräkningar, småfrysningar fortsätta att uppträda och ikterus ej minskats, föreslås operation.

*Cholecystostomia + choledochotomia*  $25/6$ . Bajonettsnitt. Levern förstörd och svåld. Incision af den utspända gallblåsan, hvarvid uttömmes simmig något gallblandad illaluktande vätska och en mängd större och mindre stenar. Incision af choledochus, hvarur utskaffades 3 nöstora — en af dem inklämd i papilla Vateri — och flera mindre stenar, hvarefter sond passerade ned i duodenum. Rör i choledochus, som f. ö. suturerades, och rör i gallblåsan. Tamponad kring choledochusincisionen och gallblåsan; f. ö. buksutur. — *Förlopp*. Ligger under dagen och e. m. dålig med usel puls, oro och stark vända och kallsvettas. Gallflöde ur båda rören. Ingen blödning i förbandet. Mors kl. 7 e. m.

*Obduktion*. Operationssåret i bukväggen utan anmärkning. I bursa omentalis stora mängder mörkt lefradt blod. Choledochus och cysticus betydligt dilaterade. Suturering exakt. Hjärtmuskulaturen något torr och gulflammig.

**Fall 22.** Enkan M. S., 52 år. Intagen  $19/6$  1908 å *Wexjö* lasarett (nr 676); cholecystectomy  $1/7$ ; död. s. d.

*Cancer ductus choledochi + cholelithiasis.*

*Anamnes*. Pat. har i många år besvärats af fort öfvergående anfall med smärtor i öfre delen af buken; aldrig ikterus eller mörk urin i samband med anfällen. I stort sedt har hon emellertid tidigare känt sig frisk. D.  $19/6$  — för 3 dagar sedan — fick hon smärtor i gallblåstrakten och följande dag började hon blifva gul och märkte att urinen var mörk. Ikterus har tilltagit dessa 2 dagar. — *Status*  $19/6$  1908. Stark ikterus öfver hela kroppen. Urinen är mörkt gulbrun. 0 alb, + gallfärgämnen. Hjärta och lungor utan väsentlig anmärkning. Ventrikulundersökning: 0 abnormt. Nedre leverranden är palpabel något nedanför bröstkorgsranden. I gallblåstrakten palperas en tumörliknande bildning (leverlob?). Faeces äro gråa. — D.  $30/6$  Temp. har under sjukhusvistelsen växlat mellan  $37,2^{\circ}$  och  $37,8^{\circ}$ . Då ikterus tilltagit och pat:s allmänna krafttillstånd alltjämt försämrats, tillrådes laparotomi.

*Cholecystectomy*  $1/7$ . Bågsnitt öfver gallblåstrakten. Gallblåsan, som har delvis svåligt förtjockad vägg, exstirperas subperitonealt; den innehöll ett 20-tal stenar, klar serös vätska, och hade slemhinnan delvis ulcererad. Incision af choledochus (klar galla), hvilken ej kunde sonderas ned i tarmen på grund af en förhårdnad i pankreas. Hepaticusdränage. Tamponad. Buksutur. Blödningen var ej vidare ymnig under operationen, men pat. blef ganska påverkad. — *Förlopp*. Trots stimulantia försämrades efter operationen pulsen alltmer timme för timme. Ingen blödning genom såret; buken mjuk. Mors kl. 2 e. m. operationsdagen.

*Obduktion*. Betydliga mängder blod i bukålan. Förhårdnad i caput pancreatis, som förtränger d. choledochus, hvars egen vägg också är förtjockad. Mikrosk. undersökning (laborator VESTBERG): väggen af ductus choledochus är uppdriven af skirrhösa vegetationer; i pankreas endast måttlig cancerinfiltration af den interstitiella bindväven i närheten af gallgången; diagnos: cancer ductus choledochi.



**Fall 23.** Kontorsbiträdet L. H., 23 år. Intagen  $\frac{3}{6}$  1908 å *Serafimerlasarettets* kirurg. klinik I (n:r 404); gastroenterostomia retrocolic. post.  $\frac{5}{6}$ ; cholecystenterostomi  $\frac{21}{7}$ ; död  $\frac{23}{7}$ .

*Lymphomata the retroperitoneal. c. stenosis duodeni et duct. choledoch.*

*Anamnes.* Tidigare frisk. Sedan början af maj i år har pat. besvärats af stora kräkningar — kräkt upp det mesta af hvad hon förtärt — samt tryckkänsla och spänningar i maggropen. Afmagrat. — *Status*  $\frac{4}{6}$ . Godt krafttillstånd. Reduceradt hull. Temp. på aftonen  $37^{\circ}8$ . Lindrig ikterus. Hjärta och lungor 0. Buken mjuk och öm. Till höger om naveln palperas på djupet en fast, något förskjutbar resistens, som sträcker sig medialt till kotpelaren och uppåt under bröstkorgsranden. H. njure palpabel å normal plats. Urin: 0 alb, + gallfärgämnen.

*Gastroenterostomia retrocolic. post.  $\frac{5}{6}$ .* Medialt om flexura coli hepatica en af förstorade, delvis förkalkade lymfkörtlar bestående hård knölig retroperitonealt belägen tumör, som genom svålig väfnad är intimt fixerad vid flexuren och duodenum, hvilken tydligen är komprimerad, då dels gallblåsan är mer utspänd än normalt dels ventrikeln är påtagligt dilaterad. Bakre gastroenterostomi göres och buken slutes. — *Förloppet* gick efteråt reaktionsfritt och normalt; symtomen från ventrikeln försvunno och pat. fördrog maten väl. Emellertid ökade ikterus betydligt, besvärande klåda uppträdde och pat. afmagrade, hvarföre efter 7 veckor ny operation tillrättades.

*Cholecystenterostomi  $\frac{21}{7}$ .* Snitt parallellt och nedom h. thoraxranden. Viscera sammanbakade af fasta adherenser. Gallblåsan frigöres. Bakom och i intim förening med duodenum och pylorus samt in i nedre delen af lig. hepaticoduodenale kännes en diffus fast resistens. En anastomos anlägges mellan gallblåsan och öfre randen af den för duodenum ansedda tarmslygan. — *Förlopp.* Pat. var efter oper. betydligt nedkommen med liten puls på 120—140. Följande dag temp.  $37^{\circ}9$  och  $40^{\circ}1$ . Krafter starkt nedsatta; ömhet öfver öfre delen af buken, som f. ö. är mjuk. Från det hopsyddas buksåret utspirar ständigt blod som genomdränker förbandet. Exitus kl. 12,30 f. m.  $\frac{23}{7}$ .

*Obduktion.* Anastomosen från gallblåsan ledde till colon; tarminnehållet därnedeför var färgadt, f. ö. akolitiskt. Ingen peritonit. Gallblåsan var starkt utspänd af delvis koaguleradt blod. Duodenum och trakten af papilla Vateri voro starkt förträngda med obliteration af d. choledochus och d. hepaticus betydligt utvidgad.

**Fall 24.** V. A., kvinna, 33 år. Intagen  $\frac{21}{8}$  1908 å *Hernösands lasarett* (n:r 445); choledochotomia transduodenalis  $\frac{31}{8}$ ; död  $\frac{1}{9}$ .

*Litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* Sedan 3 år har pat. ofta haft gallstensanfall. Har nu haft värk i maggropen och utstrålade smärtor i ryggen sen början af juni; sedan smärtorna pågått en tid, uppträdde äfven gulfärgning af huden. Gulfärgningen gick sedan nästan bort under någon tid men återkom ånyo och har sedan hållit sig. — *Status*  $\frac{22}{8}$  1908. Stark ikterus. Urinen är starkt gulfärgad porterbrun. I gallblåstrakten markerar pat. någon ömhet.

*Choledochotomia transduodenalis  $\frac{31}{8}$ .* Sten-palperas i allra nedersta delen af choledochus. Insnitt longitudinellt i duodenum och genom papilla Vateri, där stenen kändes. Vid försök att aflägsna den, faller den bakåt, hvarvid en mängd geléliknande vätska blandad med fibrinkoagula uttrinner; stenen kan sedan ej återfinnas. Snittet i papillen mellan duodenallumen och duct. choledochus göres så stort, att ett lillfinger kan föras igenom. Sutur af duodenalsåret. Drainage af buksåret; f. ö. buksutur. — Död följande dag.

*Obduktionen* visade en stor blodkvantitet i duodenum och ventrikel.

**Fall 25.** Ankan K. A., 56 år. Intagen  $5/11$  1908 å *Wäriö* lasarett (n:r 1200); cholecystectomi  $1/12$ ; död  $9/12$ .

*Litiasis ductus choledochi + cholecystitis chron.*

*Anamnes.* Sedan ett par år anfallsvis smärtor i maggropen, ibland med kräkningar. Sista anfallet började för  $1\frac{1}{2}$  vecka sedan med frossbrytning och smärtor i h. sidan af buken. — *Status*  $6/11$  1908. Allmänbefinnandet rätt godt. Temp. i går  $38^{\circ},7$ , i dag  $37^{\circ},4$  och  $39^{\circ},3$ . Värk i högra delen af buken. Någon ikterus. Hjärta 0. Ventrikelundersökning: 0 abnormt. Undre leverranden når 3 tvärfinger under refbensranden. Ingen abnorm resistens att palpera i buken. — *D.*  $30/11$ . Temp. har under dessa 3 veckor i allmänhet varit  $36^{\circ},8$  å  $37^{\circ},6$ , men somliga kvällar gått upp till;  $37^{\circ},9$  och någon enstaka gång till öfver  $39^{\circ}$ . Pat. har dessa veckor blifvit allt gulare och gulare; afföringen är ljust grå. Inga nämnvärda smärtor, men allmäntillståndet försämras.

*Cholecystectomi*  $1/12$ . Starka adherenser kring den hopskrumpna gallblåsan med kolossalt förtjockad vägg; gallblåsan exstriperas; ingen sten i densamma. Den dilaterade choledochus innehåller klar galla och ett par mycket små stenar, som utskaffas. Sonderig ned i tarmen utan svårighet (choledochus-hindret har möjligen varit en knickning som följd af den adherenta skrumpnade gallblåsans dragning). Hepaticusdränage. Tamponad med 4 longetter. Buksutur. — *Förlopp.* *D.*  $5/12$ . Allmäntillståndet är relativt godt. Gallsekretionen börjar nu komma i gång. — *D.*  $8/12$ . Efter att i går hafva blifvit bespolad med oxicyanidlösning lossas i dag tamponaden utan nämnvärd svårighet och borttages katetern. Pat. fick efteråt tämligen svåra smärtor och blef på kvällen sämre, blek med dålig puls; ingen blödnings nr såret. — *D.*  $9/12$ . Ytterligare försämrad och mycket blek; smärtor i levertrakten och kräkningar. Mors kl. 6 e. m.

*Obduktion.* Ingen peritonit. I h. subfreniska rummet väldiga massor blodkoagel; blödnungen stammade tydligen från gallblåsans leverbädd. Hepaticus och choledochus voro fria utan passagehinder. Levern var blek, f. ö. normal.

**Fall 26.** Handlande N. N., 49 år. Intagen  $21/1$  1909 å *Valstena* lasarett (n:r 78); cholecystektomi + choledochotomi  $26/1$ ; död  $27/1$ .

*Cholelitis + litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* Sedan flera år dyspeptiska symtom, hvilka tydds som magkatarr. I juli 1908 ett lindrigt kolikanfall af gallstenskaraktär jämte tydlig men ej stark ikterus. Smärtorna försvunno snart utan behandling (läkare tillkallades ej) men pat. började så småningom tackla af och förlora hull och krafter, alltunder det han så småningom blef alltmer ikterisk. Gallfärgningen tilltog periodvis, ej kontinuerligt. — *Status*  $25/1$  1909. Pat. är höggradigt ikterisk med ett nästan kakektiskt utseende. Har sedan sjukhusinkomsten ej haft temp. öfver  $37^{\circ},5$ . Ingen palpabel tumör i buken. Betydligt trycköm öfver gallblåstrakten.

*Cholecystectomi + choledochotomi*  $26/1$ . Gallblåsan, som exstriperas, har omentet fastväxt, är hård och spänd, utfylld af ett 100-tal tätt sammanpackade, facetterade, spansknötstora och mindre stenar, af hvilka de mot väggen belägna ulcererat in i gallblåsans mukosa och muskularis. I choledochus en inkilad spansknötstor sten, som aflägsnas efter incision af gången. Hepaticusdränage. Blödnings ur leverbädden. Tamponad. Buksutur. — *Förlopp.* Mors 20 tim efter operationen uti cholämisk efterblödnings. — Ingen sektion.

**Fall 27.** Fru S. U., 59 år. Intagen  $29/2$  1909 å *Faluns* lasarett (n:r 229); choledochotomi + cholecystectomi  $24/3$ ; död  $27/3$ .

*Litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* För 2 år sedan ett anfall af smärtor i epigastriet; sedermera åter ett nu längre räckande anfall utan feber eller gulsot. Sedan dess anfall då och då af öfvergående art. Sjuknade för ung. 3 veckor sedan med kräkningar, ömhet i epigastriet och yrsel; kunde gå uppe 1 ve-

kas tid, sedan frossbrytningar och ånyo smärtor i epigastriet, så att hon fick intaga sängen. Två dagar senare ytterligare försämring med ökade smärtor, spänd buk, ständiga kräkningar och mörk urin. Smärtorna upphörde d.  $21\frac{1}{2}$ . Inkommer till lasarettet  $22\frac{1}{2}$ . — *Status*  $22\frac{1}{2}$ . Temp.  $37^{\circ}2$ ; puls. frekvens 64 å 68. Pat. har ikterus. Urin: 0 alb. Faeces äro gråa. — *D.*  $24\frac{1}{2}$ . Faeces äro åter gallfärgade. — *D.*  $8\frac{1}{3}$ . Temp. har förut sedan inkomsten hållit kring  $37^{\circ}$  och pulsfrekvensen mellan 62 och 70. Ikterus har minskats under sjukhusvistelsen, men ej försvunnit. I dag åter ett smärtanfall med temp.  $38^{\circ}7$ , pulsfrekvens 88 och spår alb. — *D.*  $9\frac{1}{3}$ . Ikterus är i dag ökad. — *D.*  $23\frac{1}{3}$ . Kvällstemp. har sedan anfalllet alltjämt hållit sig mellan  $37^{\circ}5$  och  $38^{\circ}$ . Ikterus har sedan anfalllet jämt hållit sig höggradig. Först nu medgifver pat. förut tillrättad operation.

*Choledochotomi + cholecystectomi*  $24\frac{1}{3}$ . Många adherenser kring den hopskrumpna gallblåsan. I d. choledochus kännes sten; 2 ekollonstora gallstenar aflägsnas efter incision af gängen, hvarefter galla genast utströmmar. Incisionen sutureras. Gallblåsan aflägsnas och hepaticus dräneras genom cysticusstumpen. Tamponad, f. ö. buksutur. — *Förlopp*. Temp. var efter op. högst  $37^{\circ}9$  och pulsfrekvensen 88 å 100. Efter operationen uppträdde nr dränagen och hela såret en kontinuerlig ostillbar blödning, som fortsatte, tills mors inträdde d.  $27\frac{1}{3}$  kl. 12,30 f. m.

**Fall 28.** M. A., kvinna, 37 år. Intagen  $7\frac{1}{5}$  1910 å *Faluns* lasarett (n:r 509); choledochotomi  $13\frac{1}{5}$ ; död s. d.

*Litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* Sedan 7—8 år gallstenskolikanfall; på senare tid hafva anfallen kommit oftare. Vid jultiden 1909 iakttofs ikterisk färgning af sclerae. Ikterus har sedan bredt sig öfver hela kroppen och tilltagit. Under detta året 10 å 12 smärtanfall, ofta feber och frossbrytningar samt klåda. — *Status*  $12\frac{1}{5}$  1910. Temp. under de 2 första sjukhusdagarna mellan  $38^{\circ}$  och  $39^{\circ}$ , sedan under  $37.6$ . Betydande ikterus. Klåda. Hjärta 0; pulsfrekvensen har växlat mellan 72 och 100. Lungorna: spridda rassel. En resistens är osäkert palpabel i gallblåsregionen; vid djup palpation tryckömhet därstädes. Buken f. ö. mjuk och öm. Urin: 0 alb, + gallfärgämnen. Akoliska faeces. — Sedan d.  $7\frac{1}{5}$  har pat. fått chloret. calcic. 2 gr 3 ggr dagligen.

*Choledochotomi*  $13\frac{1}{5}$ . Gallblåsan liten och skrumpen. En hasselnötstor sten i nedersta delen af choledochus; incision af denna retroduodenalt efter trubbig delning af pankreasväfnad, utskaffande af stenen och suturering af incisionen. Under detta ingrepp uppstod en reva i duodenum, som syddes på vanligt sätt. Operationen var förenad med betydande blödning på grund af pats cholämiska tillstånd: diffus blödning uti buksnittet och pankreasväfnaden. Dränage mot choledochus och stadig tamponad mot pankreas och lever. — *Förlopp*. Tillståndet efter oper. var dåligt och efter ett par timmar pulsen knappt känbar. Blödning i förbandet. Stimulerades med öfver 800 kem. intravenös koksaltlösning med 1%  $\text{CaCl}_2$ , utan effekt. Mors kl. 4 e. m. samma dag.

*Obduktion.* Mer än 1 liter okoaguleradt blod i bukhålan jämte en del mindre blodlefrar.

**Fall 29.** W. K., kvinna, 55 år. Intagen  $27\frac{1}{10}$  1910 å *Borås* lasarett (n:r 1066); cholecystostomi  $7\frac{1}{11}$ ; död  $14\frac{1}{11}$ .

*Cancer pancreatis.*

*Anamnes.* Under hösten 1909 hade pat. anfall med smärtor i buken, som varade ett dygn. Sjuknade nu på försummaren med obestämda smärtor i buken och oregelbunden afföring med omväxlande diarrhé och obstipation; inga häftiga buksmärter. Sedan 2 mån. ikterus. — *Status*  $28\frac{1}{10}$  1910. Afebril. Stark ikterus med »kratzeffekten». Urinen är ikterisk. Lefvern är förstörd, när till nafve planet. Afföringar akoliska.

*Cholecystostomi*  $7\frac{1}{11}$ . Lefvern betydligt förstörd. Inga stenar palpabla i gallblåsa eller gallvägar. Pankreaslufvudet kännes knöligt. Cholecystostomi göres med dränagerör i gallblåsan. —



**Förlopp.** Blödning från såränderna och gallblåsdränageröret och trots adrenalin-tamponger och -sköljningar upprepades blödningsarna, tills pat. afled d. 14/11.

**Obduktion.** Ingen blödning i bukålan. Ett stort blodkoagel i gallblåsan. Levern mindre än vid operation. Pankreashuvudet knöligt indureradt.

**Fall 30.** Hustru N. N., 53 år. Intagen 29/10 1910 å *Nyköpings* lasarett; cholecystostomia + choledochotomia transduodenalis 7/11; död 9/11.

*Cholelithiasis + lithiasis ductus choledochi.*

**Anamnes.** Pat. har varit sjuklig sen ett par år. Den 23/10 fick hon ett anfall med våldsamma smärtor i epigastriet och nt i ryggen. Smärtorna fortsatte; ikterus. Inkom efter 6 dygn å lasarettet. — **Status** 30/10 1910. Intensiv gulfärgning af hud och sclerae. Temp. 38,0. Ständig dof smärta i levertrakten och ryggen.

**Cholecystostomia + choledochotomia transduodenalis** 7/11. Gamla fasta adherenser kring gallvägarne. Gallblåsan incideras och nr densamma utskaffas några stenar af ärtstorlek. Då ett konkret palperas på platsen för papilla Vateri och de betydliga adherenserna förhindra blottläggandet af choledochus, incideras duodenum och från dess insida papilla Vateri, hvarefter utan större svårighet utskaffas en fast inklädd hasselnötstor sten. Ingen nämnvärd blödning. — **Förlopp.** 1/2 dygn efter oper. fick pat. en blodkräkning. Profusa blodkräkningar fortsatte sedan oafbrutet, tills pat. afled 2 dygn efter oper. d. 9/11.

**Obduktion.** Ingen peritonit. Magslemhinnan är utan anmärkning; intet blod vare sig uti magsäck eller tarm. Inga stenar i gallvägarne.

**Fall 31.** Fru I. D., 46 år. Intagen 28/11 1910 å *Lunds* kirurg. klinik (nr 2340); cholecystostomia + choledochotomia 6/12; död 14/12.

*Cholelithiasis + lithiasis ductus choledochi + morbus Basedowi.*

**Anamnes.** 0-para. I allmänhet tidigare varit frisk. Sen 10 år har pat. årligen haft upprepade anfall med våldsamma kolikartade smärtor i öfre högra delen af buken med ibland frysningar och kräkningar; anfallen hafva i allmänhet räckt 1—2 timmar och efter de svårare har urinen varit mörkfärgad. Sista 2 åren intet anfall. För 5 veckor sedan ett svårt anfall, som varade 10 timmar; följande dag iaktogs, att huden var gulaktig, urinen mörk och afföringen färglös. Under dessa veckor kvarstående ikterus och ofta lindriga obehag och smärtor i h. hypochondriet; sista tiden obetydlig klåda. — **Status** 30/11 1910. Kroppsvikt 61 kg. Pat. har temp. mellan 37° och 37°,7. Intensiv ikterus. Någon klåda. Lindriga obehag som spänningar i gallblåstrakten. Lindrig struma med h. lob hönsäggstor. Lindrig exoftalmus. Systoliskt blåsljud öfver hjärtspetsen; puls normal, 80. Myom i uterus, som sträcker sig till navelplanet. Öfver gallblåstrakten ingen resistens och ingen ömhet. Urin starkt gallfärgad; 0 alb; 0 socker. Faeces hårda lerfärgade.

**Cholecystostomia + choledochotomia** 6/12. Bajonettsnitt. Incision af den tjockväggiga adherenta gallblåsan: tunnt var samt 1 dufäggstor och 10—15 ärtstora stenar, vilka aflägsnas. Incision af den starkt utspända choledochus, hvarvid utströmmade väl en kaffekopp i början klar sen grumlig vätska med svag gallfärg; en nära valnötstor sten utskaffades, hvarefter sond passerade ned i duodenum. Rör i hepaticus, rör i gallblåsan; tamponad. Boksutur. — **Förlopp.** D. 7/12. Stark reaktion efter oper.; temp. 39°,5 och 39°,2. Pat. är något orolig. Pulsen är god fast hastig (120). Lokalt intet att anmärka. Galla rinner. — D. 9/12. Temp. har gått ned under 38° i dag. Pulsfrekvens 100—110. Pat. är bättre, men visar fortfarande påtaglig psykisk oro. Buken utan anmärkning. — D. 12/12. Temp. de sista 3 dagarna mellan 37°,5 och 38°,5 med tendens att gå uppåt i dag. Pulsfrekvens kring 100 dessa dagar. Pat. ligger i dag slö, förefaller ibland knappt fullt redig, jämrar sig ibland. Ikterus är ej minskad. — D. 13/12. Temp. 39° och 38°,6. Puls 110—100, god. Stark psykisk oro; kastar sig; ryckningar i armarna ibland. Kräker ibland. Dricker endast motvilligt. — D. 14/12. I dag tilltagande slöhet. Mors nuder stark temperaturstegring (40°,2).



*Obduktion.* Intensivt gul hudfärg. Å h. låret en ganska stor blödning i underhudsväfnaden. I främre bukväggen finner man från operationssåret nedåt och åt höger en mycket stor blödning med blodet helt koaguleradt, som med aftagande styrka når ända ned till symfyen och på det tjockaste stället (strax nedom såret) når en genomskärning af 6—7 cm. I bukhålan finnes dels ung. 200 cm. fritt flytande blod dels rikliga koagler, som omgifva operationsområdet och fortsätta dels uppåt diafragma dels nedåt colon ascendens. Ingen varbildning. Choledochus 3 ggr vidare än normalt; äfven hepaticus och samtliga öfre gallvägar äro starkt dilaterade; de innehålla ljus grumlig galla (cholangit). Dränrör i choledochus; klar passage till tarmen. Levern är något förstord, synnerligen slapp och degig med snittytan starkt förväld af gulbrun färg med grön anstrykning. Ventrikeln innehåller en ganska riklig mängd brunsvart vätska; ventrikelvägg och slemhinna utan anmärkning. Njurarne visa parenchymatös degeneration. Lungor oedematösa. Hjärtat ytterst slapt och dilateradt med grumlig och svällande muskulatur.

**Fall 32.** Hustru J. G., 55 år. Intagen  $\frac{6}{3}$  1911 å *Umeå* lasarett (n:r 228); cholecystoduodenostomi  $\frac{22}{3}$ ; död  $\frac{24}{3}$ .

*Cancer pancreatis.*

*Anamnes.* Tidigare har pat. i stort sedt varit frisk; inga buksymtom. Struma sedan 18 år. Sedan sept. 1910 har pat. känt sig mer och mer trött och matt och sista tiden afmagrat. För 3 veckor sedan började hon känna spänningar och smärtor i maggropen, hvilka sedan fortsatt. En vecka senare uppträdde ikterus, hvilken sedan tilltagit mer och mer. — *Status  $\frac{7}{3}$  1911.* Stark ikterus. Hjärta, lungor 0. Levern är knappt förstord. På gallblåsans plats kännes en apelsinstor tumör. Ventrikelundersökning: 0 abnormt. Urin 0 alb., 0 socker, + gallfärgämnen. Fæces akoliska. — *D.  $\frac{10}{3}$ .* Tumören i dag knappt palpabel.

*Cholecystoduodenostomi  $\frac{22}{3}$ .* Då det genast är klart att det gäller en stor cancer i pankreas, göres blott en cholecystoduodenostomi. — *Förlopp.* På natten blödning ur buksåret. Följande dag (d.  $\frac{23}{3}$ ) var pat. dålig, klagade öfver smärtor »under bröstet». Buken utan anmärkning, men fortsatt blödning ur såret; underbindningar och tamponad gjordes. *D.  $\frac{24}{3}$*  usel puls, kräkningar och senare mors.

*Obduktion.* Anastomosen utan anmärkning. Stora mängder ej lefradt blod i buken samt i bursa omentalis och upp i subfreniska rummen. Organen bleka. I caput pancreatis en knytäfsstor cancertumör.

**Fall 33.** Hustru E. S., 46 år. Intagen  $\frac{18}{7}$  1911 å *Serafimerlasarettets* kirurg. klinik II (n:r 613); cholecystektomi  $\frac{21}{7}$ ; död  $\frac{22}{7}$ .

*Litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* IX-para. I flera år varit fet och korpulent. För 2 år sedan vårdad å med. afd. för albuminuria + adipositas. I maj i år började pat. få ofta uppträdande anfall af smärtor i epigastriet och ut åt höger sida med kräkningar och frossbrytning. Inkom  $\frac{23}{6}$  å med. afd. med lindrig ikterus, som börjat 3 dagar förut, och starkt ikterisk urin med alb. ( $\frac{1}{4}$  ‰) och korniga cylindrar och med ringa mängd socker (0,3 ‰). — Hammarsten, — Gmelin; gulfärgade fæces. Under vistelsen på med. afd. till d.  $\frac{18}{7}$  låg hon mest afebril men hade vid 5 tillfällen temperaturstegringar på 1 å 2 dagar till 38° å 39,2°; hennes allmäntillstånd var rätt godt, men hon hade ett par anfall. Ikterus höll sig lindrig. I urinen hade hon ibland ringa mängd alb., ibland icke. Den  $\frac{10}{7}$  var Hammarsten svagt pos. och fæces akoliska. — *Status  $\frac{20}{7}$  1911.* Adipositas. Afebril. Hudfärgen lätt ikterisk. Hudklåda. Hjärta med dofva toner, f. ö. 0; lungor 0. Lever ej förstord. Ingen resistens eller tryckömhet öfver gallblåstrakten. Urin: 0 alb., 0 red. subst., 0 gallfärgämnen.

*Cholecystektomi  $\frac{21}{7}$ .* Gallblåsan, som är starkt hopskrumpen och omgifven af starka adherenser, exstirperas. Ur d. hepaticus utskrapas gallgrus. Hepaticusdränage. Buksutur. — *Förlopp.* Efter oper. häftiga kräkningar och buksmärtor, liten och hastig puls. Då pat. på aftonen ytterligare försämrats och rätt mycket blod flutit i förbandet, öppnades buksåret partielt

men slöts åter, då ingen afsevärd blodmängd påträffades. Efter öfvergående förbättring blef pat:s tillstånd och hjärtverksamhet snart åter allt sämre och mors inträdde kl. 4 f. m. d.  $22/7$ .

*Obduktion.* Höggradig adipositas. Obetydligt ikerisk hudfärg. Hjärta dilateradt och med fettdegenererad muskulatur. Subendocardiala echymoser. Kronisk adhesiv pleurit. I bukhålan finnes ung. 400 ccm. till större delen koaguleradt mörkt blod kring v. leverloben, i v. hypochondriet och ned i lilla bäckenet. Ut i den rätt dilaterade choledochus påträffas invid papilla Vateri 6 à 7 facetterade, ärtstora stenar och högre upp i gången en bönstor sten. I ventrikeln mörkt gallfärgadt innehåll. Njurarna visa parenchymatös degeneration.

**Fall 34.** Lokförare O. F., 59 år. Intagen  $25/8$  1911 å *Hudiksvalls* lasarett (n:r 574); cholecystogastrostomi  $4/9$ ; död  $6/9$ .

*Cancer pancreatis.*

*Anamnes.* Abusus sedan lång tid. Aldrig gallstensanfall. För ung. 2 veckor sedan började pat. få lindriga smärtor i epigastriet, äckel och kräkningar. Tilltagande ikterus med svår klåda — *Status*  $26/8$ . Höggradig ikterus; besvärande klåda. Afebril.

*Cholecystogastrostomi*  $4/9$ . Stor knölig tumör i pankreas med svällda körtlar. Gallblåsan utspänd och adherent till oment.; vid punktion uttömmes en mängd tjock svartgrön galla. Då duodenum ligger svårtillgänglig fixerad bakåt, anlägges anastomos mellan gallblåsan och ventrikeln. — *Förlopp.* De 2 första dagarne såg tillståndet ganska lofvande ut med temp. högst  $37,8$ . Blödning från buksnittet och d.  $9/9$  försämrades tillståndet och blef pulsen dålig; på aftonen kollaberade han och afled. — Ingen obduktion (operatören har meddelat, att enligt hans uppfattning döden närmast förorsakades af blödningen).

**Fall 35.** Agent G. M., 58 år. Intagen  $22/9$  1911 å *Maria sjukhus* i Stockholm (n:r 1584); laparotomia explorativa  $28/9$ ; död  $1/10$ .

*Cancer pancreatis cum metastas. hepatis.*

*Anamnes.* Sedan ungdomen dagligen användt alkohol och sedan 30 år haft dagliga diffusa obehag från buken: känsla af spänning, uppstötningar, väderbesvär. Kräkningar har han ej haft mer än under 1 veckas tid i aug. 1910; vårdades då å sjukhus och förbättrades raskt. Njurstenkolikanfall med blodig urin och afgång af sten sommaren 1887; sedan inga urinvägssymtom. Försämring i sitt tillstånd har pat. märkt sedan början af sommaren i år: mera spänningar och kontinuerlig värk i epigastriet, nedsatt aptit; betydlig afmagring dessa sista månader. Gulfärgning i ansiktet iakttog omgifningen d. 1:ste sept. Intogs på Serafimerlasarettets medic. klinik d.  $4/9$ . — *Status*  $7/9$  1911. Betydligt afmagrad och med nedsatta krafter. Temp. sedan inkomsten högst  $37,6$ . Stark gulfärgning af huden å ansigte och bål. Hjärta och lungor utan väsentlig anmärkning. Nedre leverranden kännes i parasternallinjen 2 cm. nedanför bröstkorgranden. I epigastriet palperas en mer än dufäggstor, ej rörlig, djuptliggande resistens. Ventrikeln visar 0 retention efter 12 tim.; proffrukost: — fri HCl, tac = 30. Röntgenundersökning angifver ej någon patologisk förändring i ventrikeln. Urinen är rödbrun med dragning i grönt och starkt grönfärgadt skum; 0 alb., 0 reduc. subst., + Hammarsten. Fæces äro hvitgula, innehålla rikligt med fett, ej blod eller slem. — Under sjukhusvistelsen alltjämt feberfriet, konstant kroppsvikt (49 kg.); tilltagande ikterus; afföringar akoliska. — Öfverflyttas d.  $22/9$  till Maria sjukhus. — D.  $28/9$ . Får före oper. 40 gr gelatin.

*Laparotomia explorativa*  $28/9$ . Kehrs snitt. Äpplestor tumör i pankreashuvudet och porta hepatis; dessutom intill valnötstora metastaser i levern. Buksåret slutas åter med särskildt noggrann suturering för blödnings skull. — *Förlopp.* Blödningen i såret fortsatte trots ytterligare 40 gr. gelatin och 3 gr. chlor. calcic. i lavemang och tryckförband med tyngd å såret. Temp. var efter op. högst  $37,6$ . Blödningen visade sig emellertid ostillbar och pat. aftynade småningom tills mors inträdde efter 3 dygn kl. 5 f. m. d.  $1/10$ . — Ingen obduktion.

**Fall 36.** Fru A. N., 43 år. Intagen  $^{31/1}$  1912 å *Lunds* kirurg. klinik (n:r 358); choledochotomia transduodenalis  $^{24/2}$ ; död s. d.

*Litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* VI-para. I allmänhet frisk tidigare. Sjuknade i juli 1911 med smärtor i epigastriet, som utstrålade åt höger i ryggen, kräkningar och feber; smärtorna gingo öfver på ett par timmar, men intensiv ömhet kvarstod öfver gallblåstrakten, så att pat. fick hålla sängen 2 veckor. Sedan frisk tills för 2 veckor sedan. Under de 2 sista veckorna har hon mått illa, haft kvaljningar och känt ömhet i gallblåstrakten. För 1 vecka sedan uppträdde plötsligt stark ikterus, som sedan hållit sig, och följande dag svår värk ut i ryggen och upp uti h. skuldran. Sista veckan mörk urin och kittfärgad afföring. — *Status*  $^{2/2}$  1912. Allmäntillstånd ej påverkad. Afebril. Pulsfrekvens 90 å 100. Inga smärtor, blott obehag i höger sida vid rörelser i sängen. Intensiv ikterus. Buk mjuk och öm; vid djup palpation öfver gallblåsan lindrig ömhet och osäker känsla af en rundad citronstor resistens (gallblåsan?). — *D.*  $^{4/2}$ . I går och i dag näsblödning, sista gången rätt riklig. Afföringar i går något färgade. Besvärlig klåda sista dagarna. Ikterus kanske något minskad. — *D.*  $^{11/2}$ . Temp. tills i förrgår afebril; i går  $37^{\circ},3$  och  $38^{\circ},2$  och i dag  $37^{\circ},3$  och  $39^{\circ},7$  med frysning på middagen. Under sista veckan inga smärtor och afsevärd minskning af ikterus; afföring ibland akolisk ibland färgad. Efter frysningen i dag smärtor och åter ökad ikterus. — *D.*  $^{23/2}$ . Under sista 12 dagarna oregelbunden temp. med oftast morgontemp.  $37^{\circ}$  å  $37^{\circ},4$  och kvällstemp.  $38^{\circ}$  å  $38^{\circ},6$ ; pulsfrekvens 90 å 100; dessutom haft 6 anfall med frysningar och temp.-toppar mellan  $39^{\circ}$  och  $40^{\circ},4$ . Ikterus har hållit sig högradig. Besvärande klåda. Afföringarna hafva oftast varit akoliska, någon gång obetydligt färgade. Då och då har pat. haft litet näsblod. Operation anses ej kunna uppskjutas längre.

*Choledochotomia transduodenalis*  $^{24/2}$ . Bajonettsnitt i huden; trubbig delning i m. rectus. Om sorgsfull ligering af alla blödande ställen. Synnerligen besvärliga förhållanden med betydliga dels äldre dels alldeles färskas sammanväxningar kring gallblåsan, hvars vägg är skör. Vid dennas öppnande utrinuer i stor mängd tunn, varblandad, ej gallfärgad vätska. Gallblåsan liten, skrumpen, innehåller ej sten. Duodenum incideras och från dess insida incideras nedersta delen af choledochus och utskaffas en spansknötstor sten ur papilla Vateri. Choledochus sonderas nu utan hinder. Duodenum sutureras. Rör i hepatics. Under op. olycksbådande benägenhet för blödning. I olika delar af såret inläggas blodkoagler från en nyss opererad strumapatient. Tamponad. Buksutur; ytterligare i buksåret koagler från samma strumapatient. Hudsutur. — *Förlopp.* Pat. är på middagen rätt medtagen efter oper. med rätt liten och hastig men ej allt för usel puls; är fullt klar. Vid 4-tiden e. m. försämring med utflöde af ung. 200 cem. blod genom dränröret. Mors kl. 4,35 e. m. — Ingen obduktion.

**Fall 37.** L. B., 55 år, kvinna. Intagen  $^{26/3}$  1913 å *Serafimerlasarettets* kirurg. klinik II (n:r 228); laparotomia explorativa  $^{27/3}$ ; död  $^{31/3}$ .

*Cancer pancreatis.*

*Anamnes.* Har genomgått 6 partus och 3 aborter. Sen 35 års ålder har hon 1—3 ggr årligen haft anfall med häftiga smärtor i h. sidan af buken, hvilka räckt 3 å 4 dagar; ingen ikterus. Mellan anfallen frisk. För 4 år sedan sjuknade hon med feber och häftiga smärtor; sjukhusvård då under 2 månader; ingen ikterus; magrade 16 kg. Sedan frisk tills i dec. 1912, då hon började förlora aptiten, känna sig uppspänd i maggropen och öm i öfre delen af buken. Försämring med aftagande krafter under januari i år. I midten af februari började hon blifva gnl, få matleda och ömheten tilltog i maggropen; urinen var mycket mörk. Inga smärtor, inga kräkningar. — *Status*  $^{27/3}$  1913. Mager individ. Stark ikterus. Hjärta, lungor 0. Urin: + alb., — Almén, + Hammarsten. Leverdämpningen sträcker sig en handsbredd under refbensranden; under densamma kännes i h. hypochondriet en rundad äggstor resistens.

*Laparotomia explorativa*  $^{27/3}$  visade en stor inoperabel tumör, sannolikt utgången från ventrikeln. Buken slutas åter omedelbart. — *Förlopp.* Temp. mellan  $37^{\circ}$  och  $38^{\circ},1$ ; pulsfrekvens kring 100. Pat. afled efter 4 dygn närmast, som det tycktes, cachectico modo.



*Obduktionen* visade en primär cancer i pankreas med metastaser i lever och körtlar, hvilken komprimerade och dilaterade duct. choledochus samt i bukhålan blod och blodkoagler till en mängd af 1 1/2 liter. Icterus universalis gravis.

**Fall 38.** Flickan E. E. O., 28 år. Intagen 20/5 1913 å *Sabbatsbergs sjukhus* kir. avd. I (nr 607); cholecystectomi + choledochotomi 27/5; död 28/5.  
*Cholelithiasis + litiasis ductus choledochi + cholecystitis subacut.*

*Anamnes.* I nov. 1911 och nov. 1912 anfall af häftiga smärtor i öfre högra delen af buken utan ikterns med sängläge första gången 2 veckor, senare gången kortare tid. F. ö. tidigare varit frisk ända till slutet af april i år. Hon började då få smärtor i ryggen med frossbrytningar och efter några dagar stark ikterus, som sedan stått kvar med någon växling i intensiteten; haft alltsomoftast kräkningar efter maten. Betydlig afmagring sista månaden. — *Status* 20/5 1913. Mager och blek. Måttlig ikterus. Klåda. Beständiga smärtor i gallblåstrakten. Hjärta, lungor 0. Leverranden kan otydligt palperas på normal höjd. Buken mjuk; ingen tumör i gallblåsregionen; tryckömhets i h. hypochondriet och epigastriet. Urinen är nästan porterfärgad med dragning i grönt; 0 alb; 0 reduc.substans. — D. 23/5. I dag ingen värk men ökad ömhet och någon utfyllnad i gallblåstrakten. Får 1/2 tesked 10 % CaCl<sub>2</sub> 3 ggr dagligen. — D. 26/5. Temp. har sedan inkomsten växlat mellan 37°8 och 39°4, pulsfrekvensen mellan 108 o. 120.

*Cholecystectomi + choledochotomi* 27/5. Kehrs bågsnitt. Gallblåsan hopskrumpen med tjock svålig vägg; lig. hepaticoduodenale likaså svåligt förtjockadt. Gallblåsan aflossas och öppnas; var, detritus och smärre stenar. Från gallblåsans inre kunde ett finger föras ned uti en håla i lig. hepaticoduodenale bakom duodenum — antogs vara d. choledochus —, ur hvilken utskaffades 2 nött stora stenar. Gallblåsan exstirperades; dränrör i den som choledochus uppfattade hålan. Buksutur. — *Förlopp.* Temp. på aftonen och följande morgon 37°8; men pulsen dålig med resp. frekvens 108 och 132 och pat. är blek. Ingen blödnings i förbandet eller genom dränröret. För-sämring d. 28/5 och mors kl. 4 e. m.

*Obduktion.* Ung. 1/2 liter koaguleradt blod i h. subfreniska rummet och längs ytersidan af colon ascendens ned i lilla bäckenet. Den dränerade hålan befinnes vara choledochus; inga stenar; fri passage genom papilla Vateri ned i duodenum.

**Fall 39.** Fru S. N., 46 år. Intagen 3/10 1913 å *Sofiahemmet* i *Stockholm*; choledochotomi + cholecystektomi 7/10; död 14/10.  
*Cholelithiasis + litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* Tidigare har pat. alltid varit frisk. I juli i år fick hon tvenne typiska gallstensanfall. Genomgick behandling under hösten i Karlsbad, fick därstädes omkring d. 10 sept. ett svårt anfall med börjande ikterus efteråt och sedan tilltog ikterns jemt. Hon hemreste 3 veckor senare och intogs efter hemkomsten å Sofiahemmet d. 3 okt. — *Status* 5/10 1913. Betydlig ikterus. Urinen porterfärgad. Hon har ständiga smärtor i epigastriet. Afföringen är fullständigt akalisk.

*Choledochotomi + cholecystectomi* 7/10 (dr. HÜBBINETTE). Gallblåsan kännes stenfylld och d. choledochus är utvidgad. Incision af denna: hvit slemmig galla uttrinner; ur gångens nedersta del utskaffas en sten och kittartad grus, som tydligen fullständigt tilltäppt lumen; sondering ned i duodenum. Gallblåsan exstirperas och d. choledochus dräneras; tamponad; f. ö. buksutur. — *Förloppet* gick under 5 dagar mycket bra med minskning af ikterus å huden och urinens ikeriska färg. Obetydligt gallflöde af en tjock, slemmig mörk galla. På 6:te dagen efter oper. inträdde försämring; pat. kände sig själf sämre och vid förbandsväxlingen — af innetamponaden i en Mikulicz's påse — märktes en diffus blödnings från såret. En fast tamponad inlades, men stillade ej blödnings. Under loppet af ett par timmar uppstodo talrika petechier på nedre extremiteterna och temp. steg från 37°3 på morg. till 38°1 på middagen. Ingen förbättring af 100 k. cm. 2 % steril gelatinalösning subkutan. Blödnings fortsatte och under typiska symtom af akut anæmi afled pat. på 7:de dagen efter operationen.



**Fall 40.** Handlande J. B., 50 år. Intagen  $^{31/12}$  1913 å *Serafimerlasarettets* kirurg. klin. II (n:r 1066); laparotomia explorativa  $^{2/1}$  1914; död  $^{9/1}$ .  
*Cancer pancreatis.*

*Anamnes.* Långvarig och svår ikterus.

*Laparotomia explorativa*  $^{2/1}$  1914. I pankreashuvudet kännes en knölig och hård tumör. Bukhålan slutes igen. — *Förlopp.* Efter operationen svåra cholämiska blödningar i underhuden, från näsan, urinvägarne och sista dagen mellan suturerna från buksåret. Mors  $^{9/1}$ .

**Fall 41.** Fru H. A., 65 år. Intagen  $^{23/1}$  år 1914 å *Malmö sjukhus* (n:r 552); cholecystectomi  $^{27/1}$ ; död s. d.

*Cholelithiasis + litiasis ductus choledochi + cancer ves. fell. et portae hepatis + cholangitis.*

*Anamnes.* I-para. För 4 år sedan hade pat. ett anfall med akuta buksymtom hvilket tyddes som sannolikt gallstensanfall; lindrig temp., ingen ikterus, sängläge under 2 veckor, sedan åter frisk. Sjuknade nu i slutet af sistlidne november med gulsot som sedan dess varit något växlande men i stort sedt ökat. Inga smärtor. Fick d.  $^{2/12}$  frysningar och temperatur  $38,4$ ; var snart åter feberfri och har sedan varit mest afebril, sista veckorna ibland haft  $37,8$  å  $37,9$  på kvällarna. Ibland har konstaterats någon ömhet öfver gallblåsan. Tilltagande kraftlöshet. — *Status*  $^{24/1}$  1914. Täm-ligen godt allmäntillstånd. Ytterst kraftig ikterus. I går afebril, i dag  $38,6$ . Hjärta, lungor 0; puls god med frekvens 80. Fet bukvägg. Buken något uppdriven. Levern ej förstörd. Ingen palpabel resistens. Urinen är grumlig, starkt galfärgad, 0 alb, 0 socker, + galfärgämnen.

*Cholecystectomi*  $^{27/1}$ . Levern liten och fast med vulstig undre rand. På gallblåsans plats en fast resistens bestående af den lilla hårda gallblåsan, den indurerade leverbädden samt den vidvuxna ventrikeln och duodenum. Dessa lossades och den fripreparerade gallblåsan finnes vara liten, lillfingertjock, med hård vägg och innehållande ett par små stenar. Försök att blott-lägga choledochus i portas hårda tydligen svulstväfnad lyckas ej. Vid cysticus öppnande uttrinner svagt gulfärgadt, tjockt var. Gallblåsan aflägsnas; dränagerör i duct. cysticus. Mikulicz's påse; f. ö. buksutur. — *Förlopp.* På e. m. operationsdagen blef pat. plötslig dålig; fick usel puls och aflid efter några minuter. — *Obduktion.* Ganska fet kvinna med stark ikterus. Inga hudblöd-ningar. Bukhålan visar en del kruormassor kring operationssåret och framför ventrikeln samt äfven flytande blod nere i bäckenet, tillsammans nng. 200 k. cm. Tamponaden blodgenomdränkt. Porta hepatis alldeles cancerinfiltrerad; svulstmassorna komprimerade duct. choledochus, som inne-håller 3 små stenar. Levern är liten och utomordentligt slapp med grumligt mörjigt parenchym med otydlig teckning och af gul färg. Grumlig galla i gallgångarne. I båda njurbäckenens slem-hinna rikligt med små blödningar; likaså i nrinblåsan utbredda röda blödningar. De mycket slappa njurarna hafva grumlig snittyta utan tydlig teckning. I hjärtsäcken en lucker fibrös samman-växning mellan bladen. Hjärtat normalstort, mycket slappt med starkt grumlig gulbrun muskula-tur; f. ö. utan anmärkning. Lungor och pulmonalarterier utan anmärkning.

**Fall 42.** Fru S. L., 39 år. Intagen  $^{19/2}$  1914 å *Lunds kirurg. klinik* (n:r 470); cholecystostomi + choledochotomi  $^{24/2}$ ; död  $^{4/3}$ .

*Cholelithiasis + litiasis ductus choledochi + cholecystit. chron.*

*Anamnes.* För 6 år sedan ett smärtanfall i lefverregionen med efterföljande kortvarig ikterus, D.  $^{13/6}$  1913 ett nytt svårt anfall och 3 veckor senare ännu ett likaledes svårt. Sedan dess en kvar-stående ikterus, som mycket växlat i intensitet men aldrig varit riktigt borta; under hela tiden hafva obetydliga smärtor och obehag kvarstått, ibland af måttlig intensitet, aldrig svåra anfallsvis. D.  $^{16/2}$  1914 ett nytt ganska svårt anfall; sedan dess ökad ikterus. — *Status*  $^{19/2}$  1914. Rätt mager individ. Kroppsvikt 46 kg. Allmäntillstånd godt. Stark ikterus. Hjärta, lungor utan anmärkning.

Urinen mörkfärgad, 0 alb., 0 socker. Faeces gråfärgade. Buken är mjuk och oöm. Å gallblåsans plats palperas en oregelbundet formad ung. hönsäggstor, hård, ej ömmande resistens. Lefverdämpningen är ej tydligt förstörd. — D.  $28\frac{1}{2}$ . Temp. under dessa dagar högst  $37^{\circ},4$  tills i afton, då den är  $37,7$ .

*Cholecystostomia + choledochotomia*  $24\frac{1}{2}$ . Snitt i epigastriet och därefter tvärsnitt genom h. m. rectus. Stor tungformig leverlob och liten skruppen gallblåsa med sten. Duodenum adherent till gallblåsans fundus; löses, hvarvid duodenum öppnas; gluggen sutureras exakt. Incision af choledochus, ur hvilken utskaffas en valnötstor och några nöstora stenar. Incision af gallblåsan med aflägsnande af 2 valnötstora stenar. Trör i choledochus; suturering af incisionen f. ö. Rör och tamponad i gallblåsan. Måttlig blödning under oper; blödande ställen i buken och bukväggen beströkos med blod från en strax förnt opererad lymfom-patient. Buksutur. — *Förlopp*. D.  $26\frac{1}{2}$ . Temp. i går  $39^{\circ},8$  och  $38^{\circ},4$ , i dag  $38^{\circ}$  och  $37^{\circ},5$ ; pulsfrekvensen i går 120, i dag 100 à 90. Hon var rätt påverkad i går, men har sedan tagit upp sig. Ingen vidare blödning från cholecystostomisåret eller bukväggen; genom choledochusdränröret rinner en ej blodig galla. — D.  $28\frac{1}{2}$ . Temp. mellan  $37^{\circ}$  och  $38^{\circ}$ ; pulsfrekvens kring 80. Cholecystostomi-röret tages. I laterala ändan af buksåret ett betydligt hämatom. Ingen nämnvärd blödning utåt. — D.  $2\frac{1}{3}$ . Temp. de 2 sista dagarna mellan  $38^{\circ}$  och  $38,5$ ; pulsfrekvens fortfarande kring 80. Hämatomet är kanske något ökad. Pat. ser mera anämisk ut men har inga subjektiva anämisyntom. Gallflödet från choledochus-dränagen är starkt blodblandadt. — D.  $\frac{3}{8}$ . Temp. på morgonen  $39^{\circ}$  och pulsfrekvens 92. Hämatomet öppnas trubbigt; såret är f. ö. läkt p. pr. Sedermera under hela dagen en silande blödning från hämatombädden, som ej stannar för tamponad. På aftonen anämisyntom. — D.  $\frac{4}{8}$ . Blödnigen från såret fortsatte oafbrutet och kunde ej med några medel fås att stanna. Inga säkra tecken på någon afsevärd blödning inåt peritonealhålan. Mors kl. 4 f. m. af tydligen förblödning. — Ingen sektion.

**Fall 43.** Fru K. H., 39 år. Intagen  $16\frac{1}{3}$  1914 å *Serafimerlasarettets* kirurg. klinik II (n:r 273); cholecystectomy  $16\frac{1}{3}$ ; död s. d.

*Cholelithiasis (choledochussten?) + cholecystit. chr. + cholaemia.*

*Anamnes.* Haft npprepade gallstensanfall. Nu sedan längre tid ikterus. Inkommer nästan moribund med temp.  $39^{\circ},2$  och pulsfrekvens 120.

*Cholecystectomy*  $16\frac{1}{3}$ . Snitt genom h. m. rectus. Exstirpation af gallblåsan med stenar. Sondering af choledochus, där passagen synes vara klar. Hepaticusdränage. Betydlig cholämisk blödning under operationen. — *Förlopp*. Pat. afliden 3 tim. efter op.

**Fall 44.** Hustru E. B., 55 år. Intagen  $1\frac{1}{4}$  1914 å *Malmö* sjukhus (n:r 1540); laparotomia explorativa  $16\frac{1}{4}$ ; död  $21\frac{1}{4}$ .

*Cancer hepatis + carcinosis peritonei.*

*Anamnes.* Tidigare varit frisk och haft god mage. Insjuknade för 4 veckor sedan med rätt häftiga smärtor i h. öfre delen af buken; dessa fortsatte sedan fast mindre häftiga, mera malande under 2 veckors tid och hafva sedan dess kännits kortare stunder dagligen som värk. Under de två första dagarne utvecklade sig en stark ikterus, som sedan stått kvar. Urinen har varit mycket mörk och faeces gulhvita; svår klåda hela tiden. Inga frysningar eller kräkningar. Dålig aptit; ingen påtaglig afmagring. Pat. tycker att buken blifvit större de sista 2 veckorna. Hon har mest legat till sängs dessa veckor. Vårdad på med. afdeln.  $\frac{1}{4}$ — $11\frac{1}{4}$ . — *Status*  $10\frac{1}{4}$  1914. Kraftigt byggd individ med godt hull. Temp. har 2 gånger sedan inkomsten å sjukhuset stigit till  $38^{\circ}$  med samtidiga smärtanfall. Stark ikterus möjligen med någon växling under sjukhusvistelsen. Hjärtat af normal storlek med blåsljud öfver basen. Lungor 0. Buken stor med slapp bukvägg, öfverallt mjuk. Inga tecken på ascites. Levern är betydligt förstörd, når drygt till navelplanet,

har jämn yta och är ej trycköm. Proffrukost och röntgenundersökning angifva intet abnormt från ventrikeln. — D.  $15/4$ . Temp. har under de sista dagarna varit högst  $37^{\circ},8$  och pulsfrekvensen kring 90. Alltjämt lika stark ikterus. Buken ökar i omfång.

*Laparatomia explorativa*  $16/4$ . Stor mängd gallfärgad ascites. Levern förstörad, knölig. Oment och porta hepatitis äro infiltrerade af tumörmassa. Peritoneum är fullsatt af små hvita knottor. — *Förlopp*. Temp. under de följande 3 dagarna kring  $37,5$ ; den 20 på e. m.  $38^{\circ},2$ ; pulsfrekvensen 90 å 100. Mors d.  $21/4$  kl. 2 f. m.

*Obduktion*. Operationssåret själfv utan anmärkning; men dess inneryta är hoplodd med leverytan och angränsande tarmar genom stora tjocka kruormassor, hvilka fortsätta sig fram på omentum minus och genom foramen Winslowi ett stycke in i bursa omentalis. Därjämte finnas i buken  $2\frac{1}{2}$  liter starkt blodig vätska. Knottor på peritoneum. Omentet förtjockadt och starkt svulstinfileradt. Pankreas, gallblåsa, d. cysticus och choledochus utan anmärkning. I porta hepatitis kring gallvägarna infiltrationer af svulstnatur. I h. leverloben en drygt hönsäggstor cancertumör, som betydligt stenoserar ductus hepatici vid deras sammanflöde och uppåt sammanlöder sig med diafragma. De gallgångar, som ej äro svulstinfilerade, äro mycket starkt dilaterade, äfven i v. leverloben. Hjärta, lungor, njurar utan väsentlig anmärkning.

**Fall 45.** Ladugårdskar J. B., 56 år. Intagen  $12/5$  1914 å *Alingsås* lasarett (nr 400); cholecystenterostomi  $1/8$ ; död  $9/8$ .

*Cancer pancreatis.*

*Anamnes*. Sedan omkr. 1 vecka magbesvär: ej tålt somlig mat, haft sura uppstötningar och smärter en stund efter maten särskildt vid kroppsrörelser. — *Status*  $13/5$ . Afebril. Buken är obetydligt uppdrifven, mjuk och diffust något ömmande. Ventrikelundersökning anger intet abnormt; Weber neg.; samma resultat vid upprepade undersökningar af ventrikel och faeces under maj—juni. — D.  $19/5$ . Pat. är tämligen starkt ikterisk. Urinen är ljus, prof på gallfärgämnen neg. Faeces äro lerfärgade; sublimatprovet svagt pos. — D.  $26/5$ . Faeces äro helt akoliska. Urinen starkt mörkfärgad. — D.  $7/7$ . Ikterus har skiftat något, men jämt varit höggradig. Vid upprepade sublimatprof hafva faeces visat sig fullkomligt akoliska. Till höger om naveln palperas en, som det tyckes, med levern sammanhängande nästan knytnäfstor, hård resistens. Levern är ej förstörad. — D.  $28/7$ . Pat. har under hela sjukhusvistelsen varit afebril. Faeces hafva jämt hållit sig alldeles akoliska med alltid negativa sublimatprof.

*Cholecystenterostomi*  $1/8$ . Fått före operationen 3 gr  $\text{CaCl}_2$  p. rectum. — Kehrs bajonettformiga snitt genom h. rectusskidan. Gallblåsan starkt utspänd. I bukhålan en måttlig mängd starkt gulfärgad serös vätska. En småknölig hård tumör (cancer) palperas i pankreashufvudet. Efter punktion af gallblåsan med uttönnning af 250 k. cm. svart galla anlägges en anastomos mellan gallblåsan och jejunum ung. 40 cm. nedanför flexura jejunoduodenalis — tarmslyngan delades som vid en gastroenterostomi enligt Roux. Noggrann hämostas. Buksntur. — Påtaglig blödning ur hudkärnen under operationen. Fick efter oper. 3 gr.  $\text{CaCl}_2$  i rektalinjektion. — *Förloppet* var afebrilt, temp. högst  $37^{\circ},6$ . Afföringarna voro efter oper. jämt lösa och rent svarta. Mors d.  $9/8$ .

*Obduktionen*. Mycket magert och blekt lik med starkt gulgrön hudfärg och oedem i händer och fötter. Operationssåret väl läkt. Ingen peritonit; i bukhålan  $1\frac{1}{2}$  liter blodfärgadt transsudat (äfven i pleurasäckarna ung. 1 liter likartad vätska). Anastomoserna äro väl läkta. Hela tunntarmen med undantag af duodenum är mörkt rödfärgad på grund af blodigt innehåll. Gallblåsan är gäsäggstor, starkt utspänd af ett stort, delvis koaguleradt blodkoagel. D. cysticus och hepaticus mer än fingertjocka; d. choledochus endast med svårighet möjlig att sondera. I caput pancreatis finnes en drygt hönsäggstor hård tumör med skirrös snittyta. Levern är normalstor, af normal konsistens, med starkt vidgade gallgångar och har snittytan dels starkt ikterisk dels gul af en kraftig fettdegeneration.



**Fall 46.** Hustru K. E., 47 år. Intagen  $^{19}/_8$  1914 å *Sahlgrenska sjukhuset i Göteborg* (n:r 1871); cholecystotomi + cholecystoduodenostomi  $^{17}/_8$ ; död  $^{23}/_9$ .

*Cholelithiasis + litiasis ductus choledochi + cancer ductus cystici.*

*Anamnes.* Hade mellan 20 och 30 års åldern ofta kolikplågor i magen, hvilka sedan försvunno. På våren 1911 fick hon ett typiskt gallstensanfall med smärtor flera timmar och sängläge 3 dygn. På hösten samma år ett nytt likartadt anfall med efterföljande lindrig ikterus. Sedan dess haft 3 anfall utan ikterus. I mitten af april i år fick hon åter ett smärtanfall och efter 1 vecka gulsot. Sedan dess har hon varit dålig och haft ikterus. — *Status*  $^{19}/_8$  1914. Afebril. Starkt utbildad ikterus. Hjärta 0. Bronchitis. Buken mjuk med någon tryckömhets i maggropen och öfver gallblåsan. Magsaftsundersökning anger intet abnormt. Urin ikterisk, 0 alb. Afföringar affärgade. Får 2 gm.  $\text{CaCl}_2$  3 ggr dagligen. — *D.*  $^{16}/_9$ . Temp. har mest varit afebril, men somliga kvällar gått upp till  $37^{\circ},7$ . Pat. är afmagrad och mycket nedsatt. Hudfärg brandgul. Då den kroniska bronchiten nu afsevärdt förbättrats, beslutes operation.

*Cholecystotomi + cholecystoduodenostomi*  $^{17}/_9$ . Snedsnitt under h. refbensranden. Talrika adhesioner kring levern. Gallblåsan liten med fasta väggar. Körtlarne kring porta hepatis och bakom pylorus äro förstörade, hårda och bilda en knölig kaka (uppfattas som en cancer pancreatis). Gallblåsan öppnas; ur densamma aflägsnas några hasselnötsstora stenar. En anastomos anlägges mellan gallblåsa och duodenum. Cigarrettdränage. F. ö. buksutur. — *Förlopp.* Temp. var de 2 första dagarne mellan  $37^{\circ},5$  och  $37^{\circ},8$ , sedan under  $37^{\circ}$ . Pulsfrekvensen växlade under dagarne efter oper. oregebundet mellan 84 och 116. D. 20 låg pat. med hicka, kräkte, hade dålig puls och var rätt slö. Mors d.  $^{23}/_9$  kl. 9 f. m.

*Obduktion.* Starkt ikterisk. I bukålan öfverallt ganska mycket blod, tillsammans omkring 2 liter: tunnflytande mellan tarmarne och i bäckenet; stora koagler mellan ventrikel och lever och ofvanför levern, hvilka starkt adherera till gallblåstrakten. Gallblåstarmanastomosens suturer hålla väl men längst till venster framtränger ur sömmen en liten tofs af koaguleradt blod. Gallblåsan fylld af delvis flytande blod (hvars källa ej kan påvisas). I tarmen intet blod. I choledochus en fingertoppstor sten. Pancreas utan förändringar. I duct. cysticus nedre del en ansenlig förtjockning af väggen (mikroskop. undersökn.: scirrhus); hård svulstväfnad och en del körtlar vid och bakom porta.

**Fall 47.** Fru G. Ö., 38 år. Intagen  $^{15}/_1$  1915 å *Lunds kirurg. klinik* (n:r 203); cholecystectomi + choledochotomi  $^{23}/_1$ ; död  $^{26}/_1$ .

*Litiasis vesic. fell. et ductus choledochi.*

*Anamnes.* Genomgått operation för akut appendicit. Hade ikterus utan smärtor år 1908. Gallstensanfall våren 1912, våren 1913 och sedan flera gånger under året, likaså under år 1914; sista anfallet  $^5/_1$  i år. I samband med en del af anfallen lindrig ikterus, ordentlig sådan efter det sista anfallet. — *Status*  $^{16}/_1$  1915. Hjärta och lungor utan anmärkning. Stark ikterus. Urinen intensivt gallfärgad, 0 alb., 0 socker. Buken mjuk och oöm. Intet abnormt att palpera i gallblåstrakten; obetydlig ömhet därstädes. — *D.*  $^{18}/_1$ . Urinen är nu knappast längre gallfärgad; ikterus oförändrad. — *D.*  $^{22}/_1$ . Temp. i förrgår kväll  $38^{\circ},1$ , annars varit högst  $37^{\circ},7$ . Urinen är fri från gallfärgämnen och ikterus i det närmaste försvunnen.

*Cholecystectomi + choledochotomi*  $^{23}/_1$ . Tvärsnitt genom h. musc. rectus. Gallblåsan, som ej har adhesioner, incideras: 2 valnötstora stenar och en del svart stensmörja aflägsnas. Cysticus klyfves ned i choledochus, ur hvilken med slef uttages en del sönderfallande sten och lös smörja; uppifrån hepaticus rinner svart galla; sond nedföres med lätthet i tarmen. T-rör införes i choledochus; f. ö. sutur af incisionen i dess vägg. Gallblåsan aflägsnas. Tampong mot gallblåsbädden. Buksutur. — *Förlopp.* *D.*  $^{23}/_1$ . Något medtagen efter oper., men ej dålig; temp. i e. m.  $38^{\circ},6$ ; pulsen hastig (115) men f. ö. god. Ännu intet gallflöde genom dränröret. — *D.*  $^{24}/_1$ . Lugn natt med morfin. Temp. i dag  $38^{\circ}$  och  $38^{\circ},1$ ; pulsen är betydligt hastig (135 å 150), mjuk och något liten. Stimulantia. Rikligt gallflöde genom dränaen. — *D.*  $^{25}/_1$ . Temp. i dag  $38^{\circ},1$  och



38°, 4. Allmäntillståndet är någorlunda. Klart från buken; ingen spänning, väderafgång. Ingen yttre blödning, men pulsen är hastig och dålig: 130 à 160. — D.  $\frac{20}{1}$ . I natt kl. 1 plötslig försämring af hjärtverksamheten och mors kl. 4 f. m.

*Obduktion.* Hudfärgen starkt blek med en dragning i gult. Vid bukens öppnande befinnas väfnaderna i bukväggssåret starkt genomblodade och dessutom finnes där ej så litet blodlefrar. Lateralt och ofvanför levern finnes på båda sidor en del flytande blod, tillsammans ett par hundra cem.; dessutom synas på mesenteriet en del blodkoagler och finnes i lilla bäckenet ett par hundra cem. flytande blod. Vid leverbädden efter den exstirperade gallblåsan sitter adherent en torr tampongremsa; suturerna å ductus choledochus hålla exakt; dränröret i choledochus utan anmärkning med fri passage till tarmen. Levern är anämisk och visar parenchymatös degeneration. Njurarna visa likaledes parenchymatös degeneration; dessutom synas i ena njurbäckenet ett par blödningsar vid och omkring papillspetsarne samt en del tämligen fastsittande koagler. Lungor utan anmärkning. Lindrigt cor adiposum med parenchymatös degeneration af muskulaturen.

**Fall 48.** Enka J. N., 64 år. Intagen  $\frac{22}{1}$  1915 å *Wexjö lasarett* (n:r 87); cholecystojejunostomi + enteroanastomos  $\frac{2}{2}$ ; död  $\frac{6}{2}$ .

*Cancer pancreatis c. stenosis ductus choledochi.*

*Anamnes.* Fränsedt nervfeber för 30 år sedan tidigare alltid varit frisk. I oktober 1914 började pat. känna smärtor som malande värk i maggropen och i h. sidan af buken samt besvärar af trög afföring; inga kräkningar; intet samband mellan måltiderna och smärtorna. I midten af dec. var hon vid läkarebesök ej gul, vid jultiden var hon nästan citrongul. Betydlig afmagring. — *Status*  $\frac{30}{1}$  1915. Temp. sedan inkomsten högst 37°, 4. Alldeles citrongul. Hjärta och lungor 0. Ventrikelundersökning: 0 abnormt (fränsedt gastropptos). Buken oöm. Leverdämpning ej förstörd. På gallblåsans plats en hård, oöm resistens. Urinen är mörk, med sp. alb., rikligt med gallfärgämnen. Afföring är alldeles ljus; — Weber.

*Cholecystojejunostomi + enteroanastomos*  $\frac{2}{2}$ . Gallblåsan utspänd, förstörd. Levern likaså betydligt förstörd med väldigt spända vener. Choledochus dilaterad på grund af en hönsäggstor tumör i pankreashuvudet. Gallblåsan punkteras på 150 cem. tjock svartgrön galla. Förbindelse anlägges mellan gallblåsan och jejunum ung. 40 cm. nedanför plica duodenojejunalis; anastomos mellan tarmskänklarna. Oment fixeras öfver gallblåsanastomosen. Buken slutet. — *Förlopp.* Efter oper. var pats tillstånd godt. Temp. var följande dag 38°, 1, sedan under 37°, 4. Efter 2 dygn iaktogs vid såret en liten blödning i underhuden. Den  $\frac{5}{2}$  var lavemanget blodfärgadt. På aftonen denna dag blef pat. dålig med liten, hastig puls. Försämrades sedan trots stimulantia och afled kl. 7 e. m. d.  $\frac{6}{2}$ .

*Obduktion.* I tarmkanalen och hela duodenum upp till pylorus betydliga mängder blod. Likaledes i gallblåsan blod och blodkoagler. D. choledochus är inpermeabel vid sonderingsförsök, omgifven, som den är, af en fullt valnötstor mörjig tumör i pankreashuvudet. Små hårda körtlar i oment. minus kring vena porta. Ventrikel, mjälte och njurar utan anmärkning.

**Fall 49.** Fru G. S., 35 år. Intagen  $\frac{27}{1}$  1915 å *Serafimerlasarettets* kirurg. klinik I (n:r 98); cholecystectomi + choledochotomi  $\frac{6}{2}$ ; död s. d.

*Cholelithiasis + litiasis ductus choledochi + cholecystitis chron. + morbus Basedow.*

*Anamnes.* Låg vid 15 års ålder sjuk med gulsot i 4 mån. Sedan dess frisk tills år 1910. Hon fick då plötsligt en natt ett gallstensanfall med smärtor i 2 dygn och obetydlig ikterus. I oktober 1912 fick hon ett nytt likartadt anfall med efterföljande ikterus, som sedan stod kvar; hon var då gravid i 2:dra månaden och var sedan under hela graviditeten dålig och besvärad af klåda; först en månad efter partus försvann den ikteriska hudfärgen och hon hämtade sig småningom. Sedan fullt frisk till i nov. 1914; hon började då få fort öfvergående anfall om nätterna af smärtor i h. sidan af buken med kräkningar; ingen ikterus. Vid jultiden ett svårare anfall, efter hvilket ikterus uppträdde med porterfärgad urin och lerfärgade afföringar. Hon har sedan

dess hållit sängen, känt sig illamående, haft kvaljningar, kräkningar, småfrysningar, känt sig öm i h. sidan af buken utan att hafva haft riktiga anfall och tacklat af. — *Status* <sup>28/1</sup> 1915. God kropps-konstitution och godt hull. Temp. 38°. Exophthalmus; nervös och orolig; obetydlig struma; tremor i händerna. Stark ikterus. Hjärta 0; puls-frekvens 90 à 110. Lungor utan väsentlig anmärkning. Måttlig tryckömhets öfver leverranden i h. hypokondriet; f. ö. är buken mjuk och öm; ingen palpabel resistens. Urinen är mörk med spår alb. och enstaka cylindrar. Afföringarna äro lerafärgade. — D. <sup>2/2</sup>. Dessa dagar har temp. varit på morgonen omkr. 37°2, på kvällen 37°8 à 38°1. I dag ett anfall med svåra smärtor, kräkningar, frossbrytning och temp.-stegring till 39°9. — D. <sup>5/2</sup>. Buksmärtor äfven i går; temp. i går kväll 38°6, i dag 37°2 och 37°4. Förefaller rätt medtagen och är mer intensivt gul än förnt.

*Cholecystectomi + choledochotomi* <sup>6/2</sup>. Leverranden ansvalld, trubbigt afrundad. En liten fri skruppen stenfylld gallblåsa; fast fibrös förtjockning af hilus; palpabel sten i choledochus. Choledochotomi med utskaffande af en fullt spansknötstor sten; mörk svartgrön galla utströmmade; sondering ned i duodenum utan svårighet; hepaticus starkt dilaterad. Exstirpation af gallblåsan, som i det ofvannämnda fibröst förtjockade partiet hade en extra kommunikation med choledochus; suturering af denna glugg; dränrör i choledochus med suturering af större delen af incisionen i densamma. Mikulicz's tampong. Buksutur efter noggrann hämostas; ingen särskild blödnings under oper. — *Förlopp*. Efter oper. var pat. ganska medtagen med puls-frekvens 120, och på e. m. låg hon oredig, med puls-frekvens 140, ytlig respiration och kallsvettades. Mors på aftonen kl. 10 s. d.

*Obduktion*. I operationsfältet inom buken mörka blodlefrar, som täcka leverns nedre rand och duodenum; blodlefrar täcka äfven ventrikeln och utfylla äfven båda subfreniska hvalven (tillsammans minst 600 k. cm. blodkoagler); ur buken upphämtas dessutom ett par hundra k. cm. flytande blod. Vidare någon blodinfiltration i buk-väggen uti operationssårets närmaste omgifning. Choledochus är vid ungefär öfvergången till cysticus vidgad till en tumändstor håla med svåligt förtjockad vägg; hepaticus och dess grenar betydligt dilaterade. Gallvägarne i levern fyllda af en tunn gulbrun galla, choledochus därjämte af smärre blodlefrar. Hjärtat med parenchymatöst degenereradt myokardium.

**Fall 50.** Fru A. J., 49 år. Intagen <sup>10/2</sup> 1915 å *Lunds* kirurg. klinik (nr 400); choledochotomi <sup>23/2</sup>; död s. d.

*Litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes*. Tidigare alltid frisk. För 6 år sedan sjuknade hon häftigt med svåra, åt ryggen utstrålande smärtor i maggropen; hade flera kortvariga men svåra dylika smärtanfall under ett par dagar, blef gul i huden, hade mörk urin och kittliknande afföringar; låg till sängs 2 à 3 veckor. För 2 år sedan ånyo likartade anfall under ett par dagar, fast nu lindrigare och utan ikterus. Den <sup>26/12</sup> 1914 nytt anfall, efter hvilket ikterus uppträdde, som sedan ej gått tillbaka utan blifvit allt mera intensiv; urinen har dessa 6 veckor varit mörk och afföringarna gråhvita. Klåda. — *Status* <sup>11/2</sup> 1915. Kraftigt byggd kvinna med godt hull — kropps-vikt 62 kg. — och goda krafter. Intensiv ikterus med gulfärgning, som stöter i bronsfärg. Har klåda i huden öfver hela kroppen. Afebril; känner någon gång på dagen fort öfvergående »köldrysningar». Lungor och hjärta utan anmärkning. Buken mjuk och öm. Leverdämpningen är ej förstörd. I gallblåsregionen intet abnormt att palpera; vid djup palpation dock någon ömhet i epigastriet och under h. refbensranden. Urinen är mörk, 0 alb, 0 socker, + gallfärgämnen. Faeces akoliska. — D. <sup>18/2</sup>. Blod, uppsamladt från vena basilica i paraffineradt kärl, koagulerar på 7 à 8 min. — D. <sup>22/2</sup>. Temp. har varit högst 37°6 under de sista 10 dagarne.

*Choledochotomi* <sup>23/2</sup>. Tvärsnitt genom h. musc. rectus. Exakt ligering. Den af adherenser omgifna gallblåsan rördes icke. Choledochus, vid som en tarm, incideras: en mängd »hvit galla» framströmmar och en valnötstor sten utskaffas; passagen till tarmen fri. Afsigtligt göres ej mera. Ett T-rör inlägges och choledochus sutureras; därefter besprutas området med koagulenlösning och en tampong lägges däröfver. Buksutur med besprutning af buksårets olika lager med koagulen. — *Förlopp*. Efter oper. var pat. till en början något medtagen, blef emellertid fram på mid-

dagen pigg och kry. Sedan åter slöare och med sämre puls; på e. m. 37°,6 och pulsfrekvensen 100. Mors kl. 9 på aftonen.

*Obduktion.* Intensiv ikterus. Talrika hudblödningar å särskildt underarmar och underben. Operationssåret visar i sina djupare delar en måttlig blodinfiltration af omgivande väfnader. I bukhålan anträffas stora sammanhängande blodkoagler, som bilda en flera cm. tjock kaka framför porta hepatis och fortsätta upp i subfreniska rummet på båda sidor, nedåt framför omentet och colon ascendens samt äfven in genom foramen Winslowi. Tillsammans äro dessa blodkoagler af  $\frac{3}{4}$  liters rymd; dessutom anträffas i buken  $\frac{1}{4}$  liter tunn blodig vätska. Blodkoaglerna adherera ej vid såret i främre bukväggen, men lossa med svårighet från porta hepatis och här anträffas på platsen för ingreppet en valnötstor blodig utspänning af väfnaden. Stark utspänning af choledochus, hepaticus och dess större grenar; innehållet i gallgångarne är tunnt och klart med brun eller brunröd färg. Choledochusröret ligger godt i läge och passagen är fri till tarmen; gallfärgadt innehåll i duodenum. Gallblåsa och ductus cysticus hafva tjock svålig vägg. Levern är snarare liten än förstorad med jämn yta; snittytan visar en gulgrön klar färg och tydlig teckning: gula periferier och rent gröna centra; de smärre gallgångarne äro ej vidgade. Njurur slappa, på snittytan starkt ikteriska. Hjärta slapt. Lungor oedematösa.

**Fall 51.** Majoren R. W., 59 år. Intagen  $\frac{2}{3}$  1915 å Söderköpings lasarett (nr 259); cholecystostomi + choledochotomi  $\frac{4}{3}$ ; död s. d.

*Cholelithiasis + litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* Ung. 10-årigt gallstenslidande. Under denna tid har han haft 6 å 7 anfall: smärtorna hafva ej varit särskildt intensiva eller långvariga; anfällen ha ej varat mer än 5 å 6 dagar och de svåra smärtorna ej mer än några timmar; ömhet har hvarje gång konstaterats öfver gallblåsan och efter ett par af anfällen tydlig ikterus. Han sjuknade nu åter med smärtor af den vanliga typen d.  $\frac{7}{2}$  i år; temp. steg följande afton till 38°,2, var sedan ej öfver 38; inga fryssningar. Ingen resistens i gallblåstrakten, men tydlig ömhet under de första dagarne. Senare inga smärtor. Ikterus fanns fullt tydlig redan d.  $\frac{8}{2}$  och ökade under de 3—4 följande dagarne till sin nuvarande grad. — *Status*  $\frac{3}{3}$  1915. Något reduceradt hull. Afebril. Betyddigt stark ikterus. På ett par ställen å ryggen mindre suggillationer, som uppkommit under de 2 sista dygnen. Hjärta, lungor 0. Nedre randen af h. leverloben kännes rund och rätt hård; ingen resistens eller ömhet i gallblåstrakten. Urinen är mörk med Gmelin starkt +; 0 alb; 0 reduc. substans. — Han har fått  $\text{CaCl}_2$ -lösning  $\frac{20}{300}$  matskedsvis.

*Cholecystostomi + choledochotomi*  $\frac{4}{3}$ . Snedsnitt längs undre reffbensranden. Gallblåsan liten tumändstor; choledochus, som är utspänd till mer än fingertjocklek, incideras och ur densamma utskaffas flera intill spansknotstora stenar däribland en uti papilla Vateri fastkilad samt åtminstone 100 k. cm. hvitgrå galla. Incision af gallblåsan med utrymning af stenar. Här tamponad med koagulen; likaså tamponad med koagulen mot den omsorgsfulla choledochussuturen. Buksutur. — *Förlopp.* Pat. vaknade ej till klart medvetande efter op. och efter ett par timmar var det tydligt att det kom att ända letalt. Pulsfrekvensen var 4 tim. efter op. 120 och sedan blef han allt sämre och sämre tills mors inträdde kl. 7 på aftonen. Ingen blödning utåt.

*Obduktion.* I buksåret ingen blödning, men i högra bukhalfvan lateralt om colon står högst  $\frac{3}{4}$  liter till större delen koaguleradt blod.

**Fall 52.** Hustru B. E., 42 år. Intagen  $\frac{16}{3}$  1915 å Norrköpings sjukhus; cholecystectomi + choledochotomi  $\frac{18}{3}$ ; död  $\frac{27}{3}$ .

*Litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* Pat. har sedan okt. 1914 känt sig matt, trött och nedsatt; så småningom tillkom ikterus, hvilken funnits åtminstone under de sista 2 månaderna. Inga egentliga smärtor i buken. — *Status*  $\frac{16}{3}$  1915. Reduceradt hull. Hudfärgen starkt ikterisk, gående i gröngult. Längst



till höger under refbensranden palperas en gåsäggstor, fast, förskjutbar resistens; lefvern f. ö. ej palpabel.

*Cholecystectomy + choledochotomy* <sup>18</sup>/<sub>3</sub>. Snitt längs h. refbensranden. Den palperade resistensen befinnes vara en nedskjutande lefverlob. Gallblåsan är reducerad till en hård tjock bindväfssvål utan lumen, som låter sig utan svårighet exstirpera. På djupet kännes en mycket hård bildning, omgifven af tjocka svålar. Vid incision i denna påträffas en hasselnötstor gallsten (antagligen i d. choledochus), hvilken aflägsnas; sond går nedåt 8 c. m., sannolikt ned i tarmen. Orienteringen svår på grund af de tjocka bindväfssvålarna. Dränrör i den förmodade d. choledochus. Tamponad. Suturering. — *Förlopp*. D. <sup>27</sup>/<sub>3</sub>. Efter det att tillståndet förut efter oper. varit tillfredsställande med godt gallflöde genom dränröret blef pat. plötsligt i dag mycket dålig med alla tecken på akut anämi: ytterst blek, med yrsel, nästan pulslös. Buken blef uppdrifven; med lavemang afgick riklig mängd svart blod. Mors.

*Obduktion*. Liket starkt anämiskt. I hela öfre h. halfvan af buken är peritoneum uppflyadt af en retroperitonealt belägen stor blodmassa uppgående till ett par liter. Blod har äfven dissikerat sig fram till tjocktarmen och skiljt serora och muscularis å densamma i stor utsträckning. Blod i tarmen (förmodligen af genombrott af den subserösa blödningsen, fast sådant ej kan upptäckas).

**Fall 53.** Ingeniör K. P., 38 år. Intagen <sup>28</sup>/<sub>3</sub> 1915 å *Serafimerlasarettets* kirurg. klinik I (nr 255); *cholecystectomy + choledochotomy* <sup>29</sup>/<sub>3</sub>; *choledochotomy + hepaticusdränage* <sup>5</sup>/<sub>4</sub>; död <sup>11</sup>/<sub>4</sub>.

*Cholelithiasis vesic. fell. et ductus choledochi + vitium conformationis hepatis et ductuum hepatic.*

*Anamnes*. Alltid haft mycket god hälsa. Alltifrån sitt 19:de år har han haft smärtanfall af samma typ på växlande mellantider; de hafva uppträdt på nätterna, varat 1 å 4 timmar, åtföljts af spänningsskänsla i h. öfre delen af buken samt åt ryggen utstrålande smärtor; lindrats, då han stigit upp och rört sig; aldrig ikterus; anfallen hafva af läkare uppfattats som gallstensanfall. F. ö. inga digestionsrubbingar. Natten mellan 14 och 15 mars i år fick han ett 4-timmars anfall, som var mycket smärtsamt; de följande dagarne trött och utan aptit, ansåg sig ha fått »influenta». Den <sup>20</sup>/<sub>3</sub> uppträdde utan smärtor en allt tydligare ikterus med brunfärgning af urinen. Stark hudklåda, matleda och sömnlöshet. Faeces ej fullt affärgade. Tillståndet var under veckan 21—27 mars oförändradt och pat. tillrättades operation. — *Status* <sup>28</sup>/<sub>3</sub> 1915. Mager men kraftigt byggd individ. Stark gulafärgning af hud och sclerae. Urinen starkt men ej maximalt ikterisk. Faeces endast partiellt affärgade. Normal temp.: d. <sup>28</sup>/<sub>3</sub> 37° 4, <sup>29</sup>/<sub>3</sub> morg.: 36,9. Inga smärtor. Ingen tryckömhet öfver gallblåsan, osäker resistens på djupet. Leverdämpning ej förstörad. Från öfriga organ intet abnormt.

*Cholecystectomy + choledochotomy* <sup>29</sup>/<sub>3</sub>. Snedsnitt. Den lilla gallblåsan ligger i en djupt nedsänkt leverbädd, upp mot hilus fullständigt intrahepatiskt i en 2—3 cms utsträckning; först högre upp framträder ånyo gallblåshalsen. I d. cysticus kännes en ärtstor sten och uti d. choledochus en ung, lika stor. Inga adherenser eller inflammatoriska förändringar kring gallblåsa eller gallvägar. Choledochotomy med utskaffande af en ärtstor och en hampröstor sten; choledochus var dilaterad. Incisionen slöts med 4 suturer och däröfver ett par serosasuturer. Cholecystectomy med aflägsnande af stenen i cysticus. Drän och en liten tampong. Buksutur. — *Förlopp*. Temp. var under de följande 5 dagarne mellan 37,6 och 38° 7, på 6:te dagen högst 37° 7; pulsfrekvensen kring 90. Tamponaden aflägsnades efter 3 dygn och dränröret på 4:de dygnet; obetydligt gallflöde i förbandet (antagligen från leverbädden). Ikterus minskade något, klådan försvann; urinen höll sig mörk. D. <sup>2</sup>/<sub>4</sub> fick han smärtor liknande de gamla anfallen, hvilka fortsatte att uppträda d. 2—5 maj och tvungo till upprepadt användande af morfin. Ikterus ökade ånyo. Dagliga öppningar med lavemang, i början delvis färgade, sedan askgrå. — Med misstanke på kvarlämnad sten tillrättades relaparotomi.

*Choledochotomy + hepaticusdränage* <sup>5</sup>/<sub>4</sub>. Operationssåret öppnas ånyo. Choledochusincisionen blottas. Vid bortklippandet af den nedersta af de i hilusperitoneum lagda suturerna blottades ett



lillfingerändstort fast koagel och vid dess borttagande uttrann ur choledochus en måttlig mängd mörkbrun galla. Ett par suturer i själfva gallgångsväggen aflägsnades ytterligare. Choledochus undersöktes noga med negativt resultat. En Nelaton fördes ung. 12 cm. upp i den dilaterade hepaticus och fixerades med en fin katgutsutur, som tillika drog ihop choledochusöppningen ofvan dränet. Tamponad med en gasbinda. Buksutur. — *Förlopp.* Temp. under de närmaste 4 dagarne kring 38°, högst 38°,4. Under de första dagarne afrann 3 à 400 gr. mörkgrön, ej blodig galla. Endast långsamt minskades den starka ikteriska färgen, hvarför d.  $\frac{7}{4}$  katetern kringvreds och utdrogs ung. 3 cm. Tampongen aflägsnades 2:dra och 3:dje dygnet utan blödning. All galla rann genom katetern, ingen i förbandet. Den  $\frac{7}{4}$  råkade katetern att blifva utdragen, inlades åter mot sårhålans botten. Den  $\frac{8}{4}$  kände han sig bättre med mindre matleda. Tarmgaser och affärgade faeces afgingo dagligen med sköljningar. Natten till den  $\frac{9}{4}$  fick han under  $\frac{1}{2}$  timma svåra gallstensliknande smärtor och spänning i såret och svår vända. Tidigt på morgonen var tampongen på djupet blodig och blod sipprade ut, men blödningen fortsatte ej efter ny tamponad. Ett par timmar senare var det tydligt att en cholämisk blödning var i gång. Ingen galla afrann mer genom dränröret. Anämin ökade hastigt ehuru blödningen i förbandet vid tampongbytena var ganska måttlig. Temp. d. 10: 38°,8 och 39°,5. Med tarmsköljningar afgang af gaser och affärgade faeces, intet blod. Inga tecken på peritonit. Mors. d.  $\frac{11}{4}$  kl. 9 f. m.

*Obduktion.* Ingen peritonit. Sårhålans väggar voro täckta af och infiltrerade med löst koaguleradt blod. I bursa omentalis fanns en måttlig mängd flytande blod och likaså i h. subfreniska rummet (tillsammans ung.  $\frac{1}{2}$  liter). Öppningen i choledochus var lätt utfylld af ett ganska fast koagel, som sträckte sig in i gånge i 3 cms utsträckning nedåt. I jejunum och öfversta delen af ileum stark blodtillblandning till det öfriga vällingtjocka tarminnehållet; nedre delen af ileum och colon blodfria. — Lefvern är mindre än vanligt. Ductus hepaticus grenar i lefvern äro egenomligt och högradigt utvidgade, så att de vid uppklippning kunna följas nästan ända ut mot leverkapseln. Gallgångarna innehålla galla af gulbrunt utseende; inga konkrement. Leverparenchymet är något löst och teckningen på grund af grönfärgningen otydlig.

**Fall 54.** Hustru A. L., 58 år. Intagen  $\frac{30}{6}$  1915 å *Serafimerlasarettets* kirurg. klinik I (n:r 546); cholecystostomi  $\frac{2}{7}$ ; död  $\frac{26}{7}$ .

*Cholelithiasis + cholangitis purulent.*

*Anamnes.* I stort sedt har pat. tidigare varit frisk. Sedan flera år har hon dock emellanåt vid fuktig väderlek eller ansträngande arbete känt svår värk i ryggen och uppåt högra skuldran, så att hon ibland måst hålla sig stilla. Hennes nuvarande sjukdom började för 1 månad sen. Hon fick då värk och känsla af svår spänning i maggropen mest efter måltiderna samt kväljningar; aptiten försvann och hon har afmagrat. Äfven har hon märkt, att urinen blifvit så småningom mer och mer mörk. Vid läkareundersökning d.  $\frac{21}{6}$  konstaterades ikterus, hvilken hon ej själf förut bemärkt. — *Status*  $\frac{1}{7}$  1915. Normal kroppskonstitution och godt hull. Afebril. Nedsatta krafter. Allmänna hudfärgen är gulbrun med måttligt starkt ikteriska conjunctivae. Hjärta, lungor 0. Hängbuk. Under h. refbensranden palperas en till navvelplanet nående knytnäfstor rundad något ömmande tumör. Buken är f. ö. mjuk och ööm. Urinen är ganska starkt mörkfärgad af gallfärgämnen; + alb.; i sedimentet gallfärgämnen. Faeces akoliska.

*Cholecystostomi*  $\frac{2}{7}$ . Gallblåsan starkt utspänd med förtjockad vägg. Incision af densamma med uttömning af en riklig mängd missfärgad (af sönderdeladt blod), ej varig hydropsvätska jämte 2 mer än spansknötstora stenar. Gallblåsväggen tyckes på djupet knöligt förtjockad och likaså hilus kring d. hepaticus (uppfattas som otvifvelaktig cancer). Nelaton insys i blåsan. Buksutur. — *Förlopp.* Temp. var de första 2 dagarne mellan 37°,9 och 38°,7, holl sig sedan jämt under 37°,8 och pulsfrekvensen från 3:dje dagen kring 80—88. De första dagarne normalt förlopp med laxering d.  $\frac{6}{7}$  och ingen blödning. Den  $\frac{6}{7}$  sparsam blödning i såret; d.  $\frac{9}{7}$  fortfarande ringa blödning i såret; d. 10 blödning i kompresserna; d. 18 ganska svår blödning med frambuktning af operationsområdet och temp.-stegring till 38°,4. — D.  $\frac{22}{7}$ . Temp. i går afton 39°,2, i dag 39° och 38°,5. Spänningar och värk i buken i går; ömhet öfver h. fossa iliaca; buken mjuk. Pat:s ikterus har sista

tiden tilltagit. — D.  $^{24}/_7$ . Temp. de 2 sista dagarne åter nere mellan  $37^{\circ},4$  och  $38^{\circ},3$ . Då dränröret glidit ut, göres i dag en liten revision af operationssåret, hvarvid på djupet innanför såröppningen påträffas en stor håla fylld af dels flytande dels koaguleradt blod; uttorkning och dränage — D.  $^{26}/_7$ . Sista 2 dygnen mycket nedsatt och kraftlös; haft spänningar i buken, som är mjuk men obetydligt öm i h. sida. Svår blödning ur munnen. Mors kl. 1 i dag.

*Obduktion.* Allmänna hudfärgen är starkt saffransgul. Blodlefvrar i båda sårn i operations-  
ärret. Ingen peritonit. I bäckenet 25 k. cm. blodfärgad vätska. Adhärenserna kring gallblåsan  
äro genomdränkta af blod och blodkoagel. I gallblåsan nästan rent blod. Retroperitonealt finner  
man en mycket utbredd blödning, hufvudsakligen i v. nedre bladet af mesenteriet; h. njuren är in-  
bäddad uti ett  $1\frac{1}{2}$  cm. tjockt lager af blod, som fortsätter nedåt lilla bäckenet. I ductus hepaticus  
ett varigt innehåll (cholangitis purulenta). Pericholangitis chron. fibrosa(?). Den ruttna levern  
är starkt ikterisk. Hjärtat är stort och slapt.

**Fall 55.** Arbetare R. V., 65 år. Intagen  $^{3}/_7$  1915 å Umeå lasarett (nr 1034); cholecystojejunostomi  $^{5}/_7$ ; död  $^{9}/_7$ .

*Pancreatitis interstitial. chron. (pancreascirrhos).*

*Anamnes.* Sedan 3 mån. småningom börjande, ihållande ikterus med svår klåda. F. ö. inga  
smärtor; mått bra efter maten; inga kräkningar. Lurfärgade faeces. Betydlig afmagring. — *Status*  
 $^{4}/_7$  1915. Mager, kakektisk man med intensiv universel ikterus. Å huden talrika »kratzeffekter». Haemoglobin (Tallquist) = 80 %. Hjärta, lungor 0. Urin 0 alb., 0 socker. Lefvern når 1 tvärhand  
nedom bröstkorgsranden i h. mamillarlinjen och till naveln i medellinjen. Kännes hård och fast.  
På gallblåsans plats palperas en rundad, gåsäggstor, oöm tumör.

*Cholecystojejunostomi*  $^{5}/_7$ . Snitt öfver tumören parallellt med h. bröstkorgsranden. Gallblåsan  
är höggradigt utspänd och lefvern mycket förstörad. Punktion af gallblåsan ger 400 k. cm. tjock  
svartgrön galla. Uti gallgångarne kan sten ej palperas. Pankreas kännes tjock och hård, särskildt  
dess caputdel hård och knölig (sannolikt cancer). En fingertoppstor förbindelse anlägges mellan  
gallblåsan och jejunum 20 å 30 cm. nedom flex. duodenojejunalis. Buken slutes. — *Förlopp.*  
Dagen efter oper. var temp. öfver  $39^{\circ}$ ; buken mjuk och allmäntillståndet ej oroande. Följande  
dag tillståndet sämre med dålig puls; gasafgång och spontan afföring. Den 8 var buken fortfa-  
rande oöm, men mera spänd; dålig väderafgång; såret öppnades och inspekterades, företedde  
intet abnormt. Allmäntillståndet försämrades med kollapspulsl och mors inträdde kl. 2,30 f. m.  
d.  $^{9}/_7$ . Ingen synbar förminskning af ikterus efter operationen.

*Obduktion.* Uti bukhålan (mest i dess öfre del men äfven ned i lilla bäckenet) 2 å 3 liter  
svartbrun, rätt tjock, något blodblandad vätska (som utgöres tydligen i hufvudsak af förändradt  
blod). Tarmar utspända med glatt glänsande serosa. Gallblåsan är fylld och utspänd af blodlefrar,  
som utfylla äfven gallvägarne; hepaticus och choledochus äro höggradigt dilaterade; choledochus  
befinnes 2 cm. ofvan papilla Vateri helt förträngd af pankreasväfnad. Tarminnehållet är ofvanför  
den en fingertopp genomsläppande anastomosen, som ej läckte, akoliskt, nedanför ända ned i colon  
mer eller mindre brun- till svartfärgadt; ingenstädes i tarmen rena blodkoagler. Pankreas kännes  
hårdare än normalt och visar på snitt normala körtelfält och mellan dem tjocka gråa stråk.  
Lefvern betydligt förstörad. I lungspetsarne gamla läkta tbc-härdar. Alla organ höggradigt ikteriska.  
Mikroskopisk undersökning af pankreas (laborator VESTBERG): »Kronisk interstitiell pancreatit (pan-  
creascirrhos); någon cancerös infiltration synes ej förekomma».

**Fall 56.** Byggmästare H. L., 51 år. Intagen  $^{7}/_8$  1915 å Sofiahemmet i Stockholm; Cholecystoduodenostomi  $^{9}/_8$ ; död  $^{14}/_8$ .

*Cancer papillae Vateri.*

*Anamnes.* I mars 1914 hade pat. ett anfall med ganska starka smärtor i h. öfre delen af  
buken och kräkningar, som snart gick öfver efter morfin. Kände sig sedan under våren nedsatt  
och behandlades vid badort under sommaren. I början af mars 1915 blef nrinen mörkfärgad,

ikterisk och pat. fick klåda öfver hela kroppen, utan att huden företedde någon gulfärgning. Matlusten aftog och pat. började afmagra. D.  $\frac{8}{4}$  fick han häftiga plågor i gallblåstrakten med gallfärgade kräkningar. Efter detta anfall började hudfärgen blifva ikterisk och lefvern förstord; alltjämt svår klåda. Undergick under våren dietetisk behandling hemma och sedan vid badort; afmagraade härunder till slutet af juni 12 kgr. Hade under denna tid jämt ikterus, dock af något växlande intensitet; äfven klådan växlade något olika veckor. — *Status 4—6 augusti 1915.* Afmagrad individ. Intensiv ikterus med stark klåda. Urinen starkt ikterisk, 0 alb., 0 socker. Ventrikelundersökning anger intet abnormt. Pat. ömmar något i gallblåstrakten, där på djupet en resistens palperas. Faeces akoliska; Weber neg.

*Duodenotomia explorativa + cholecystoduodenostomi.* (Dr. HÜBBINETTE)  $\frac{9}{8}$ . Gallblåsan förstord och choledochus mer än fingertjock. Vid papilla Vateri palperas en hasselnötstor knöl af ej bestämbar art och choledochus låter sig ej sondera. Duodenotomi göres; resistensen visar sig nu utgöras af en tumör i själfva papillen, som fullständigt tilltäppt dess lumen [senare mikroskopisk undersökning af en profexciderad bit visade adenocarcinom]; en del hårda körtlar palperas längs choledochus. Duodenumgluggen slutes. En cholecystoduodenostomi anlägges. Dränagerör i choledochus; tamponad; f. ö. buksutur. — *Förlopp.* Från såret utgick sedan en ostillbar blödning, nppenbarligen förorsakad af det cholämiska tillståndet, hvilken fortsatte trots behandling med både koagulen och gelatinalösning så väl lokalt som subkutan; på 5te dagen inträdde mors.

**Fall 57.** Hustru O. L., 54 år. Intagen  $\frac{3}{8}$  1915 å Malmö sjukhus (n:r 3470); laparotomia explorativa  $\frac{10}{8}$ ; död  $\frac{16}{8}$ .

*Cancer vesic. fell. + infiltrat. canceros. ductum cystic. et choledoch.*

*Anamnes.* III-para. I allmänhet tidigare haft god mage. Vårdad år 1911 några dagar å sjukhuset för en akut gastroenterit. Började för 5 veckor sedan känna sig nedsatt med värk och kolikplågor — ej i anfall — rundt om i buken samt besväras af obstipation. Efter 2 veckor kräkningar och diarrhé under en dag. Blef senare gul öfver hela kroppen. Har sedan legat till sängs, magrat af, utan några svårare smärtor och enligt uppgift med gulsoten något växlande. — *Status  $\frac{3}{8}$  1915.* Allmäntillstånd ej påverkad. Temp.  $37^{\circ},7$  å  $37^{\circ},8$ . Kraftig allmän ikterns. Hjärta, lungor 0. Pulsfrekvens 70—80. Lefverdämpning något förstord. Djupt på gallblåsans plats palperas en på djupet fixerad, ojämn, hård diffus resistens. Urin 0 alb., 0 socker, + gallfärgämne.

*Laparotomia explorativa  $\frac{10}{8}$ .* Snitt i medellinjen. Litet smörgul vätska fritt i buken. Gallblåsan starkt utspänd; å dess hals några smärre knottor, å choledochus vägg en förhårdnad; pankreas betydligt hård, knölig. Buken slöts. — *Förlopp.* D.  $\frac{15}{8}$ . Temp. högst  $38^{\circ},2$  efter oper.; pulsfrekvensen har växlat mellan 80 och 100. Allmäntillståndet är godt. — D.  $\frac{16}{8}$ . Temp.  $37^{\circ},7$  och  $38^{\circ}$ ; pulsfrekvens 80 och 100. Pat. är i dag blekare än förut och pulsen sämre; från buken 0. Mors kl. 12 på natten.

*Obduktion.* Stark ikterus. Här och hvar små hudblödningar. Främre bukväggen visar på ett drygt knytnävstort område rundt om operationssåret en betydlig infiltration med mörkrödt blod; blödnigen når genom hela bukväggen och visar sig på några ställen hafva söndertrasat peritoneum parietale. I omedelbart samband med denna söndertrasning anträffas en mörkröd och fuktig kruormassa av ung. en mogen placentas yta och 2 cm:s tjocklek, vägande 650 gr., hvilken täcker hela öfre yttre delen af h. leverlob och sträcker sig nedåt colon ascendens. I lilla bäckenet anträffas därjämte 500 k. cm. flytande mörkt blod och några smärre koagler. Peritoneum f. ö. utan anmärkning. Choledochus och hepaticus communis något trängre än normalt med förtjockning af väggen (cancer-infiltrationer); hepaticus dext. och sin. och deras grenar däremot vidgade; innehållet gråbrun grumlig galla. Gallblåsan är fylld af mörkröda koagler blandade med gråa väfnadsslamor och varigt slem och visar märgig förtjockning af slemhinnan (adenocarcinoma); därjämte 2 stenar. Lefvern är mycket slapp och starkt ikteriskt färgad. Pankreas har tydlig normal teckning men är af synnerligen hård konsistens. Njurarne synnerligen slappa med starkt svällande, citrongul bark. Hjärta vidgadt och slappt med förvällt myokardium.



**Fall 58.** Fröken E. S., 33 år. Intagen  $\frac{1}{9}$  1915 å *Sabbatsbergs* kirurg. afd. II (n:r 971); cholecystectomi + choledochotomi  $\frac{3}{9}$ ; gastrostomi  $\frac{8}{9}$ ; död  $\frac{16}{9}$ .  
*Cholelithiasis + litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* Tidigare alltid frisk. För ung. 7 år sedan ett anfall af svåra smärtor i h. delen af epigastriet, utstrålände åt ryggen, utan ikterus med sängläge under ett par dagar. Sedan dess alldeles frisk, tills hon i midten af juli i år ånyo insjuknade i intensiva koliksmärtor lokaliserade till sidorna och epigastriet utstrålände i ryggen; ett par kräkningar på natten; följande morgon ingen feber; efter ett par dagar inträdde småningom ikterus; värken försvann och efterträdades af tryckömhet. Under efterföljande vecka upprepade kolikanfall, hvarefter en tids lugn inträdde och ikterus försvann. I början af augusti åter 2 anfall; ikterus återkom, blef starkare och har sedan något växlat i intensitet. Hon har legat till sängs hela augusti med dålig aptit och svår klåda. — *Status*  $\frac{2}{9}$ . Temp. afebril. Inga smärtor. Stark ikterns. Hjärta och lungor utan anmärkning. Lefverdämpningen är något förstörd med nedre lefverranden palpabel. Ingen abnorm resistens. Urin starkt ikterisk, 0 alb. Faeces äro ej akoliska, hålla dock talrika fettsyrekristaller.

*Cholecystectomi + choledochotomi*  $\frac{3}{9}$ . Den måttligt fyllda gallblåsan innehöll några halfartstora kantiga konkrement jämte grus; liknande små pigmentkalkstenar i d. cysticus. I d. choledochus fanns uti papilla Vateri en knappt ärtstor rundad sten samt hopbakadt grus, som förträngde mynningen, så att först efter åtskilliga försök sond n:r 24 kunde genomföras; i d. choledochus och hepaticus f. ö. blott fint grus. Choledochusincisionen syddes åter primärt. Riklig cholämisk blödning under oper., som stannade för noggrann suturering. Bukhålan slöts. — *Förlopp.* Temp. höll sig efter oper. mellan  $36^{\circ},8$  och  $37^{\circ},8$  och pulsfrekvensen mellan 70 och 98. Ingen blödning genom hudsåret i förbandet. Pat. hade ständiga kväljningar och kräkningar, så att hon kräkte upp allting. Med anledning häraf gjordes *gastrostomi* (enligt Witzel)  $\frac{8}{9}$ , hvarvid samtidigt 3 liter koksaltlösning ingjutes i bukhålan. — Ingen anmärkningsvärd blödning vid ingreppet. — Efter denna oper. förbättrades pats tillstånd betydligt; temp. höll sig mellan  $37^{\circ},2$  och  $38^{\circ},4$ , pulsfrekvensen mellan 70 och 100. Natten till d.  $\frac{14}{9}$  fick hon emellertid en blodkräkning; faeces voro då svarta. Fram på dagen började rent blod rinna ur magfisteln och denna blödning fortsatte sedan oafbrutet ända tills mors inträdde d.  $\frac{16}{9}$  kl. 3 e. m.

## Dödsfall af cholämisk blödning utan föregående operation.

**Fall 59.** Fru E. G., 44 år. Intagen  $\frac{12}{11}$  1915 å *Serafimerlasarettets* medic. klinik I (n:r 872); död  $\frac{16}{11}$ .

*Cholelithiasis + litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* H. para. Tidigare alltid varit frisk. Den 1 okt. i år fick pat. tämligen plötsligt en känsla af illamående och kväljningar samt diarrhé med mycket tunna afföringar, som fortsatte ung. 1 vecka. Omkr. d. 8 okt. började hon blifva gul öfver hela kroppen och urinen att blifva mörk; ikterus tilltog och hon fick en intensiv klåda. I midten af okt. var afföringen lerafärgad med gnlaktig anstrykning. Legat till sängs de 2 sista veckorna med dålig sömn och dålig aptit, svår klåda och alls icke förbättrats. — *Status*  $\frac{14}{11}$ . Nedsatt allmäntillstånd. Pat. klagar öfver hufvudvärk och tilltagande smärtor i buken. Temp. inkomstaften  $38^{\circ},2$ ; i går  $39^{\circ}$  och  $39^{\circ},4$ ; i dag  $39^{\circ},6$ ,  $39^{\circ},8$ . Pulsfrekvens 80 å 90. Stark ikterus; å huden utbredda ytliga sårnader och sårskorpor (rifeffekter). Å bål och extremiteter här och hvar underhndsblödningar från 10 öres till flathandstora. Hjärta och lungor utan väsentlig anmärkning. Buken obetydligt uppdrifven. Lefverdämpningen går ett par cm. nedom bröstkorgsranden. Ingen abnorm resistens. I dag tryckömhet öfver bukens sidopartier och h. hypochondriet. Urinen är porterbrun, innehåller alb. och visar starkt pos. Hammarsten; sedimentet visar talrika röda blodkroppar. Faeces äro mörka, nästan svarta med Weber starkt pos. — D.  $\frac{16}{11}$ . Temp. i dag  $38^{\circ},6$  och  $38^{\circ},8$ ; pulsfrekvens 92. Mycket svår hufvud-



värk och starka buksmärtor i epigastriet. Buken är mycket spänd och diffust trycköm, särskilt i båda sidorna och i epigastriet. Pat. förefaller något somnulent. Alltflera underhudsblödningar tyckas framträda. — D.  $16/11$  död kl. 5,30 f. m.

*Obduktion.* Starkt gul, nästan saffransgul hudfärg. Talrika hudblödningar öfver större delen af kroppen från knappålshufvudstora till flathandstora. Tunntarmspaketet är täckt af en stor skiflik utbredd blodlever, som kan trubbigt frånlossas tarmar och oment; blodkakan ökar i tjocklek och massa mot höger och bildar här såväl i bäckenet som subfreniska rummet mäktiga blod- och fibrinlefvor af några hundra k. cm:s volum; f. ö. 4 å 500 k. cm. mörkt flytande blod i bukhålan. I mesenteriet smärre punktformiga blödningar och hela den retroperitonéala väfnaden bakom radix mesenterii diffust imbibierad med blod. Gallblåsan är skrumpen och innehåller ett 40-tal stenar. I choledochus vid papilla Vateri finnes en sten, gången är vidgad och innehåller mörkt flytande blod. Choledochusväggen är på ett 10-öres stort område knottrig och fast (skirr?) Lefvern visar gallstas och vidgade gallgångar. I duodenum svart tjärlik grötformad massa. Båda njurbäckenena äro fyllda af mörkt blod.

## Ikterus-fall, hvilkas blodkoagulation undersökts.

### Fallen 60—69.

**Fall 60.** Handlande N. N., 62 år. Intagen å *Lunds* kirurg. klinik (n:r 2355)  $18/11$  1915; choledochoduodenostomi + cholecystostomi  $7/12$ ; hem fbd  $2/3$  1916.

*Cancer pancreatis* (?) + *psycosis levis*.

*Anamnes.* Sommaren 1914 började pat. ibland få »spänningar» i magen och kräkningar. Under hösten förlorade han aptiten, afmagrade och hade fortfarande af och till kräkningar. Dessa symptom hafva sedan kvarstått tills för några månader sedan, då han blef bättre. I början af sommaren i år hade han under 3 veckor måttlig ikterus med mörk urin och gråaktig afföring; inga smärtanfall. Sedan midten af oktober är pat. åter gul; ikterus har sedan dess hållit sig med mörk urin och gråaktig afföring. Intogs på *Lunds* med. klinik, fick där  $16/11$  plötsliga smärtor i h. sida af buken. Öfverflyttas till kir. kliniken  $18/11$ .

*Status*  $25/11$  1915. Mager individ; kroppsvikt 56 kg. Temp. mellan  $37^{\circ}$  och  $37^{\circ},9$ . Pulsfrekvens 55 å 60. Han klagar öfver trötthet och köldkänsla. Uttalad ikterus å hud och scleræ. Hjärta och lungor utan väsentliga anmärkningar. Urin brunfärgad, 0 alb, 0 socker, + Hammarsten. Faeces akoliska. Levern är förstorad och når 2 å 3 tvärfinger nedom reffbensranden; f. ö. intet abnormt vid undersökning af buken.

*Choledochoduodenostomi + cholecystostomi*  $7/12$  (prof. Borelius). Gallblåsan är utspänd; d. choledochus kännas utvidgad och utspänd. Punktion af gallblåsan gifver grumlig, grådaskig hydropsliknande vätska, 0 sten; vid incision af d. choledochus liknande vätska, 0 sten. Nedåt choledochus kännas egendomliga hårdnader, 0 sten; gången låter sig ej sonderas. Duodenotomi; i duodenum införes ett 10 cm. långt gummirör, hvars andra ända införes i choledochus; kring röret slutes tarmincisionen och choledochusincisionen och tarmen föres upp och fixeras vid choledochus (choledochoduodenostomi kring rör). Tamponad. Rör i gallblåsan. Buksutur.

*Förlopp.* Temp. d. 8 och 9 mellan  $38^{\circ}$  och  $39^{\circ}$ , från d. 11 under  $37^{\circ},7$ . Ett par dagar efter oper. blödning ur såret, som fortsatte och var rätt riklig d. 11 och d. 14, då förbandet blef genomblödt. Efter d. 10 började urinen ljusna och afföringen få färg. Suturerna togos d.  $14/12$ ; tamponaden och röret i gallblåsan den  $16/12$  utan blödning. D.  $16/12$  var ikterus något minskad men urinen fortfarande starkt gallfärgad. Den  $17/12$  konstaterades tunntarmfistel: tarminnehåll kom jämte galla i såret; pat. var rätt slö och dålig. Han låg sedan med tarmfistel, lindrig temp.-stegring, ibland slö och nedkommen flera veckor och afmagrade (kroppsvikt  $7/2$ : 48 kg.); ville ibland ej äta och tedde sig lindrigt psykotisk. Förbättrades sedan småningom, fick börja vara uppe  $28/1$  1916; under januari

och därefter hade nrin och faeces normalt utseende. Långsam konvalescens sedan med småningom förbättring af krafter och hull (kroppsvikt  $\frac{1}{3}$  50 kg.). Kunde själf gå och reda sig på egen hand vid hemresan  $\frac{2}{3}$ .

**Fall 61.** Polisuppsyningsman J. B., 70 år. Intagen å *Lunds* kirurg. klin. (n:r 248)  $\frac{18}{1}$  1916; cholecystojejunostomi  $\frac{25}{1}$ . Död  $\frac{27}{1}$ .

*Cancer ductus choledochi.*

*Anamnes.* I stort sedt tidigare haft god hälsa. I slutet af november 1915 började pat. känna sig trött, få dålig aptit och sura uppstötningar. I december började huden blifva gul och inställde sig småningom klåda öfver hela kroppen; inga smärtor i buken. Af läkare den 10 dec. föreskrifven diet och medicin medförde ingen förbättring. Inga frysningar, ej feber, inga spontana blödningar sen sjukdomens början. Afmagrad 8 å 10 kg. under de sista 6 veckorna.

*Status*  $\frac{20}{1}$  1916. Kraftigt byggd man. Afebril. Hjärta, lungor 0. Pulsfrekvens kring 60. Huden öfver hela kroppen starkt ikteriskt färgad. Urinen + gallfärgämnen. Faeces af nära nog normalt utseende. Leverdämpningen är förstörd uppåt och nedåt; nedre leverranden palperas 2 tvärfinger under refbensranden. Gallblåsan palperas som en rundad mandarinstor oöm resistens. Buken f. ö. mjuk och oöm.

*Cholecystojejunostomi + enteroanastomos*  $\frac{26}{1}$  (prof. Borelius). Gallblåsan starkt utspänd af svartgrön galla. Å platsen för papilla Vateri palperas en hård tumörliknande resistens. Cholecystojejunostomi med enteroanastomos anlägges. Buksutur.

*Förlopp.* Operationsdagen var tillståndet ej oroande. Temp. var d.  $\frac{26}{1}$  38° 1 och 38° 3 och pulsfrekvensen 60 å 70. Buken är något uppdrifven men mjuk; ikterus är något ökad. Pat. kastade natten mellan den  $\frac{26}{1}$  och  $\frac{26}{1}$  ett par hundra k. c. m. urin, sedan ingen; när kateter på aftonen den  $\frac{26}{1}$  infördes i blåsan kom ej en droppe urin. Under  $\frac{26}{1}$  tilltagande försämring och mors på natten kl. 2 den  $\frac{27}{1}$ .

*Obduktion.* Stark ikterus. Helt ringa blodutådring i buksåret; ingen blödning i bukhålan. Ingen peritonit. De gjorda anastomoserna te sig oklanderliga, läcka ej. Ung. 2 cm. ofvanför pap. Vateri finner man en 1-öresstor infiltration i choledochus-väggen (mikroskopisk undersökning: adenocarcinoma); gallvägarna ofvanför denna äro vidgade och innehålla mörk blodblandad galla. I gallblåsan mörka cruormassor och uti jejunumslyngan, som står i förbindelse med gallblåsan, en ringa blodtillblandning. Blodmängden i gallblåsa, gallgångar samt tarm torde på sin höjd kunna uppskattas till 50 å 60 kem. Digestionskanal f. ö. utan anmärkning. Levern är normalstor, starkt grönaktigt färgad med tämligen tydlig teckning. Hjärtat är synnerligen slappt och dess muskulatur visar på snittet ett torrt grumligt nästan förvällt utseende. Lungor utan väsentliga anmärkningar. Njurarne äro normalstora, påfallande slappa. De svälla starkt å snittytan; otydlig teckning, dock ser man i labyrintherna opaka korn och stråk. Kapseln lossar lätt; njurytan är något finvägig.

**Fall 62.** Skorstensfejare V. R., 57 år. Intagen å *Lunds* med. klinik (n:r 376)  $\frac{22}{3}$  1916; öfverflyttad till kirurg. kliniken (n:r 811)  $\frac{3}{4}$ . Död  $\frac{4}{4}$ .

*Cancer flex. sigmoid + metastas. hepatis.*

*Anamnes.* Tidigare frisk. I början af februari i år började pat. stundtals och utan samband med maten känna värk i högra delen af epigastriet. Den  $\frac{20}{2}$  blef han rätt akut samre: kände mera värk och obehag i buken, kände sig matt och nedsatt och fick gå till sängs; samma e. m. blef han tydligt ikterisk. Har sedan legat hemma med tilltagande ikterus under läkarebehandling 5 veckor; urinen har varit mycket mörk och afföringen gråhvit. Sista veckan oedem i fötterna.

*Status*  $\frac{28}{3}$  1916. Pat. är betydligt afmagrad. Stark ikterus. Oedem i nedre extremiteterna och scrotum. Hjärtadämpningen förstörd; rena hjärttoner; urin mörk, 0 alb., 0 socker. Buken är meteoristiskt uppdrifven; inga tecken på ascites. Nedre leverranden perkuterats och palperas 3 tvärfinger under refbensranden. Weber neg. Från rectum palperas intet abnormt. — D.  $\frac{31}{8}$  We-

ber har varit pos. vid 2 undersökningar. Temp. mellan 37 och 38°; pulsfrekvensen 100 à 110. — D.  $\frac{3}{4}$ . Buken har sista dagarna visat betydligt tilltagande meteorism; ett par kräkningar i går och i dag. Ingen synlig peristaltik. Med laxering och lavemang obetydlig afföring. Temp. 37° $\frac{6}{10}$  à 37° $\frac{7}{10}$  pulsfrekvens 110 à 120. Under sannolikhetsdiagnos ilens öfverflyttas pat. i dag till kirurg. kliniken. — D.  $\frac{4}{4}$ . I går kväll kom vid tarmsköljning en riklig mängd flytande blod, som starkt färgade vattnet (sköljningen afbröts); samma effekt af tarmsköljningen i natt. Legat sedan öfverflyttningen dålig och nedkommen, med betydlig meteorism och någon enstaka kräkning, subjektivt förvånande litet påverkad; just inga smärtor. På e. m. andningsbesvär, rask försämring och mors kl. 3,15 e. m.

*Obduktion.* Starkt gul hudfärg. Oedem i båda underbenen. I bukhålan 1 liter klar gul vätska. Peritoneum glatt och glänsande. Tunntarmarne äro hopfallna, däremot är hela colon mansarmtjock, af mörkröd färg. I flex. sigmoid. en ulcererande circulär cancer, som på 4 cm:s längd strikturerar dess lumen till ett lillfingers vidd. Ofvanför tumören står colon fylld med temligen tunt, mörkt blodfärgadt innehåll ända upp till valvula ileocoecalis; colons slemhinna är starkt blodimbiberad men visar inga blödningar. Icke heller i tunntarmens slemhinna blödningar. Metastaser i de retroperitoneala körtlarne. Gallblåsan liten; den visar liksom d. choledochus och hepaticus inga förändringar. D. hepaticus båda hufvudgrenar visa sig strax ofvan delningen fullständigt obturerade af mjuka märjiga tumörmassor. Vid snitt genom levern finner man i dess centrum en nästan barnhufvudstor märjig svulstmassa och flera äggstora metastaser. Från organen f. ö. inga förändringar af väsentligt intresse.

**Fall 63.** Landtbrukare N. M., 60 år. Intagen å *Lunds* med. klinik. (n:r 393)  
 $\frac{28}{3}$  1916; utskrifven ofbd  $\frac{20}{5}$ .

*Lues (?) hepatitis.*

*Anamnes.* Pat. har 7 friska barn. Hustrun lever frisk: ingen abort. Pat. har själf tidigare varit i stort sedt frisk: vårdad för 8 år sen å kir. kliniken för prostatahypertrofi och skrotalabscess. Började i midten af december 1915 få magbesvär: spänningar och rapningar efter maten; började känna sig trött och matt; kunde dock sköta sitt arbete tills i mars. Försämrats under mars månad. Märkte den 20 mars begynnande ikterus och att urinen var mörk. Sedan tilltagande ikterus, klåda, gråaktiga faeces. Krafterna försämrades, så att han fick intaga sängen. Uppgifver sig hafva magrat sen sjukdomens början 20 kg.

*Status*  $\frac{28}{3}$  1916. Allmäntillstånd tämligen godt. Kroppsvikt 70 kg. Afebril. Pulsfrekvens 70 à 86. Allmän ikterus, svår klåda. Från lungor och hjärta intet väsentligt att anmärka. Urin porterbrunfärgad, 0 alb., 0 socker. Levern palperas förstörd, nående till navelplanet; leverytan kännes jämn och mjuk, har ingen skarp kant. Buken är f. ö. ej utspänd. — Per rectum kännes prostata något förstörd och småknölig. — Den  $\frac{29}{3}$ . Wassermann är positiv. Weber neg. — D.  $\frac{14}{4}$ . Efter Hg-behandling under 10 dagar är Wassermann negativ. — D.  $\frac{5}{4}$ . Röntgenundersökning af ventrikeln anger väsentligen normala förhållanden. — Den  $\frac{12}{4}$ . Levern har under sjukhusvistelsen påtagligen minskat, är i dag ej påvisbart förstörd. — D.  $\frac{18}{4}$  Wassermann neg. Weber neg. vid flera undersökningar. — D.  $\frac{23}{4}$ . Kroppsvikt 67 kgr; pat. är rätt mager. Ganska stark ikterus å hud och sclerae. Fortfarande klåda, som är synnerligen svår särskildt om nätterna. Buk mjuk och oöm. Levern är ej palpabel och har ej förstörd dämpning. Urinen är fortfarande porterfärgad, ej starkt dock. — D.  $\frac{15}{5}$ . Börjar vistas uppe. Kroppsvikt 64,5 kg. Den starka gula färgen å hud och sclerae har småningom minskat; dock ännu betydlig ikterus. Urinen ljusare, faeces mörkare och klådan minskas. Hemreser  $\frac{20}{5}$ .

**Fall 64.** Ynglingen E. O. B., 17 år. Intagen å *Lunds* kir. klinik (n:r 914)  
 $\frac{15}{4}$  1916; utskrifven fbd  $\frac{28}{4}$ .

*Icterus catarrhalis (?)*

*Anamnes.* Frånsedt öfvergående ventrikelsbesvär vid 10 års ålder har han varit frisk till jultiden 1915. Började då få huvudvärk och sämre aptit. I början af februari försämring med



värre hufvudvärk och kvaljningar. D.  $12\frac{1}{2}$  iakttog han gulsot, som tilltog; fick sedan svår klåda; låg till sängs 1 månad. Vårdades å lasarett från  $10\frac{1}{3}$  under 3 veckor; hade ikterus och svår klåda. Inga smärtanfall eller större bukobehag. Urinen har jämt varit mörk och afföringen trög.

*Status*  $19\frac{1}{4}$  1916. Godt allmäntillstånd. Afebril. Hjärta och lungor 0. Stark ikterus öfver hela kroppen; numera ingen klåda. Inga smärtor. Aptit rätt god. Urin + gallfärgämnen. Afföring gråaktig. Leverdämpningen något förstörd. Buken mjuk och oöm, företer f. ö. intet abnormt. — D.  $28\frac{1}{4}$ . Under lasarettsvistelsen har ikterus bleknat af påtagligt; urinen är nu af normal färg och faeces mörkfärgade. Mår bra och har god aptit. Hemreser.

**Fall 65.** Fru E. H., 67 år. Intagen å *Lunds* kirurg. klinik (n:r 1113)  $10\frac{1}{5}$  1916; cholecystenterostomi + enteroanastomos  $19\frac{1}{5}$ ; utskrifven fbd  $3\frac{1}{6}$ .

*Cancer pancreatis.*

*Anamnes.* XII-para. Alltid tidigare varit frisk och haft god hälsa. På hösten i fjor började hon känna sig trött och nedsatt, ej tåla all slags mat och få obehag i maggropen; i slutet af november dessutom kräkningar. Förbättrades något under läkarebehandling. Tidvis haft diarrhéer; sedan februari afmagrat betydligt. I slutet af april började hon blifva ikterisk; ikterus tilltog, urinen var mörkfärgad och afföringarna lerrfärgade.

*Status*  $16\frac{1}{5}$  1916. Någorlunda godt allmäntillstånd och hull. Afebril; pulsfrekvens kring 80; temligen stark ikterus. Hjärta, lungor 0. Urin 0 alb., 0 socker, + Hammarsten. Faeces akoliska. Leverytan är palpabel, jemn och glatt, på 2 tvärfingers bredd under h. reffensraden. På gallblåsans plats kännes en hönsäggstor, jämnt rundad oöm tumör. Buken f. ö. mjuk och oöm.

*Cholecystenterostomi + enteroanastomos*  $19\frac{1}{5}$  (prof. Borelius). Ringa mängd ascites; stor utspänd gallblåsa. På pankreas plats kännes en flathandstor infiltrerande tumörkaka. Vid punktion af gallblåsan koncentrerad tjärliknande galla. Förbindelse anlägges mellan gallblåsan och öfversta jejunumslyngan, hvarefter enteroanastomos anlägges. Buksntur.

*Förloppet* gick 1:sta veckan reaktionsfritt med temp. högst  $37^{\circ}8$  och pulsfrekvens högst 100. Hade före och efter första laxeringen (d.  $21\frac{1}{5}$ ) två mörkt blodiga afföringar; allmäntillståndet var godt; d.  $23\frac{1}{5}$  och sedan normalt färgade afföringar. Läktes p. pr. och från operationsfältet var intet att anmärka. Den  $25\frac{1}{5}$  hade redan den ikteriska hudfärgen börjat betydligt blekna. Hemreste läkt den  $3\frac{1}{6}$ .

**Fall 66.** Fru E. N.; 60 år. Intagen å *Hörby* lasarett  $16\frac{1}{6}$  1916 (n:r 269); Död  $20\frac{1}{7}$ .

*Cancer ventriculi c. metastas. hepatis.*

*Anamnes.* Pat. har tidigare varit frisk. Omkring d. 1 maj i år började hon förlora aptiten och blifva gul. Gulsoten tilltog; efter 1—2 veckor tillkom hudklåda, som sedan kvarstått. Urinen har varit mörk och afföringarna lerrfärgade. Inkommen på Hörby lasarett  $14\frac{1}{6}$ .

*Status*  $1\frac{1}{7}$  1916. Pat. är betydligt afmagrad och rätt nedkommen (afmagringen och försämringen har jämt fortskridit sedan inkomsten å lasarettet). Stark mörkt brungul ikterus öfver hela kroppen. Klåda; »Kratz»effekter å huden. Inga blödnings i huden. Inga synliga slemhinneblödnings. Mycket dålig aptit. Kräkningar somliga dagar. Temp. mest normal, går enstaka gånger upp till  $38^{\circ}5$ . Urinen är starkt gallfärgad. Afföringar akoliska. Under högra reffensranden kännes en flathandstor fast resistens (cancer förmodligen i levern). —  $11\frac{1}{7}$ . Pat. är än mera attackad och kraftlös. Dåsar mycket och är rätt slö. Inga synliga spontana blödnings. —  $20\frac{1}{7}$ . Legat mycket dålig sista veckan med kräkningar ibland alldeles nedkommen. Inga synliga blödnings. Ikterus oförändrad. Mors i dag.

*Obduktion.* En stor pylorus-cancer. Levern är af mer än fördubblad storlek, genomsatt af cancermetastaser, som äro intill äggstora. Inga blödnings i buken eller tarmar.



**Fall 67.** Änka, J. S., 58 år. Intagen å *Lunds* kirurg. klinik (n:r 1909)  $\frac{4}{9}$  1916; utskrifven ofbd  $\frac{17}{9}$ .

*Cancer metastas. (?) hepatis.*

*Anamnes.* II-para. Tidigare frisk. Under sista vintern fick pat. vid flera tillfällen anfall af plötsliga smärtor i epigastriet och sen hela buken som voro förenade med temperaturstegring, räckte  $\frac{1}{2}$  å 1 timme och upphörde med kräkning; kände sig åter frisk inom ett dygn. En af de första dagarna i juli började hon känna sig trött och dålig, förlora aptiten. Efter en veckas sängläge märktes en begynnande ikterus och mörkfärgning af urinen; senare märkt att afföringarna varit ljusa. Har sedan jämt känt sig matt och nedsatt, haft ofta temp. kring  $38^{\circ}$ , legat med ikterus utan att alls förbättras. Inkommen  $\frac{4}{9}$ .

*Status*  $\frac{8}{9}$  1916. Ordinärt håll. Stark ikterus. Allmänt nedsatt med dålig aptit. Temp. mellan  $38^{\circ}$  och  $39^{\circ}$ ; pulsfrekvensen 80 å 90. Hjärta, lungor 0. Nedre levergränsen når i parasternallinjen till nära och i mammillarlinjen till navelplanet. Inom området för leverdämpningen kännes en fast resistens, på ytan ojämn nästan knottrig. Buken är f. ö. mjuk och oöm. Urinen är mörk; Hammarsten pos. Faeces lerafärgade. Weber pos. Wassermann neg. D.  $\frac{17}{9}$ . Pat:s tillstånd under sjukhusvistelsen oförändradt; ikterus ej minskad. Hemreser ofbd.

**Fall 68.** Landtbrukare A. L., 56 år. Intagen å *Lunds* kirurg. klinik (n:r 2122)  $\frac{29}{9}$  1916. Cholecystenterostomi + enteroanastomos  $\frac{9}{10}$ ; utskrifven fbd  $\frac{27}{10}$ .

*Cancer (?) pancreatis.*

*Anamnes.* Tidigare frisk. För ung. 6 veckor sedan sjuknade pat. rätt plötsligt med illamående, kvalningar och diarrhé; aptiten försvann. Efter en veckas tid ikterus, som starkt tilltog och sedan hållit sig oförändrad med porterbrun urin och lerafärgade afföringar. Inga smärtor. Har afmognat 20 kg på 6 å 7 veckor. Svår klåda.

*Status*  $\frac{1}{10}$  1916. Hullet någorlunda. Tydligt uttalad ikterus. Öfverallt å kroppen »Kratzeffekten». Normal kroppstemp.; pulsfrekvens 60 å 68. Ventrikelundersökning: 0 abnormt. Levern palperas ett par tvärfinger under reftbensranden; ytan kännes jemn. Buken f. ö. mjuk och oöm. Urinen mörkbrun; afföringar lerafärgade.

*Colecystenterostomi + enteroanastomos*  $\frac{9}{10}$  (prof. Borelius). Gallblåsan är stor och utspänd. Sten kännes ej. Pankreas palperas ojemn och småknölig. Förbindelse mellan gallblåsan och en jejunumslynga 40 cm. nedom duodenum anlägges; herefter enteroanastomos. Buksutur.

*Förloppet* gick tämligen reaktionsfritt: temp. höll sig kring  $38^{\circ}$  under de första 4 å 5 dygnen, gick sedan småningom ned till normal. Såret läktes p. pr., men sprack efter suturernas borttagande på 7:de dagen delvis upp ytligt på grund af ett subkutant hämatom, som påfallande länge höll sig fuktigt och utan att f. ö. vålla någon som helst oro fördröjde läkningen. Förloppet tedde sig f. ö. i allo tillfredsställande: klådan försvunnen redan 2 dygn efter oper. och ikterus var nästan borta efter 8 å 10 dagar; aptiten ökade snabbt och pat. kände sig kry. Han började vara uppe  $\frac{21}{10}$  och hemreste  $\frac{27}{10}$ .

**Fall 69.** Landtbrukare J. P., 57 år. Intagen å *Lunds* kirurg. klinik (n:r 2489)  $\frac{15}{11}$  1916; choledochotomi + cholecystostomi  $\frac{21}{11}$ ; kvarliggert i midten af december.

*Litiasis ductus choledochi.*

*Anamnes.* För 10 år sedan fick pat. efter en förkylning smärtor i njurtrakten och hade samtidigt under några veckor alb. För 6 år sedan ett anfall med häftigt påkommande smärtor i epigastriet, som gick öfver på  $\frac{1}{2}$  dygn efter morfin. I maj 1915 njurstensanfall med afgång af sten i urinen.

Sedan frisk till början af oktober i år, då han en natt fick svåra smärtor af gallstenstyp, som gingo öfver efter morfin. Två dagar senare konstaterade läkare gulsot. Då han ej förbättrades hemma (ikterus kvarstod med mycket mörk urin, ljusa afföringar och klåda tillkom), inkom han å med. kliniken <sup>8/11</sup>. Han har där behandlats med Naunyns kur, legat med stark ikterus, som kvarstätt oförändrad, urin, som ibland varit ljusare ibland mörkare, ständigt akoliska faeces och rätt besvärande klåda; temp. har varit mest normal men enstaka kvällar varit 37,6. Buken har varit mjuk och oöm; inga tecken till leverförstoring. Då pat. d. <sup>15/11</sup> fick smärtor i epigastriet och tryckömhet öfver gallblåsan, öfverflyttas han till kirurgiska kliniken.

*Status* <sup>16/11</sup> 1916. Godt allmäntillstånd och normalt hull. Stark ikterus. Mörk urin; grå afföring. Inga smärtor; klåda. Leverdämpningen 1 tvärfinger under reffbensranden.

*Choledochotomi + cholecystostomi* <sup>21/11</sup> (prof. Borelius). Liten skrumpen gallblåsa. 0 sten palpabel i den; i d. hepaticus (choledochus?) kännas en förskjutbar sten. Gallgången incideras och den spansknötstora stenen utskaffas. D. choledochus sonderas nedåt rätt långt, ej säkert dock om ned i tarmen (d. choledochus ligger djupt och ytterst svårtillgänglig). Rör i gallgången och rör i gallblåsan. Tamponad. Buksutur.

*Förloppet* gick med betydlig reaktion: temp. öfver 39° de tre första dagarna och sedan under en veckas tid mellan 38° och 38,6; pulsfrekvensen kring 90; pat. var första tiden starkt påverkad och nedsatt. Ingen blödning utåt och inga tecken på inre blödning. Gallflöde genom ledningarna och sen äfven i förbandet. Efter 1½ vecka var nrinen ljus och ikterus minskad, men ännu afsevärd. Långsam konvalescens sedan med temp. under 38° först efter 2 à 3 vecker. Är ännu ikterisk men tydligt på bättringsvägen i midten af december.

## Hundar å hvilka d. choledochus underbundits.

*Hund 1.* Medelstor hund. — *Laparotomi* <sup>22/4</sup> 1916: ligatur anlägges å d. choledochus; buken slutes. — Hunden var efter operationen starkt påverkad, förtärde just intet, hade kräkningar och tacklade raskt af. Dog <sup>26/4</sup>. — *Sektionen* visade infektion i buksåret och peritonit i öfre delen af buken. D. choledochus var underbunden; gallblåsan och de stora gallgångarne voro utspända. Levern var ikterisk med gallgångarne spändt fyllda af galla. Mikroskopisk undersökning af levern (Dr FEX) visar uti stora delar af parenchymet fullständig nekros af levercellerna (kornighet, ingen kärnfärgning); här och hvar ser man smärre öar med bättre färgbara celler men äfven dessa med tydligt kornig protoplasma.

*Hund 2.* Mindre hund. — *Laparotomi* <sup>29/4</sup> 1916: ligatur anlägges å d. choledochus; buken slutes. — Hunden var hela tiden efter operationen dålig, åt föga, låg mest stilla i buren däsigg och slö. Hudsåret läktes p. pr. Efter fortsatt ständig aftackling mors <sup>16/5</sup>. — *Sektionen* visar äggstor abscess i buksåret samt en nära knytnäfsstor begränsad abscess mellan levern och ventrikeln. Gallblåsan och gallgångar äro högradigt utspända. Tarmiuehållet är akoliskt. Levern är af normal storlek, ikterisk med dilaterade gallgångar. Mikroskopisk undersökning (Dr FEX) af leverbitar visar blott gallstas och f. ö. inga väsentliga patologiska förändringar.

*Hund 3.* Medelstor hund. — *Laparotomi* <sup>15/5</sup> 1916: d. choledochus afskäres mellan två ligaturer; buken slutes. — Hunden var starkt påverkad jämt efter operationen, drack endast vatten under de första 5 dygnen och åt sedan blott obetydligt; hade kräkningar ibland och afmagrade. Efter 6 dygn voro sclerae tydligt ikteriska. Läktes p. pr. Blef allt sämre och däsigare; dog <sup>25/5</sup>. — *Sektion.* I bukhålan ½ liter lätt blodblandad, starkt gallfärgad vätska med utseende af utspädd galla. Tecken på färsk, helt lindrig peritonit i trakten kring gallblåsan. Gallblåsans främre vägg är tunn och söndertrasad utan några tydliga inflammatoriska förändringar med utseende som om den varit platsen för en malaciprocess (gallblåsruptur?). Gallgångarne äro betydligt dilaterade, men nästan tomma. Tunntarmsinnehåll akoliskt. Ingenstädes blödningsar. Levern är

ej förstora, rödbrun; i ränderna på leverloberna finner man flerstädes skarpt begränsade, till fullt nötstora, ibland kilformiga nekrotiska partier, ofta omgifna af en hämorrhagisk zon; leverparenchymet är f. ö. grumligt och mört. Mikroskopisk undersökning (Dr FEX) visar gallstas och rikligt med gallpigment uti och mellan levercellerna; vidare finner man talrika rätt stora nekroser överallt i leverväfnaden, ej blott uti de makroskopiskt förändrade partierna; däremellan ser man bibehållen leverväfnad, man visa levercellerna här en stark grumling.

*Hund 4.* Medelstor hund. — *Laparotomi* <sup>20</sup>/<sub>4</sub> 1916: ligatur anlägges å d. choledochus; buken slutes. — Hunden var under första tiden efter operationen ej synnerligen påverkad ntan åt någorlunda och tycktes må rätt bra. Läktes p. pr. Afmagra de småningom afsevärdt under maj men var f. ö. rätt pigg. I slutet af maj antecknad: starkt gula sclerae; akoliska faeces. Under juni allt sämre aptit, tilltagande afmagring — på slutet mycket höggradig — och kraftförfall; dog <sup>1</sup>/<sub>7</sub>. — *Sektion* (Dr JEPSSON). Framträdande gulfärgning af subkutana fettet och organen. I bukhålan intet anmärkningsvärdt. Gallblåsan liksom de stora gallgångarne äro högst betydligt utspända af galla. I ventrikeln en svartbrun välling med inströdda brunröda flockor. Tarmar något hopfallna med normal vägg; i tunntarmarne ett vällingliknande svartbrunt innehåll, som befinnes gifva pos. Weber. F. ö. iakttagas ingenstädes i organ eller muskulatur några blödningar. Levern är normalstor med jämn yta; på snittytan, som är gallfärgad, markera sig gallgångarne som stora vida lumina, ur hvilka tunn grön galla i riklig mängd framväller; f. ö. intet anmärkningsvärdt å snittytan. Mikroskopisk undersökning (Dr FEX) visar vidgade gallgångar, rikligt med gallpigment både i levercellerna och de Kupferska stjerncellerna; tydlig kornighet i levercellerna; inga nekroser och inga inflammatoriska förändringar.

*Hund 5.* Medelstor hund. — *Laparotomi* <sup>14</sup>/<sub>10</sub> 1916: genomklippning af d. choledochus mellan två ligaturer; buken slutes. — Under de första 4 å 5 dagarne ville djuret ej äta, hade kräkningar och såg rätt påverkad ut; började sedan äta, förbättrades och var rätt pigg. Läktes p. pr. Efter 10 dagar tydligt uttalad ikterisk färg å sclerae. Under slutet af oktober och början af november tedde sig hunden någorlunda pigg och kry, men afmagra de afsevärdt. Under senare delen af november och än mer december inträdde däremot dålig aptit, kräkningar ibland samt rask och höggradig afmagring. Då djuret är ytterst afmagrat och kraftlöst, dödas det <sup>9</sup>/<sub>12</sub>. — *Sektion*. Höggradig gulfärgning af subkutana fettet och alla organ. I bukhålan ingen vätska, inga sammanväxningar. Gallblåsan är utspänd till full hönsäggstorlek och d. choledochus ofvan ligaturen till dufäggjtjocklek. Tarm innehåll akoliskt. Ingenstädes några blödningar att iakttaga. Levern är ung. normalstor, till färgen mörkbrun; vid insnitt utrinne ur de betydligt vidgade gallgångarne rikligt med tjock nästan svart galla; teckningen är fullt tydlig; inga synliga nekroser. Mikroskopisk undersökning (Dr FEX) visar stark gallstas, rikligt med gallpigment i levercellerna samt dessa måttligt korniga; vidare finner man här och hvar ringa rundcellsinfiltration i den portala bindväfen; inga nekroser.

*Hund 6.* Stor hund. — *Laparotomi* <sup>13</sup>/<sub>6</sub> 1916: d. choledochus genomklippes mellan två ligaturer; buken slutes. — Hunden var föga påverkad efter ingreppet. D. <sup>20</sup>/<sub>11</sub> iakttogs begynnande gulfärgning af sclerae och d. <sup>21</sup>/<sub>6</sub> voro faeces helt akoliska. Läkning p. pr. Under oktober afmagra de hunden rätt afsevärdt, var mer stillsam än förut, men åt rätt bra och tycktes befinna sig någorlunda väl. Under november och första halfvan af december har han tidvis haft nedsatt aptit, sett rätt dålig ut och afmagrat, dessemellan ätit bra och varit rätt kry. I midten af december är han rätt mager — dock ej höggradigt afmagrat — men i f. ö. temligen god kondition. Ständigt hafva sclerae varit höggradigt ikteriska och faeces akoliska.

*Hund 7.* Medelstor hund. — *Laparotomi* <sup>14</sup>/<sub>10</sub> 1916: d. choledochus öfverskäres mellan två ligaturer; buken slutes. — Aborterade <sup>18</sup>/<sub>10</sub>, f. ö. gick förloppet oklanderligt och hunden tedde sig ej mycket påverkad. Läktes p. pr. D. <sup>22</sup>/<sub>10</sub> voro sclerae tydligt ikteriska. Under november och första halfvan af december har djuret jämt afmagrat och småningom blifvit mera stillsamt och dåligt, men i allmänhet ätit rätt bra och ej sett dålig ut.



## Kungl. Fysiografiska Sällskapets i Lund sammanträden under arbetsåret 1915—1916.

1915, d. 13 oktober:

Herr CHARLIER refererade en avhandling av e. o. amanuensen A. Westerlund: »Ljusretning och fotelektriskt svar i deras kvantitativa samband». (Tryckt i Sällskapets Handlingar Bd 27 Nr 2.)

Herr WALLENGREN höll föredrag och redogjorde för de under sommaren företagna undersökningarna i Öresund med Sällskapets motorbåt »Sven Nilsson».

Herr FÜRST höll föredrag: »Om deformation av kranier».

1915, d. 3 november.

Herr NÖRLUND höll föredrag: »Om komplexa tals användning i funktions-teorien».

Herr NÖRLUND refererade en avhandling av fil. dr A. Arwin: »Über das Auflösen der Kongruenzen von dem dritten und vierten Grade nach einem Primzahl-modulus». (Tryckt i Sällskapets Handlingar Bd 27 Nr 3.)

Herr RYDBERG höll föredrag: »Om atomviktsregelmässigheten».

Herr NILSSON-EHLE refererade sin avhandling: »Untersuchungen über spelzähnliche Verlustmutationen bei Weizen».

1915, d. 2 december. Sällskapets årshögtid.

Sekreteraren, herr FÜRST, avgav berättelse om Sällskapets verksamhet under det förflutna året.

Ordföranden, herr ESSEN-MÖLLER, höll föredrag: »Ignaz Philipp Semmelweis. Ett femtioårsminne».

1915, d. 8 december.

Herr MURBECK refererade sin avhandling: »Über die Organisation, Biologie und verwandtschaftlichen Beziehungen der Neuradoideen». (Tryckt i Sällskapets Handlingar Bd 27 Nr 6.)

Herr RAMBERG höll föredrag: »Om manganhaltigt ledningsvatten».

Herr BORELIUS höll föredrag: »Tre fall av primär malign tumör två gånger hos samma individ».

Herr NILSSON-EHLE refererade en av docent O. Gertz författad avhandling:



»Anthocyan som mikrokemiskt reagens». (Tryckt under titeln »Anthocyan als mikrochemisches Reagenz» i Sällskapets Handlingar Bd 27 Nr 5.)

1916, d. 9 februari.

Herr BROMAN höll föredrag: »Om en hittills obekant infraseptal näskörtel hos gnagarna».

Herr BROMAN höll föredrag: »Flädermössens parotis — en överläppskörtel».

Herr BROMAN höll föredrag: »Om salamanderlarvers förmåga att ändra färg efter underlagets färg».

Herr WALLENGREN refererade en avhandling av e. o. amanuensen A. Westerland: »Om bernstensyrans vitala oxidation. Ett bidrag till kännedomen om en fysiologisk företeelses kemiska kinetik». (Tryckt i Sällskapets Handlingar Bd 27 Nr 7.)

Herr WALLENGREN höll föredrag: »Om massinvasion av bergfinkar i Skåne i år».

Herr WALLENGREN höll föredrag: »Om ett i Borgeby nära Lödde å funnet egendomligt redskap av kronhjortstagg och kota».

Herr FÜRST redogjorde för en av amanuenserna Brandberg och Gahrton utarbetad metod att framställa absolut alkohol för laboratoriebruk.

1916, d. 8 mars.

Herr RYDBERG höll föredrag: »Om approximativa formler för atomviktstalen».

Herr EKMAN demonstrerade en apparat för sammanläggning av s. k. vektorer.

Herr NILSSON-EHLE refererade sin avhandling: »Om sädessorters olika motståndskraft mot havreålen (*Heterodera Schachtii*) samt den teoretiska och praktiska betydelsen därav».

1916, d. 12 april.

Herr CHARLIER höll föredrag: »Om vintergatans byggnad».

Herr BROMAN höll föredrag: »Om Chievitz' organ och dess betydelse».

Herr THUNBERG demonstrerade två biologiska metoder för bernstensyrans påvisande.

Herr WALLENGREN refererade en avhandling av herr Anders Eliason: »Biologisk-faunistiska undersökningar i Öresund III: Två för vår fauna nya polycheter». (Tryckt under titeln »Biologisch faunistische Untersuchungen aus dem Öresund. III. Zwei für unsere Fauna neue Polychæten, Sphærodorum Philippi FAUVEL und Apistobanchus Tullbergi THÉEL» i Sällskapets Handlingar Bd 27 Nr 10.)

1916, d. 17 maj.

Herr WEIBULL höll föredrag: »Undersökning av tångarterna i Öresund».

Herr LOVÉN refererade en avhandling av fil. lic. Hj. Johansson: »Några enkla, alifatiska  $\beta$ -laktoner». (Tryckt i Sällskapets Handlingar Bd 27 Nr 8.)

Herr RAMBERG refererade en avhandling av fil. lic. Einar Friman: »Untersuchungen über die Hochfrequenzspektren (*I-Reihe*) der Elemente». (Tryckt i Sällskapets Handlingar Bd 27 Nr 9.)

Herr RAMBERG refererade en avhandling av fil. lic. Nils Åkesson: »Über die Geschwindigkeitsverluste bei den langsamen Kathodenstrahlen und über deren selektive Absorption». (Tryckt i Sällskapets Handlingar Bd 27 Nr 11.)

Herr GERTZ refererade sin avhandling: »Untersuchungen über septierte Thyllen nebst anderen Beiträgen zu einer Monographie der Thyllenfrage». (Tryckt i Sällskapets Handlingar Bd 27 Nr 12.)

Herr NILSSON-EHLE refererade en avhandling av docent John Frödin: »Studier över skogsgränserna i norra delen av Lule Lappmark». (Tryckt i Sällskapets Handlingar Bd 28 Nr 2.)

Herr PETRÉN refererade en avhandling av med. d:r Victor Berglund: »Studier öfver tuberkulos i lungorna hos barn i åldern 5—13 år, särskildt med hänsyn till svenska förhållanden». (Tryckt i Sällskapets Handlingar Bd 27 Nr 13.)

Herrar BORELIUS och BANG refererade en avhandling av docent Gustaf Petré: »Studier öfver de postoperativa cholämiska blödningarna och öfver blodkoagulationen vid ikterus». (Tryckt i Sällskapets Handlingar Bd 27 Nr 14.)

Herr WEIBULL refererade en avhandling av docenten Assar Hadding: »Iakttagelser över melafyrerna i Tolångatrakten». (Tryckt i Sällskapets Handlingar Bd 28 Nr 1.)

---

Under Fysiografiska Sällskapets arbetsår 1915—1916 hava funktionerat såsom:

*Ordförande* professor ELIS ESSEN-MÖLLER.

*Sekreterare* professor CARL M. FÜRST.

*Skuttmästare* observator FOLKE ENGSTRÖM och

*Redaktör för Sällskapets Handlingar* professor HANS WALLENGREN.

---



Skåne, af *E. Olin*. Om kroppars lösning och därmed närmast förvandta företeelser, af *A. V. Bäcklund*. Die Chininbehandlung der Malaria-krankheiten und ihre Methodik, von *S. Ribbing*. Bidrag till Pteranthæruas morfologi, af *S. Murbeck*. Bidrag till kännedomen om ceratopygeregonen, med särskild hänsyn till dess utveckling i Fogelsångstrakten, af *J. Chr. Moberg* och *C. O. Segerberg*. Om några Ginkgoväxter från kolgrufvorna vid Stabbarp i Skåne, af *A. Nathorst*. Ett manganhaltigt vatten och en brunnstensbildning vid Björnstorp i Skåne, af *M. Weibull*. Tal vid Kongl. Fysiografiska Sällskapets i Lund minnesfest den 3 december 1906 öfver dess stiftare Anders Jahan Retzius, af *C. M. Fürst*. Kilian Stobæns d. ä. och hans brevväxling, af *C. M. Fürst*. Om Dirichlets problem vid värmeledningsekvationer, af *C. W. Oseen*. Die wintergrüne Flora, von *B. Lidforss*. Die Vesicarin-Gruppe der Gattung Rumex, von *S. Murbeck*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1905—06. — **Bd 18**. Om trypanosoma-sjukdomarna, en orienterande öfersikt, af *S. Ribbing*. Typhus-Statistik aus dem Provinzial-krankenhaus zu Lund von den Jahren 1887—1906, von *S. Ribbing*. Studier öfver Nissans hydrografi, af *A. Hennig*. Lösningars magnetiska och optiska karakterer, af *A. V. Bäcklund*. Observations on the genus Rastrites and some allied species of Monograptus, by *S. L. Törnquist*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1906—07. — **Bd 19**. Ueber kinoplasmatische Verbindungsfäden zwischen Zellkern und Chromatophoren, von *B. Lidforss*. Om några fööreningar mellan etyltioglykolsyra och knopssalter, af *L. Ramberg*. Weitere Beiträge zur Kenntnis der Psychroklonie, von *B. Lidforss*. Ueber die Bewegung der Bahnebenen der Satelliten in unserem Planetensystem, von *C. V. L. Charlier*. Untersuchungen von elektrischen Schwingungen dritter Art in einem Lichtbogen, von *M. Siegbahn*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1907—08. — **Bd 20**. Om Fyledalens gotlandinm, af *J. Chr. Moberg* och *K. A. Grönwall*. Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen, von *H. Nilsson-Ehle*. Studier öfver Dictyograpthuskiffern och dess gränslager med särskild hänsyn till i Skåne förekommande bildningar, af *A. H. Westergård*. Beiträge zur Kenntnis der paläarktischen Ephemeriden, von *S. Bengtsson*. Die Unterschenkel- und Fussmuskulatur der Tetrapoden und ihr Verhalten zu der entsprechenden Arm- und Handmuskulatur, von *L. Ribbing*. Undersökning av tenn-silverlegeringarnas elektriska egenskaper. Termoelektrisk kraft och ledningsmotståndets temperaturkoefficient, af *E. Björnsson*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1908—09. — **Bd 21**. Bidrag till mag- och dnodenalsårets kirurgi, af *G. Petré*. Index to N. P. Angelin's Palæontologia Scandinavica, with notes, by *A. H. Westergård*. Morphologisch-systematische Bemerkungen über Ergasilus Sieboldii Nordm., von *T. Freidenfelt*. Zur Kenntnis der parasitischen Schnecken, von *N. Rosén*. Arvid Henrik Flormans brev till Anders Retzius, af *C. M. Fürst*. Der Musculus Protractor Hyoidei (Geniohyoideus anct.) und der Senkungsmechanismus des Unterkiefers bei den Knochenfischen, von *O. Holmqvist*. Beitrag zur Frage: Welches Keimblatt bildet das Skelett der Wirbeltiere? von *N. Rosén*. Kleinere Muskelstudien. I—II, von *L. Ribbing*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1909—10. — **Bd 22**. Några variationsformler inom integralekvationernas teori, af *Henrik Block*. Magnetische Feldmessung, von *Manne Siegbahn*. Extension de la méthode de Laplace aux équations

$$\sum_{i=0}^{n-1} A_{ii}(x, y) \frac{\partial^{i+1} z}{\partial x \partial y^i} + \sum_{i=0}^n A_{oi}(x, y) \frac{\partial^i z}{\partial y^i} = 0, \text{ par } \textit{Louise Petré}.$$

Die Lagrange'sche Gleichung im Bahnbestimmungsproblem, von *C. V. L. Charlier*. Contributions to the Fauna of the Bahamas. I—III, by *Nils Rosén*. Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen, von *H. Nilsson-Ehle*. Studien in der von den NN. Trigemini und Facialis innervierten Muskulatur der Knochenfische. I—II, von *Otto Holmqvist*. Eine neue Methode zur Zuckerbestimmung, von *Ivar Bang*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1910—11. — **Bd 23**. Temperatur- und Gasgehaltsuntersuchungen im See Ören, von *T. Freidenfelt*. Studies in Stellar Statistics. I. Constitution of the Milky Way. First Memoir, by *C. V. L. Charlier*. Kleinere Muskelstudien. III, von *L. Ribbing* und *K. Hermansson*. Studies in Stellar Statistics. II. The Motion of the Stars, by *C. V. L. Charlier*. Kemisk undersökning av Malmö stads vattenfattning vid Torrerberga, av *Ludvig Ramberg*. Quelques mesures anthropologiques, prises sur 54 jeunes Islandais, par *L. Ribbing*. Einige Anwendungen diskontinuierlicher Integrale auf Fragen der Differenzenrechnung, von *T. Brodén*. Kleinere Muskelstudien. IV, von *L. Ribbing*. Beobachtungen über den Einfluss der Pflanzendecke auf die Bodentemperatur, von *John Frödin*. Kleinere Muskelstudien. V, von *L. Ribbing*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1911—12. — **Bd 24**. Bidrag till kännedomen om uppkomsten af cystanjurar, af *J. Forssman*. Den flegmonösa enteriten i dnodenum och början av jejunum, av *Einar Sjövall* och *Gunnar Frising*. Om de anormala njurkärlets betydelse för uppkomst och utveckling af hydronefros, af *J. Borelius*. Trepanerade svenska kranier från äldre tid, af *Carl M. Fürst*. Undersökningar öfver antioxidabla substanser och antioxidabla system af fysiologiskt intresse, av *T. Thunberg*. Studier öfver obtitrerande lungemboli som postoperativ dödsorsak, af *Gustaf Petré*. Studien öfver einige Wirkungen der Saponine, von *E. Overton*. Über die Ergebnisse der internen Behandlung von Ulcus ventriculi (sive duodeni) mit Stauungsinsuffizienz, von *K. Petré*, *K. Lewenhagen*, *I. Thorling*. Ein Verfahren zur Mikrobestimmung von Blntbestandteilen, von *Ivar Bang*. Bidrag till kännedomen om den förtidiga placentravlösningens patologi, av *Elis Essen-Möller*. Några iakttagelser af lokala flyktiga ödem, af *Kj. O. af Klercker*. Über die Entwicklung der orbitalen Drüsen bei Pygocelis papua, von *Fritz Ask*. Fall av dermoidcysta i orbita, av *G. Ahlström*. Über die Entstehung des Septum pericardiac-peritoneale, des Ligamentum falciforme hepatis und der Lebersegmentierung bei den Gymnophionen, von *Ivar Broman*. Undre dicellograptusskiffern i Skåne jämte några därmed ekvivalenta bildningar, af *Assar Hudding*. Physiologisch-biologische Studien über die Atmung bei den Arthropoden. I, von *Hans Wallengren*. Biologisch-faunistische Untersuchungen aus dem Öresund. I, von *Wilhelm Björck*. Untersuchungen über das System der Grundstoffe, von *J. R. Rydberg*. A survey of the Phytogeography of the Arctic American Archipelago, by *Herman G. Simmons*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1912—13. — **Bd 25**. The Distribution of the Stars to the Eleventh Magnitude, by *Hans Henie*. De båda isomera formerna av platoetyltioglykolat och deras derivat, av *Ludvig Ramberg*. Variationen der Nn. mandibularis trigemini und mandibularis externus facialis bei Gadus callarias sowie ihre wahrscheinliche Bedeutung, von *Otto Holmqvist*. Physiologisch-biologische Studien über die Atmung bei den Arthropoden. II, von *Hans Wallengren*. Zur Kenntnis der Spinndrüsen der Araneina, von *Björn Johansson*. Spaltöffnungsstudien bei schwedischen Sumpfpflanzen, von *H. Nilsson-Ehle*. Über die Zwischen-sehnen oder Myocommata in dem Musculus protractor hyoidei der Knochenfische, von *Otto Holmqvist*. Physiologisch-biologische Studien über die Atmung bei den Arthropoden. III, von *Hans Wallengren*. Om stamkröknings orienterande inflytande på anläggningen af birötter. Studier öfver morphaesthesia, af *Otto Gertz*. The Motion and Distribution of the Snn-spots, by *A. O. Åkesson*. Studier öfver ansiktsprofilens förhållande till kranieprofilen, af *Victor Berglund*. Beiträge zur Kenntnis der Linien-spektren, von *Emil Paulson*. Physiologisch-biologische Studien über die Atmung bei den Arthropoden. IV, von *Elsa Kreuger*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1913—14. — **Bd 26**. Om svenska silnreirpider, af *Joh. Chr. Moberg*. Klorhydrineruas alkaliska sönderdelning, av *L. Smith*. Über die Baumechanik bei Änderungen im Zahlenverhältnis der Blüte, av *St. Murbeck*. Der mittlere Dicellograptus-Schiefer anf Bornholm, av *Assar Hudding*. Undersökning av gränspotentialer, av *Gudmund Borelius*. Skånes Colonusskiffer, av *J. E. Hede*. Biologisk-fannistiska undersökningar av Öresund. II. Crustacea, Malacostraca och Pantopoda, av *Wilhelm Björck*. Zur Morphologie und Systematik der Gattung Alchemilla, von *St. Murbeck*. The general characteristics of the frequency function of stellar movements as derived from the proper motions of the stars, by *Sven Wicksell*. Stellar velocity distribution as derived from observations in the line of sight, by *Walter Gyllenberg*. Physiologisch-biologische Studien über die Atmung bei den Arthropoden. V. Die Zusammensetzung der Luft der grossen Tracheenstämme bei den Aeschnalarven, von *Hans Wallengren*. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1914—1915.



# Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 12.

## K. Fysiografiska Sällskapets Handlingar. N. F. Bd 27.

Pris kr. 32:00.

### Innehåll:

1. HERIBERT-NILSSON, N., Die Spaltungserscheinungen der *Oenothera Lamarckiana*. (Pris 5:00.)
  2. WESTERLUND, A., Ljusretning och fotelektriskt svar i deras kvantitativa samband. (Pris 2:00.)
  3. ARWIN, A., Über das Auflösen der Kongruenzen von dem dritten und vierten Grade nach einem Primzahlmodulus. (Pris 2:00.)
  4. ÅKERMAN, ÅKE, Studier över trädlika protoplasmabildningar i växtcellerna. (Pris 3:50.)
  5. GERTZ, OTTO, Anthocyan als mikrochemisches Reagenz. (Pris 3:00.)
  6. MURBECK, SV., Über die Organisation, Biologie und verwandtschaftlichen Beziehungen der Neuradoideen. (Pris 3:00.)
  7. WESTERLUND, A., Om bärnstensyrans vitala oxidation. (Pris 1:00.)
  8. JOHANSSON, HJALMAR, Några enkla, alifatiska  $\beta$ -laktoner. (Pris 2:50.)
  9. FRIMAN, EINAR, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektra (*L*-Reihe) der Elemente. (Pris 3:00.)
  10. ELIASON, AND., Biologisch-faunistische Untersuchungen aus dem Öresund. III. (Pris 1:00.)
  11. ÅKESSON, NILS, Über die Geschwindigkeitsverluste bei den langsamen Kathodenstrahlen und über deren selektive Absorption. (Pris 2:50.)
  12. GERTZ, OTTO, Untersuchungen über septierte Thyllen. (Pris 2:50.)
  13. BERGLUND, VICTOR, Studier öfver tuberkulos i lungorna hos barn i åldern 5—13 år. (Pris 8:00.)
  14. PETRÉN, GUSTAF, Studier öfver de postoperativa cholämiska blödningarna och öfver blodkoagulationen vid ikterus. (Pris 6:00.)
- 
15. Fysiografiska Sällskapets sammanträden 1915—1916.

De närmast föregående bandens innehåll: se omslagets 2 och 3 sida.

Varje avhandling säljes särskilt.

I bokhandeln finnes att tillgå: Innehållsförteckning, systematisk öfversikt och författareregister till Lunds Universitets Årsskrift, Tom. 1—40. Utarbetade af *P. Sjöbeck*. Lund, C. W. K. Gleerup, 1906. Pris 1 krona.

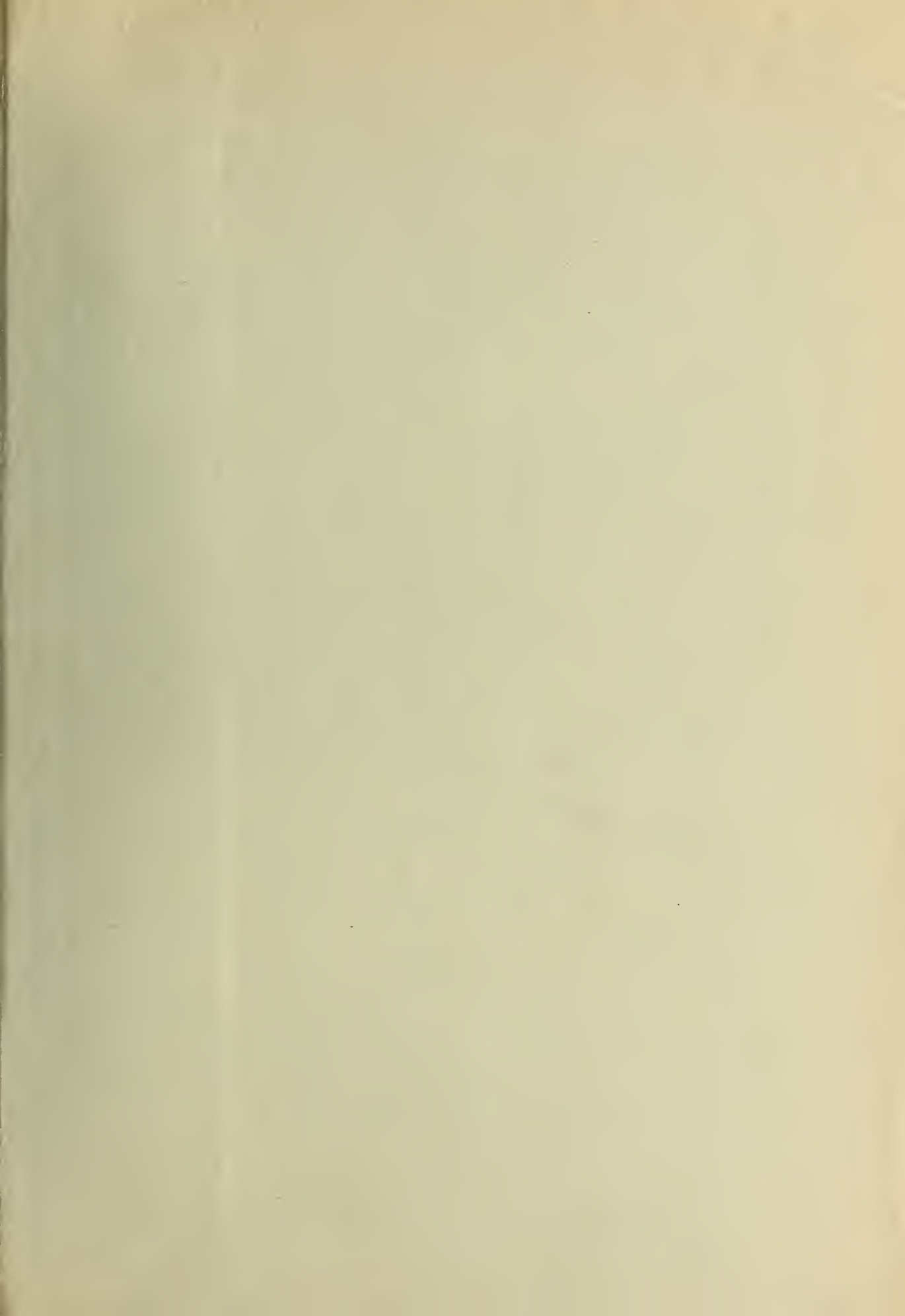












SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01357 4553