

The D. H. Hill Library



North Carolina State University

QK47
P86

NORTH CAROLINA STATE UNIVERSITY LIBRARIES



S00694679

THIS BOOK IS DUE ON THE DATE
INDICATED BELOW AND IS SUB-
JECT TO AN OVERDUE FINE AS
POSTED AT THE CIRCULATION
DESK.

Du Tr 8383

AUG 18 1993

LEHRBUCH
DER
B O T A N I K
FÜR

MITTLERE UND HÖHERE LEHRANSTALTEN

VON

Dr. K. PRANTL

PROFESSOR UND DIREKTOR DES BOTANISCHEN GARTENS
IN BRESLAU.

BEARBEITET UNTER ZUGRUNDELEGUNG DES LEHRBUCHES DER BOTANIK VON JEL. SACHS.

MIT 326 FIGUREN IN HOLZSCHNITT.

ACHTE, VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE.



LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1891.

Das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen ist vorbehalten.

Vorwort zur ersten Auflage.

Der Gedanke, ein Lehrbuch der Botanik für Mittelschulen zu bearbeiten, welches die wichtigsten Ergebnisse ungefähr in dem Sinne, wie es in dem Lehrbuche von Sachs geschehen ist, darböte, ist von dem Herrn Verleger ausgegangen. Indem ich mich dieser Aufgabe um so lieber unterzog, als mir dabei der Rat und die Beihilfe des Herrn Prof. Sachs nicht fehlte, konnte ich mir nicht verhehlen, dass ein etwaiger bloßer Anszug aus dem Werke Sachs' den Anforderungen eines Schulbuches kaum entsprechen würde, dass es vielmehr nötig werden dürfte, wenigstens in einzelnen Partien wesentliche Änderungen vorzunehmen. Im folgenden will ich kurz angeben, inwieweit dies geschehen ist.

Vor allem schien es gerade für diesen Zweck wünschenswert, die Physiologie mit der Anatomie und Morphologie in nähere Verbindung zu bringen. Konnte in diesem Teile, den wir als die allgemeine Botanik zusammenzufassen pflegen, eine engere Anlehnung an das Lehrbuch von Sachs stattfinden, so schien es dagegen geraten, in der speziellen Botanik umfassende Änderungen vorzunehmen, da die Kenntnis der einzelnen Pflanzenformen gerade für den Schüler eine Hauptsache ist, während diese dagegen im genannten Lehrbuch bereits vorausgesetzt wird. Dieser Behandlung entsprechend, war mir hier auch mehr Gelegenheit geboten, nach Inhalt und Darstellung selbständiger vorzugehen.

Im System der Phanerogamen bin ich zwar vorzugsweise den im Sachs'schen Lehrbuche gegebenen Andeutungen gefolgt, glaubte jedoch die dort am Schlusse aufgeführten zweifelhaften Familien der Dikotyledonen unter die anderen, wenn auch bisweilen etwas gewaltsam, einreihen zu müssen, da viele derselben durch ihre zahlreiche Vertretung und Anwendung sicher nur ungern in einer zusammenhängenden Aufzählung der wichtigsten Pflanzen vermisst würden.

Indem ich die Gamopetalen an den Schluss der Dikotylen stellte und die Perigynen unter die Tetraeyclieae mit einbezog, versuchte ich das System in etwas nähere Übereinstimmung mit den anderen vielfach benutzten Systemen (Decandolle, Endlicher) zu bringen und dadurch dem Anfänger, der ja nebenbei noch Floren benutzen muss, die Orientierung zu erleichtern.

Da die Charakteristik der Ordnungen und Familien der Phanerogamen wesentlich auf dem Blütenbau beruht, so schien es, zumal im Interesse der gebotenen Kürze, zweckmäßig, die Blüten-Formeln nach der von Sachs eingeschlagenen Methode zu erweiterter Geltung zu bringen. Die morphologischen Angaben, welche als Grundlage für die Aufstellung neuer Formeln dienen mussten, habe ich zumeist den bekannten Werken von Payer, Döll, Decaisne und Maqut und Endlicher entnommen.

Die Abbildungen wurden zum größten Teile aus dem Lehrbuche von Sachs herübergenommen, es kamen hierzu noch 48 neue Holzschnitte, welche, zum Teil in schematischen Figuren, das Verständnis erleichtern sollen. Von einer weitergehenden Vermehrung der Abbildungen in der Systematik der höheren Pflanzen glaubte ich Umgang nehmen zu müssen, da hier die Demonstration des Lehrers an lebendem Material weit bessere Dienste leistet, als die sorgfältigste Abbildung, und zudem kein Ende in der Auswahl abzusehen gewesen wäre.

Würzburg, botanisches Institut, im Januar 1874.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Nachdem schon in dem kurzen Zwischenraume von zwei Jahren eine neue Auflage dieses Büchleins notwendig geworden war, konnte es sich bei deren Bearbeitung nur in geringerem Grade um die Berücksichtigung neuer Forschungsergebnisse, als vielmehr vorzugsweise um die Verbesserung der in der ersten Auflage hervortretenden Mängel handeln. War ich auch im Unterschiede von der mir bei der ersten Bearbeitung zu Teil gewordenen freundlichen Unterstützung nunmehr vollkommen auf mich selbst angewiesen, so standen mir dafür die Erfahrungen zur Seite, die mir die ausgedehntere eigene Lehrthätigkeit an die Hand gab.

Die wesentlichste Veränderung musste die in der ersten Bearbeitung zu knapp gehaltene Systematik der Phanerogamen erfahren. Ich versuchte diesmal die wichtigeren Familien ausführlicher zu behandeln und außer einer sorgfältigeren Angabe der Diagnosen auch noch einiges morphologische Detail anzufügen. Als wesentlichste Hilfsmittel dienten mir hierbei Eichler's »Blütendiagramme«, sowie dessen »Syllabus der Vorlesungen über Phanerogamkunde«, welche letzterem ich mich auch in der Schreibweise der Blütenformeln anschloss. Den wichtigeren Familien sind zahlreiche Abbildungen beigegeben, welche deren hervorragendste Eigenheiten zu illustrieren geeignet sein dürften. Im allgemeinen habe ich die Anordnung der Dikotyledonen in der bisherigen Weise belassen; doch konnte ich nicht umhin, einigen Familien und Ordnungen einen geeigneteren Platz anzuweisen, so z. B. die Thymelacinen zu den Monochlamydeen, die Juglande zu den Terebinthinen zu stellen.

Eine neue Bearbeitung erfuhren die Gefäßkryptogamen, indem ich die gröberen morphologischen Verhältnisse gegenüber den entwicklungsgeschichtlichen Details mehr in den Vordergrund treten lassen musste. In der Systematik der Thallophyten konnte ich mich der in der vierten Auflage von Sachs' Lehrbuch vorgeschlagenen Vereinigung von Algen und Pilzen aus verschiedenen Gründen nicht anschließen, versuchte jedoch eine verbesserte systematische Übersicht der beiden Klassen.

Von weit geringerem Belange sind die Änderungen und Zusätze im allgemeinen Teile, welcher fast nur durch zahlreiche Abbildungen im dritten Kapitel, der Morphologie, erweitert wurde.

Würzburg, im Juni 1876.

Der Verfasser.

Vorwort zur dritten Auflage.

Die Veränderungen, zu welchen ich mich gelegentlich dieser dritten Auflage veranlasst sah, schienen mir sowohl durch die Erfahrungengebotes, welche ich während der letzten Jahre, in selbständiger Stellung mit dem Unterrichte in der gesamten Botanik betraut, zu sammeln Gelegenheit hatte, als auch durch den Fortschritt der Wissenschaft selbst.

Es schien mir vor allem wünschenswert, die Lehre von der äußeren Gliederung, als den dem Anfänger am leichtesten zugänglichen Teil, voranzustellen und hierdurch in der Gesamtanordnung Physiologie und Anatomie unmittelbar aneinanderzureihen. Wenn ich in diesem Teile, sowie auch gelegentlich in der Anatomie und Systematik die einheimischen Holzpflanzen eingehender berücksichtigte, so dürfte dies auch anderen Lesern, die nicht gerade die Pflege des Waldes zu ihrem Beruf erwählt haben, nicht unwillkommen sein, da ja doch Größe und Massenhaftigkeit des Vorkommens auch abgesehen von dem vielfachen Nutzen den Holzpflanzen ein gesteigertes Interesse zuwenden dürften.

Von neueren Forschungen, welche zu wichtigen Änderungen Anlass gaben, seien besonders de Bary's Vergleichende Anatomie und Eichler's Blütendiagramme genannt. Letzterem Werke folgte ich vorzugsweise in der Systematik der Eleutheropetalen, welche hierdurch eine völlige Umarbeitung erfahren musste. Außerdem suchte ich durchgehend bei den wichtigeren Familien sowohl der Kryptogamen (hier besonders bei den Pilzen), als der Phanerogamen die Detailangaben zweckentsprechend zu erweitern.

Die Anzahl der Holzschnitte hat auch diesmal eine freilich nur geringe Vermehrung erfahren.

Dass der Titel in »Lehrbuch der Botanik für mittlere und höhere Lehranstalten« abgeändert wurde, glaube ich damit rechtfertigen zu können, dass das Buch erfahrungsgemäß vielfach an Hochschulen Eingang gefunden hat.

Aeschaffenburg, im November 1878.

Der Verfasser.

Vorwort zur sechsten Auflage.

Außer der notwendigen Berücksichtigung neuerer Forschungsergebnisse und Anschauungen erscheint in dieser neuen Auflage fast nur die Einteilung des Stoffes etwas verändert, indem es mir richtiger erschien, die Erscheinungen der Fortpflanzung nicht wie bisher dem Abschnitt über Physiologie einzufügen, sondern als besonderen Teil zu behandeln, welchem die beiden anderen allgemeinen Teile, als Morphologie und Physiologie des Vegetationskörpers, koordiniert sind. Unter der Morphologie wird auch die Anatomie mitbegriffen, da deren morphologische Behandlung für den Anfänger unentbehrlich ist. In dem Abschnitt von der äußeren Gestalt haben einige Paragraphen wesentliche Umarbeitung erfahren. Die Holzschnitte wurden um vier vermehrt, einige auch durch bessere ersetzt.

Seit dem Erscheinen der fünften Auflage ist das Buch durch Hrn. Cuboni in die italienische Sprache übersetzt worden; eine spanische

Übersetzung durch Hrn. de Linares ist in Ausführung begriffen; von einer ungarischen Übersetzung durch die Herren Páter Bêla und Lasz Samu (Budapest, Eggenberger 1884) ist mir wie dem Hrn. Verleger nur die Thatsache des Erscheinens nachträglich bekannt geworden.

Aschaffenburg, im Februar 1886.

Der Verfasser.

Vorwort zur siebenten Auflage.

Bei der Bearbeitung dieser neuen Auflage, in welcher die Holzschnitte um vier vermehrt sowie einige durch bessere ersetzt wurden, erschienen in den drei allgemeinen Teilen nur Änderungen von geringem Umfange entsprechend neuen Forschungsergebnissen notwendig; hingegen war durch das im Erscheinen begriffene Werk: »Die natürlichen Pflanzenfamilien«, herausgegeben von A. Engler und K. Prantl, eine neue Bearbeitung einiger Familien der Phanerogamen geboten sowohl nach den von anderen Forschern dort gegebenen Darstellungen, als auch nach eigenen für dieses Werk ausgeführten Studien. — Leider konnten einige während des Druckes erschienene Publikationen nicht mehr entsprechend berücksichtigt werden.

Aschaffenburg. Ostern 1888.

Der Verfasser.

Vorwort zur achten Auflage.

Abgesehen von der notwendigen Berücksichtigung neuerer Forschungsergebnisse bestehen die in dieser neuen Auflage vorgenommenen Änderungen in einer Erweiterung des Abschnittes über die Anatomie, sowie in einer Anpassung des Systems an das Werk »Die natürlichen Pflanzenfamilien« von A. Engler und K. Prantl. Wenn ich mir trotzdem in letzterer Hinsicht einige Abweichungen von diesem Werke gestattete, so geschah dies theils aus didaktischen Gründen (so in der Anordnung der Ordnungen bei den Monokotylen, in der Gliederung der Rosaceen), theils auf Grund bestimmter Auffassungen, die ich nicht preisgeben wollte, so in der Stellung der Juncaceen als Anfangsglied der Glumiflorae, der Cucurbitaceae bei den Passiflorinae, in der Aufstellung der neuen Ordnung Laurales. Die neuen Holzschnitte, im Ganzen 17, sind theils genanntem Werke entnommen, theils von meinem Assistenten V. Hellmann gezeichnet worden.

Breslau, im Oktober 1891.

Der Verfasser.

Inhaltsübersicht.

Erster Teil.

Der Bau des Pflanzenkörpers (Morphologie).

Erster Abschnitt.

Die äußere Gestalt.

	Seite
Erstes Kapitel. Allgemeine Gesetze	4
Zweites Kapitel. Glieder des Pflanzenkörpers	45

Zweiter Abschnitt.

Die innere Struktur (Anatomie).

Erstes Kapitel. Die Zelle.	35
Zweites Kapitel. Die Gewebe.	50

Zweiter Teil.

Die Lebensvorgänge in der Pflanze (Physiologie).

Erstes Kapitel. Allgemeines über die Eigenschaften und Lebensbedingungen der Pflanzen	89
Zweites Kapitel. Die Ernährung	94
Drittes Kapitel. Das Wachstum	109
Viertes Kapitel. Die Reizbewegungen	114

Dritter Teil.

Die Fortpflanzung.	122
----------------------------	-----

Vierter Teil.

Systematische Übersicht des Pflanzenreiches.

Einleitung.	129
Erste Gruppe. Die Thallophyten	133
Klasse I. Myxomycetes, Schleimpilze	135
- II. Schizophyta	137
- III. Conjugatae.	139
- IV. Bacillariaceae	140

	Seite
Klasse V. Chlorophyceae	441
- VI. Phaeophyceae	446
- VII. Characeae	448
- VIII. Rhodophyceae (Florideae)	449
- IX. Fungi, echte Pilze	450
Zweite Gruppe. Die Bryophyten.	472
Klasse X. Hepaticae, Lebermoose.	477
- XI. Musci, Laubmoose	480
Dritte Gruppe. Die Pteridophyten (Gefäßkryptogamen)	484
Klasse XII. Filicinae	488
- XIII. Equisetinae	494
- XIV. Lycopodinae	496
Vierte Gruppe. Die Gymnospermen	499
Klasse XV. Cycadaceae	203
- XVI. Coniferae	204
- XVII. Gnetales	209
Fünfte Gruppe. Die Angiospermen.	240
Klasse XVIII. Monocotyledones	240
- XIX. Dicotyledones	262
I. Unterklasse. Juliflorae	268
II. - Monochlamydeae (Hysterophyta).	276
III. - Centrospermae	279
IV. - Aphanocyclicae	282
V. - Eucyclicae	291
VI. - Sympetalae	319
Register	338

Erster Teil.

Der Bau des Pflanzenkörpers (Morphologie).

§ 1. **Aufgabe der Morphologie.** Der Pflanzenkörper baut sich aus verschiedenen Teilen auf, welche im gewöhnlichen Sprachgebrauch als Stengel, Blätter, Wurzeln, Knospen, Blüten, Früchte u. s. w. unterschieden werden. Die wissenschaftliche Betrachtung dieser Teile wie auch der im inneren Bau unterscheidbaren Bestandteile kann einen doppelten Weg gehen: wir untersuchen entweder ihre Verrichtung, ihre Funktion im Leben des ganzen Pflanzenkörpers, und von diesem Gesichtspunkte aus erscheinen sie als Werkzeuge für diese Verrichtungen, als Organe, und sind als solche Gegenstand der Physiologie. Die Morphologie hingegen sucht die allgemeinen Gesetze, welche den Aufbau des Pflanzenkörpers beherrschen, festzustellen, die einzelnen Teile, welche den Körper zusammensetzen, nach Bau, Anordnung und Entstehungsweise zu schildern. Ihre Resultate ergeben sich durch den Vergleich der zahlreichen existierenden Formen, deren Organisation vom Einfachen zum Komplizierten nach verschiedenen Richtungen fortschreitet. Bei dieser Betrachtungsweise erscheinen die einzelnen Teile als Formbestandteile, Glieder. — Da indes die Gestalt und der Bau der Pflanzenteile mit deren Funktion in Einklang steht, so wird die folgende morphologische Darstellung nicht frei von Hinweisen auf die physiologische Betrachtungsweise sein können.

Erster Abschnitt.

Die äußere Gestalt.

Erstes Kapitel.

Allgemeine Gesetze.

§ 2. **Symmetrieverhältnisse der Glieder des Pflanzenkörpers.** Wenn wir von einigen der niedrigst organisierten Pflanzenformen absehen, so lässt jedes Glied zwei einander gegenüberliegende verschiedene Enden

erkennen, einerseits die Basis, andererseits die Spitze oder den Scheitel. Die Basis ist für seitlich entstandene Glieder (z. B. Blätter, Seitenzweige) der Ort des Zusammenhangs mit dem Gliede, an welchem sie entstanden sind, allgemein ausgedrückt der Ort, wo das Glied entstand und zu wachsen begann. Ein in der Richtung von der Basis zum Scheitel geführter oder gedachter Schnitt heißt ein Längsschnitt; senkrecht auf dem Längsschnitt steht der Querschnitt. Jeder Querschnitt besitzt einen organischen Mittelpunkt, welcher aber mit dem geometrischen Mittelpunkt nicht zusammenzufallen braucht (z. B. Querschnitt eines Baumstammes, dessen Jahrringe um ein nicht immer im geometrischen Mittelpunkt liegendes Zentrum angeordnet sind). Längsachse ist diejenige Linie, welche die organischen Mittelpunkte sämtlicher Querschnitte verbindet.

Je nachdem ein Pflanzenteil rings um die Längsachse gleich gebaut ist, oder einen Gegensatz verschiedener Seiten erkennen lässt, unterscheiden wir multilaterale, bilaterale und dorsiventrals Pflanzenteile. Es beziehen sich diese Ausdrücke sowohl auf die Gestalt einzelner Glieder, als auf die Stellung und Gestalt der Seitenglieder, sowie auch auf den inneren Bau.

Multilateral oder radiär heißen solche Pflanzenteile, welche rings um die Längsachse gleich gebaut sind, somit einen Unterschied verschiedener Seiten nicht erkennen lassen; so sind z. B. ein zentral gestielter Hut eines Pilzes, ein Apfel, ein annähernd cylindrischer Baumstamm ihrer Gestalt nach multilateral. Der Stellung von Seitengliedern nach sind viele aufrechte Stengel mit allseitig entspringenden Blättern, die Stämme der Tannen, Fichten mit allseitig angeordneten Zweigen multilateral; ebenso, wenn wir die Gestalt der Seitenglieder (hier der Blumenblätter) mit berücksichtigen, die Blüten der Rose, Tulpe. Solche Pflanzenteile kann man durch mehrere axile Längsschnitte symmetrisch, d. h. so teilen, dass die Hälften symmetrisch gleich sind, wie Objekt und Spiegelbild, wie rechte und linke Hand; und zwar sind die durch verschiedene Schnitte erhaltenen Hälften nicht wesentlich von einander verschieden (in Fig. 4 A die in den Richtungen 11, 22, 33, 44, 55 geführten Schnitte). An einem Hutpilz, einem Tannenbaum sind sehr viele solche in gleicher Weise symmetrisch teilende Schnitte möglich, an einer Tulpe jedoch, wenn wir die Schnitte auch durch die Längsachsen der Seitenglieder (hier die Mitte der Blumenblätter) legen, nur drei, an einem Apfel, wenn sie durch die Fächer des Kerngehäuses gelegt werden, fünf (Fig. 4 A).

Bilateral sind solche Pflanzenteile, welche an zwei einander gegenüberliegenden Seiten, rechts und links, gleich, aber verschieden von den übrigen Seiten gebaut sind, so z. B. eine Wallnuss, welche durch die Fuge in eine rechte und linke Hälfte geteilt wird, ein Zweig der Ulme, welcher die Blätter in zwei Zeilen, rechts und links, trägt, die Blüte von Dicentra. An den genannten Beispielen, welche bilateral im engeren Sinne genannt werden können, lassen sich die Bezeichnungen rechts und links beliebig vertauschen, weil in der dazu rechtwinkligen Richtung eine

Verschiedenheit der Seiten nicht existiert; es sind hier zwei in verschiedener Weise symmetrisch teilende, auf einander senkrecht stehende axile Längsschnitte möglich (Fig. A B, 11 und 22).

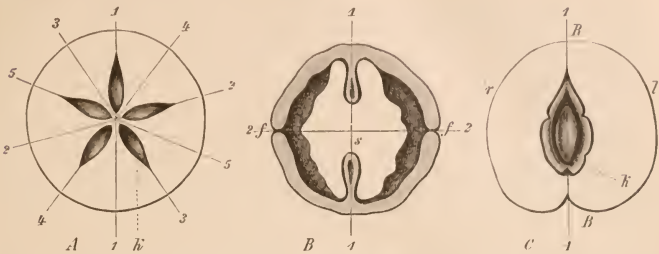


Fig. 1. Schematische Querschnitte durch A einen Apfel, B eine Wallnuss, C einen Pflsich; A ist radiär; 11 bis 55 die 5 in gleicher Weise symmetrisch teilenden Schnitte, welche durch die Fächer des Kerngehäuses (k) gehen; B ist bilateral; ff die Fuge; s der Samenkern; 11 und 22 die beiden ungleich symmetrisch teilenden Schnitte; C ist dorsiventral; 11 der einzige symmetrisch teilende Schnitt; r rechte, l linke Seite; R Rücken; B Bauch; k der Steinkern.

Die meisten bilateralen Pflanzenteile jedoch sind zugleich dorsiventral, d. h. zwei einander gegenüberliegende Seiten, die Rücken- und die Bauchseite sind von einander verschieden, während rechte und linke Seite einander spiegelbildlich ähnlich sind; es existiert somit hier dieselbe Symmetrie wie am menschlichen Körper, und es giebt überhaupt nur einen einzigen symmetrisch teilenden Schnitt; derselbe verläuft von der Rücken- zur Bauchseite. Der Gestalt nach sind z. B. die meisten flachen Blätter dorsiventral, die Pflsichfrucht (Fig. A C); bezüglich der Stellung seitlicher Glieder sind es z. B. die Stämme mancher Farne, wie *Polypodium vulgare*, welche nur auf der Rückenseite Blätter, auf der Bauchseite Wurzeln tragen, ferner die meisten Lebermoose. Durch die Gestalt der seitlichen Glieder werden dorsiventral z. B. die Zweige der Thujen, die Blüten des Veilchens, Rittersporns, Löwenmauls u. s. w.

Wie aus Obigem hervorgeht, ist die Dorsiventralität ein spezieller Fall der Bilateralität; es darf jedoch nicht übersehen werden, dass es auch dorsiventrale Pflanzenteile giebt, welche streng genommen nicht bilateral sind, welche zwar Rücken- und Bauchseite, aber keine rechte und linke Seite erkennen lassen, wie z. B. manche Hutpilze (*Lenzites abietinus*), oder solche, deren rechte und linke Seite auffallend verschieden sind, wie die Blätter vieler Begonien.

Es wurde bereits oben hervorgehoben, dass die Ausdrücke multilateral, bilateral und dorsiventral auf verschiedene Verhältnisse der Pflanzenteile angewendet werden, und es sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, dass ein und derselbe Pflanzenteil, je nach dem Verhältnis, das wir gerade ins Auge fassen wollen, auf alle drei Prädikate Anspruch machen kann. So ist z. B. ein Zweig der Weißtanne seiner Gesamterscheinung nach dorsiventral, da er Rücken- und Bauchseite deutlich unterscheiden lässt; untersuchen wir aber die Stellung, die Einfügung der Blätter [Nadeln], so ist

dieselbe rings um den Zweig gleichmäßig; bezüglich der Blattstellung ist dieselbe also radiär; die Anordnung der weiteren Seitenzweige dagegen, welche rechts und links entspringen, ist bilateral, ohne dorsiventral zu sein.

Die hier angewandten Ausdrücke: multilateral, bilateral und dorsiventral sind nicht völlig gleichbedeutend mit den vielfach in Gebrauch befindlichen: polysymmetrisch, zweifachsymmetrisch und einfach- (mono-) symmetrisch; letztere sind für diejenigen Spezialfälle zu reservieren, in denen vollständige Symmetrie zu beiden Seiten der symmetrisch teilenden Ebene herrscht; es ist dies, abgesehen von der nie mathematisch genauen Ausbildung der Gestalt, schon deswegen relativ selten der Fall, weil die Seitenglieder meist in ungleicher Höhe entspringen; doch können die meisten der oben als Beispiele angeführten Blüten und die in Fig. 4 abgebildeten Früchte als wirklich symmetrisch gelten (vgl. auch im IV. Teil: Symmetrie der Blüte).

§ 3. **Entstehungsweise der Glieder.** Abgesehen von der Bildung neuer Pflanzenindividuen entstehen alle Glieder des Pflanzenkörpers an anderen Gliedern und zwar zum Teil an gleichartigen, zum Teil an ungleichartigen. So erzeugt z. B. eine Wurzel wiederum seitliche Wurzeln, welche unter sich und mit der erzeugenden gleichartig sind; andererseits erzeugt z. B. ein Stengel außer den ihm gleichartigen Zweigen auch ungleichartige Glieder, nämlich Blätter oder Wurzeln. Die Erzeugung gleichartiger Glieder wird allgemein als *Verzweigung* bezeichnet.

Die Entstehungsweise der Glieder ist entweder normal oder adventiv. Normal nennen wir dieselbe, wenn das neue Glied an dem

Vegetationspunkt des erzeugenden Gliedes direkt entsteht, d. h. in jener Region, welche, im jüngsten Zustande befindlich, den Ausgangspunkt für die Gestaltung bildet. In der weitaus größten Mehrzahl der Fälle liegt der Vegetationspunkt an der Spitze jedes Gliedes (wie z. B. an der Spitze des in Fig. 2 dargestellten Stengels, an welchem die jüngsten Blätter *b* entspringen), nur selten an der Basis oder einer anderen Stelle zwischen Basis und Spitze (interkalar). Adventiv dagegen entstehen solche Glieder, welche an älteren Stellen des erzeugenden Gliedes auftreten, deren Vegetationspunkt somit nicht aus einem anderen Vegetationspunkt direkt hervorgeht, sondern sich von neuem bildet; so entstehen z. B. viele Wurzeln an

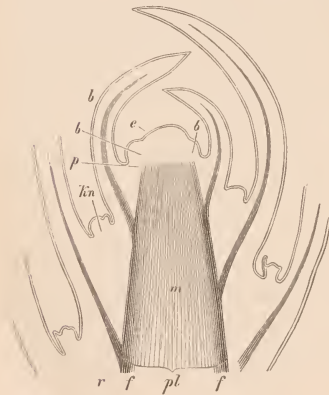


Fig. 2. Schematischer Längsschnitt durch eine Stengelspitze, *bb* die Blätter, welche nach oben zu immer jünger, am Vegetationspunkte sich bilden, *kn* deren Achselknospen.

älteren Pflanzenteilen, die Sprosse auf den Wurzeln adventiv.

Die normale Entstehung kann nun wieder entweder

1. durch Dichotomie erfolgen; d. h. der ursprüngliche Vegetationspunkt teilt sich in zwei neue Vegetationspunkte, welche wenigstens

anfangs unter sich gleich stark sind; es hört somit das ursprüngliche Glied sowie die ursprüngliche Längsachse zu existieren auf; es ist die dichotomische Entstehungsweise nicht so häufig als die folgende, und nur bei eigentlicher Verzweigung bekannt, d. h. die beiden Gabeläste sind unter sich und mit dem ursprünglichen Gliede, dem Fußstück der Dichotomie, gleichartig;

oder 2. seitlich; es bleibt hier der ursprüngliche Vegetationspunkt und die ursprüngliche Längsachse erhalten; die neuen Glieder treten seitlich hervor (Fig. 2b oben); gewöhnlich erfolgt alsdann die Anlage der neuen Glieder in progressiver Reihenfolge, und zwar, da wir wiederum die Vegetationspunkte am häufigsten an der Spitze der Glieder finden, in akropetaler Reihenfolge, d. h. so, dass jedesmal das jüngste seitliche Glied der Spitze des erzeugenden Gliedes am nächsten liegt; so entsteht das jüngste Blatt (Fig. 2) der Spitze des Stengels näher, als alle anderen; daher erhält man bei progressiver Entstehung die zeitliche Reihenfolge unmittelbar aus der räumlichen Anordnung, d. h. zählt man z. B. die Blätter gegen den Vegetationspunkt des sie erzeugenden Stengels zu fortschreitend, so giebt die räumliche Reihenfolge zugleich die Entstehungsfolge der Blätter an.

Eine weitere Verschiedenheit der Entstehungsweise liegt darin, dass die einen Glieder exogen entstehen, d. h. aus den äußeren Gewebeschichten des erzeugenden Gliedes, so die Blätter an einem Stamm (Fig. 2), andere dagegen endogen, d. h. im Inneren des erzeugenden Gliedes mit Durchbrechung der äußeren Schichten desselben; so kommen die Wurzeln aus anderen Wurzeln (s. Fig. 27), oder aus Stämmen hervor.

§ 4. **Anordnung seitlicher Glieder an gemeinsamer Achse.** Wenn an einem Gliede, der gemeinsamen Achse, mehrere seitliche Glieder entstehen, so können wir deren gegenseitige Stellung in doppelter Hinsicht untersuchen: in der Längsrichtung und am Umfange der gemeinsamen Achse.

Bezüglich der Längsrichtung beobachten wir, dass auf einer Querzone des erzeugenden Gliedes entweder immer nur ein seitliches Glied entspringt — vereinzelte oder zerstreute Stellung —, oder dass deren mehrere auf einer Querzone stehen und einen Quirl (oder Wirtel) bilden, z. B. die Blätter in Fig. 3. Handelt es sich im letzteren Falle um normal entstandene Glieder, so lässt sich nach der Regel der progressiven Entstehung vermuten, dass diese in gleicher Entfernung vom Vegetationspunkt der gemeinsamen Achse entstanden Glieder auch zu gleicher Zeit angelegt werden, und es trifft dies auch für viele Quirle wirklich zu; dieselben werden simultan genannt; es giebt indes auch succedane Quirle, deren einzelne Glieder selbst eine gewisse Reihenfolge in ihrer Entstehung einhalten (z. B. die Blätter der Characeen). Hiermit nicht zu verwechseln sind die Scheinquirle, welche dadurch zu stande kommen, dass Glieder, welche deutlich vereinzelt entstanden sind, durch nachträgliche Veränderungen einander so genähert werden, dass sie auf einer einzigen Querzone zu stehen scheinen, wie z. B. die obersten Blätter am Stengel der Feuerlilie, die sog. Quirläste der Nadelhölzer.

Die Verteilung der seitlichen Glieder am Umfange der gemeinsamen Achse ist nach dem oben (§ 2) Gesagten entweder multilateral, oder bilateral oder dorsiventral, und es erfordert jeder dieser drei Fälle eine gesonderte Betrachtung. Wir beschränken uns hierbei auf die normal entstandenen Glieder, da deren Stellungsverhältnisse mit der progressiven Entstehungsweise in ursächlichem Zusammenhange stehen.

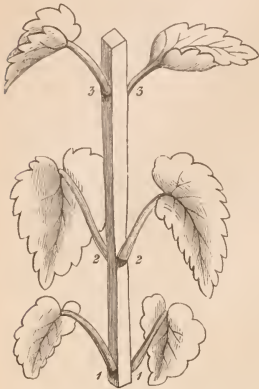


Fig. 3. Stengel von *Lamium* mit zweigliedrigen Blattquirlen; 11, 22, 33 die aufeinanderfolgenden Quirle.

welche zusammen einen Quirl bilden, so beträgt die Entfernung je zweier unmittelbar benachbarter Glieder $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ des Umfanges der gemeinsamen Achse. Diese seitliche Entfernung zweier unmittelbar nebeneinander stehender Glieder am Umfang der gemeinsamen Achse, gemessen an den Insertionspunkten, wird Divergenz genannt und in Bruchteilen des Umfangs ausgedrückt.



Fig. 4. Diagramm einer Achse mit alternierenden zweigliedrigen Quirlen, 00 00 die vier Orthostichen 11, 22, 33 u. s. f. die aufeinanderfolgenden Quirle.

1. Multilaterale Anordnung.

Gehen wir von der quirligen Stellung aus, so ergibt sich zunächst, dass die Glieder eines einzelnen Quirls sich gleichmäßig über den Umfang der betreffenden Querzone verteilen; d. h. besteht der Quirl z. B. aus zwei Gliedern, so stehen dieselben einander gerade gegenüber (z. B. die Blätter in Fig. 3); ihre gegenseitige Entfernung beträgt die Hälfte des Stengelumfangs. Es bedarf wohl kaum besonderer Erwähnung, dass diese Entfernung an den Insertionspunkten gemessen wird, d. h. an dem organischen Mittelpunkt der Insertionsfläche. Sind es z. B. 3 oder 4 Glieder,

welche zusammen einen Quirl bilden, so beträgt die Entfernung je zweier unmittelbar benachbarter Glieder $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ des Umfanges der gemeinsamen Achse. Diese seitliche Entfernung zweier unmittelbar nebeneinander stehender Glieder am Umfang der gemeinsamen Achse, gemessen an den Insertionspunkten, wird Divergenz genannt und in Bruchteilen des Umfangs ausgedrückt.

Bei quirliger Stellung ist es ferner (freilich nicht ausnahmslos) Regel, dass die aufeinanderfolgenden Quirle, wenn sie je die gleiche Anzahl von Gliedern enthalten, miteinander alternieren, d. h. dass die Glieder eines Quirls in der Mitte liegen zwischen je zwei Gliedern des folgenden oder des vorhergehenden Quirls. Es fallen somit die Glieder je des zweiten Quirls gerade übereinander (Fig. 3).

Diese Anordnung, sowie überhaupt alle Stellungsverhältnisse, lassen sich sehr übersichtlich in sogen. Diagrammen (z. B. Fig. 4, 5) darstellen, d. h. in schematischen Grundrissen der konisch gedachten Achse, in welchen jede höher gelegene Insertion eines Gliedes auf einen weiter innen befindlichen konzentrischen Kreis eingetragen wird.

Wie aus dem Diagramm Fig. 4 ersichtlich, stehen die Glieder bei alternierend quirliger Stellung in doppelt so viel geraden Längsreihen am

Stengel, als der einzelne Quirl Glieder enthält, natürlich vorausgesetzt, dass alle Quirle gleichzählig sind. Diese geraden Längsreihen, welche in dem Diagramme als radiale Linien erscheinen, werden Orthostichen genannt.

Der hier dargestellte Fall zweizähliger alternierender Quirle kommt sehr häufig vor und wird als gekreuzte oder decussierte Stellung bezeichnet. Die beiden Glieder eines zweigliederigen Quirls nennt man auch opponiert.

Beispiele für alternierende Quirle in multilateralen Anordnung liefern die Blätter der Characeen, von Equisetum, Hippuris; dreizählige Quirle bilden die Blätter des gemeinen Wacholders, decussiert stehen die Blätter der meisten Nelkengewächse, von Syringa, Lonicera, Eschen, Ahorn, bei letztgenannten ebenso auch die Zweige.

Verhältnismäßig selten kommt es vor, dass gleichzählige Quirle einander superponiert sind, d. h. dass ihre Glieder gerade übereinanderfallen, dass somit nur soviel Orthostichen existieren, als ein Quirl Glieder enthält, so in manchen Blüten. — Sind aufeinanderfolgende Quirle ungleichzählig, so treten komplizierte Alternationsverhältnisse ein, die hier nicht näher erörtert werden können, so am Stengel von Polygonatum verticillatum, in den Blüten der Pomaceen u. a.

Bei zerstreuter Anordnung der Seitenglieder überzeugt man sich leicht, dass gewöhnlich innerhalb einer gewissen Region der gemeinsamen Achse die Divergenz konstant ist, d. h. dass jedes Glied von seinem unmittelbar vorhergehenden oder folgenden um die gleiche Divergenz entfernt ist. Gehen wir von einem einfachen Falle, der Divergenz $\frac{1}{3}$ aus (Fig. 5), und bezeichnen irgend ein Seitenglied als 0, so steht das der Entstehung nach nächste Glied, welches bei akropetaler Anordnung zunächst oben an der gemeinsamen Achse folgt, und als 1 bezeichnet sei, um $\frac{1}{3}$ des Umfangs von 0 entfernt, ebenso 2 um $\frac{1}{3}$ von 1, dann 3 von 2 u. s. w. Es fällt daher 3 wieder gerade über 0, 4 über 1, 5 über 2 u. s. w.; es sind somit 3 Orthostichen vorhanden. Schreiten wir nun in der angegebenen Weise von Glied 0 zu 1, 2, 3 u. s. w. immer in derselben Richtung fort, so umlaufen wir dabei die gemeinsame Achse in einer Spirale, welche nach je einem Umgang wieder dieselbe Orthostiche trifft und innerhalb eines ganzen Umgangs 3 Seitenglieder berührt. Diese Spirale trifft sämtliche Seitenglieder und heißt, da sie dieselben ihrer Entstehungsfolge nach mit einander verbindet, die genetische oder Grundspirale. Die Zahl der Seitenglieder, welche sie in sich aufnimmt, bis sie wieder zu derselben Orthostiche kommt, in unserem Falle also 3, wird ein Zyklus genannt.

Es leuchtet ein, dass man in dem eben geschilderten Falle mit demselben Rechte sagen kann, die Divergenz betrage $\frac{2}{3}$, und dass man auch auf diesem Wege, immer um $\frac{2}{3}$ von Glied zu Glied fortschreitend, die gemeinsame Achse in einer alle Glieder in genetischer Reihenfolge verbindenden Spirale umläuft; dieselbe trifft aber erst nach zwei Umläufen

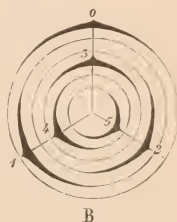


Fig. 5. Diagramm der multi-lateralen zerstreuten Stellung mit der Divergenz $\frac{1}{3}$.

wieder auf die Orthostiche, von der man ausgegangen war. Man ersieht hieraus die Beziehungen zwischen der Konstruktion der Spirale und dem Bruch, welcher die Divergenz ausdrückt: der Nenner dieses Bruches giebt die Anzahl der Orthostichen an, der Zähler die Anzahl der Umgänge der Spirale innerhalb eines Cyklus.

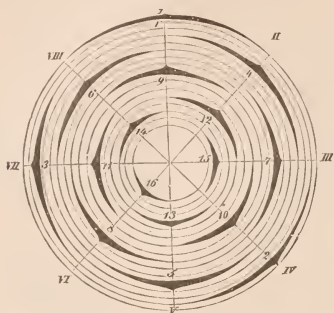


Fig. 6. Diagramm einer Achse mit konstanter $\frac{3}{8}$ Divergenz. I, II, III u. s. f. die Orthostichen (nach Sachs).

Ein anderes sehr häufig vorkommendes Stellungsverhältnis ist das mit der Divergenz $\frac{2}{5}$, dessen geometrische Beziehungen nach oben Gesagtem sich von selbst ergeben. Ebenso überzeugt man sich in den Figuren 5 und 6, welche die Stellung nach konstanter Divergenz $\frac{3}{8}$ darstellen, leicht, dass 8 Orthostichen vorhanden sind, Glied 9 über 1, 10 über 2 u. s. w. fällt, ferner, dass die Spirale erst auf jeder dritten Orthostiche wieder ein Glied trifft und innerhalb des Cyklus dreimal die Achse umläuft.

Will man an einer Achse das Stellungsverhältnis, z. B. an einem Stengel die Blattstellung bestimmen, so braucht man somit nur das Blatt zu suchen, das gerade über demjenigen, das man zum Ausgangspunkt wählt, steht, und dessen Nummer zu bestimmen, indem man das Ausgangsblatt als 0 bezeichnet und die dazwischen liegenden Blätter der Spirale auf dem kurzen Wege folgend numeriert. Die Nummer des in derselben Orthostiche liegenden Blattes giebt sofort den Nenner des Divergenzbruches; der Zähler wird durch die Anzahl der Umgänge der Spirale zwischen diesen beiden Blättern angegeben.

Ist jedoch die Anzahl der Orthostichen noch größer als 8, so wird es, besonders wenn die Seitenglieder dichtgedrängt stehen (z. B. die Blätter in den Rosetten der Hauswurz, die Blüten in den Köpfen der Sonnenblume, die Schuppen der Tannenzapfen) sehr schwer, die Orthostichen überhaupt



Fig. 7. Schema einer Achse, deren Seitenglieder in konstanter Divergenz $\frac{3}{8}$ angeordnet sind; die der vorderen Seite sind durch die Insertionsflächen, die der Rückseite durch Kreise angedeutet; sie sind durch die genetische Spirale verbunden, II, III u. s. w. sind die acht Orthostichen.

zu erkennen. Es treten alsdann für das Auge andere, schräge Zeilen, die Parastichen hervor, welche spirällich um die Achse laufen, aber nur je einen Teil der Glieder enthalten, z. B. in Fig. 7 eine Linie, welche die Glieder 3, 6, 9, 12 u. s. w. enthält. Es ist einleuchtend, dass so viele einander parallele Parastichen vorhanden sein müssen, als die Differenz der Nummern der Glieder innerhalb einer Parastiche angiebt, bei genanntem Beispiele noch eine mit den Gliedern: 2, 5, 8, 11 u. s. w.; und eine mit 1, 4, 7, 10 u. s. w. Daraus ergibt sich eine einfache Methode, um in komplizierten Fällen die Aufeinanderfolge der Glieder zu bestimmen, diese zu beziffern: Man zählt die nach einer Richtung verlaufenden einander parallelen Parastichen ab und beziffert in einer derselben die Glieder nach obiger Regel; wiederholt man dasselbe mit einem anderen das erste schneidenden Parastichensystem, so ist für jedes Glied die Ziffer bekannt.

Die am häufigsten vorkommenden Divergenzen sind folgende:

$$\frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \frac{13}{34} \dots \dots \dots$$

Diese Reihe ist dem Gedächtnisse leicht einzuprägen; denn wie man sieht, ist der Zähler jenes Bruches die Summe aus den beiden vorhergehenden, und ebenso der Nenner. Es giebt aber auch Divergenzen, welche nicht in dieser Reihe enthalten sind, z. B. $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{7}$, $\frac{2}{9}$ u. a.

Als Beispiele für die Divergenz $\frac{1}{3}$ seien die Blätter vieler Moose, der Halbgräser, die Blätter und Zweige der Erlen genannt; $\frac{2}{5}$ findet sich sehr häufig als Divergenz der Blätter, z. B. an vielen krautigen Stengeln, den Zweigen der Weiden, Eichen u. s. w.; mit $\frac{3}{8}$ und $\frac{5}{13}$ sind häufig die Nadeln der Fichten und Tannen gestellt; $\frac{8}{21}$, $\frac{13}{34}$ kommen vor an den Zapfen der Nadelhölzer, in den Köpfen vieler Compositen u. a.; die Divergenz $\frac{1}{4}$ zeigen die Blätter mancher Algen, wie Polysiphonia.

Wie bereits oben angedeutet wurde, stehen diese Stellungsgesetze im engsten Zusammenhange mit der progressiven Entstehung der Seitenglieder; es lässt sich zeigen, dass das Stellungsverhältnis, wenn einmal begonnen, sich in derselben Weise fortsetzt, weil jedes neue Seitenglied am Vegetationspunkt da entsteht, wo zwischen den bereits vorhandenen Gliedern sich die größte Lücke befindet, und sich dabei den vorhergehenden unmittelbar anschließt. So lange nun das Größenverhältnis zwischen den Anfängen der Seitenglieder und dem Umfang der gemeinsamen Achse sich nicht ändert, bleibt auch die Divergenz konstant: wenn aber z. B. von einem gewissen Zeitpunkte an die neu entstehenden Glieder relativ schmaler sind, als die vorhergehenden, so wird die Anzahl der Orthostichen und Parastichen begreiflicherweise vermehrt; daher finden wir Änderungen der Divergenzen gerade da, wo jenes Größenverhältnis sich ändert, z. B. an der Basis und dem Scheitel der Coniferenzapfen, an der Basis der Blütenköpfe der Compositen. Außerdem können noch nachträgliche Änderungen und Verschiebungen durch die Größenzunahme der Achse und der heranwachsenden Seitenglieder herbeigeführt werden.



Fig. 8. Diagramm der alterierend zweizeiligen Stölung.

2. Bilaterale Anordnung.

Bilateral angeordnete Seitenglieder entspringen an zwei einander diametral gegenüberliegenden Seiten der gemeinsamen Achse und bilden somit zwei Zeilen oder Orthostichen. Zumeist stehen die Seitenglieder in den beiden Längszeilen auf abwechselnder Höhe, alternieren (Fig. 8), und man kann somit auch hier eine Spirale konstruieren, welche nach je einem halben Umfange ein Seitenglied trifft und sämtliche vorhandene in ihrer Altersfolge miteinander verbindet; es ist hier aber völlig gleichgültig, nach welcher Richtung wir uns die Spirale gelegt denken wollen. In derartiger Stellung finden wir z. B. die Blätter mancher Moose (Fissidens) und Farne, die Blätter und Zweige vieler Bäume, z. B. der Ulmen, Hainbuchen, Linden, die Blätter der echten Gräser. Nur selten stehen die Glieder beider Zeilen paarweise auf gleicher Höhe, bilden also zweigliederige superponierte Quirle, so z. B. die Blätter mancher Algen (Pterothamnion) und vieler Najadeen, bei letzteren wahrscheinlich infolge nachträglicher Verschiebung.

3. Die dorsiventrale Anordnung

der Seitenglieder kann sich in sehr verschiedener Weise äußern; wir können unterscheiden zwischen solchen Achsen, bei welchen die Seitenglieder überhaupt nur auf einer Seite entspringen, und anderen, welche auf verschiedenen Seiten ungleichartige Seitenglieder erzeugen. Als Beispiel erster Art seien die blütentragenden Zweige der Wicken und verwandten Pflanzen genannt, welche nur auf einer Seite Blüten tragen, ferner der Thallus der Marchantien und ähnlicher Lebermoose, dessen Schuppen und Haare nur auf der Bauchseite entspringen. Ein Beispiel letzterer Art liefert der Stamm von Marsilia, welcher auf der Rückenseite in zwei Zeilen die Blätter, an den Flanken, d. h. links und rechts einander diametral gegenüberliegend die Seitenzweige und auf der Bauchseite die Wurzeln trägt.

Dass auch Quirlbildung bei dorsiventraler Anordnung nicht ausgeschlossen ist, zeigt *Salvinia*, deren Blätter in alternierenden dreizähligen Quirlen so angeordnet sind, dass vier Zeilen auf dem Rücken einander ziemlich genähert, und zwei entferntere Zeilen auf der Bauchseite verlaufen.

Die dorsiventrale Anordnung zeigt dadurch Beziehungen zur bilateralen, dass manche Achsen ihre Seitenglieder bilateral anlegen, aber im fertigen Zustande auf dem Rücken tragen; so entstehen an den kriechenden Stämmen von *Butomus* u. a. die beiden Blattzeilen, welche auf dem Rücken einander sehr genähert sind, ursprünglich rechts und links einander diametral gegenüber. An den Zweigen der *Rotbuche* (in geringem Maße auch bei anderen Bäumen) stehen im fertigen Zustande die beiden Blattzeilen an der Unterseite der Zweige einander genähert, die Seitenzweige hingegen etwas nach aufwärts verschoben.

Die dorsiventrale oder bilaterale Anordnung findet sich nicht selten mit der multilateralen an derselben Pflanze vereinigt, aber auf verschiedene Regionen verteilt. So stehen z. B. bei der *Weißbuche*, *Ulme* u. a. (nicht bei der *Rotbuche* und *Linde*) die Blätter der Hauptachse (der Keimpflanze) multilateral, an den Zweigen dagegen bilateral.

§ 5. **Ausbildung von Verzweigungssystemen.** Die soeben besprochenen Stellungsgesetze gelten für alle seitlich entstehenden Glieder, mögen dieselben unter sich und mit der erzeugenden Achse gleichartig oder ungleichartig sein. In den Fällen jedoch, in welchen Verzweigung stattfindet, d. h. Bildung gleichartiger Glieder, z. B. von Wurzeln an der Wurzel, Seitenzweigen an einem Stamm u. s. w., finden wir in dem gegenseitigen Verhältnis dieser Auszweigungen noch anderweitige Gesetzmäßigkeiten, welche dahin führen, dass wir an den verschiedenartigen Gliedern immer wieder dieselben Typen von Verzweigungssystemen finden. Es handelt sich hier außer den bereits erörterten Stellungsverhältnissen hauptsächlich um die stärkere oder geringere Entwicklung der einzelnen Teile des Verzweigungssystems.

Wir unterscheiden nach der Entstehungsweise der Verzweigungen (s. oben § 3) zunächst *dichotomische* und *monopodiale* Systeme, wobei wir nicht unerwähnt lassen, dass dieselben durch Übergänge miteinander verbunden werden.

1. Bei *dichotomischer* Verzweigung eines Gliedes können sich die beiden Gabelzweige, welche nach oben Gesagtem bei ihrer Entstehung gleich stark sind, entweder

a) auch fernerhin gleich stark entwickeln: die Dichotomie bildet sich gabelig aus (Fig. 9 A). Dabei können wiederum die verschiedenen aufeinanderfolgenden Gabelungen entweder in einer Ebene liegen (wie in Fig. 9 A), z. B. am Thallus mancher Lebermoose (s. z. B. Fig. 136), an den Blättern von *Schizaea dichotoma*; das ganze System wird hierdurch bilateral; oder die aufeinanderfolgenden Gabelungen treten in verschiedenen, meist sich kreuzenden Richtungen auf, — multilateral, z. B. an den Wurzeln von *Selaginella*;

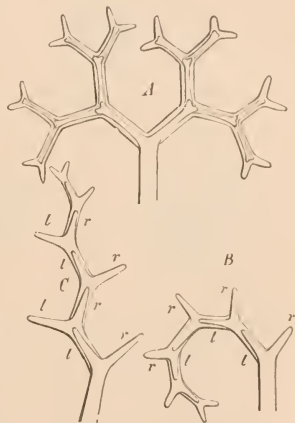


Fig. 9. Schema der dichotomischen Verzweigungssysteme. A gabelige Dichotomie; B schraubelähnliche Dichotomie; es entwickeln sich hier immer die linken Gabeläste (*l*) stärker als die rechten (*r*). C wickelähnliche Dichotomie; es entwickeln sich abwechselnd rechte (*r*) und linke (*l*) Gabeläste stärker (nach Sachs).

oder b) das System wird *sympodial*, wenn bei jeder Gabelung ein Ast sich nachträglich stärker entwickelt, als der andere; die Fußstücke der aufeinanderfolgenden Gabelungen bilden dann scheinbar einen Hauptspross, Scheinachse oder *Sympodium* genannt, an welchem die schwächeren Gabeläste wie seitliche Sprossungen erscheinen (Fig. 9 B und C). Dieses *Sympodium* besteht nun entweder aus den Gabelästen immer derselben Seite (z. B. immer der rechten oder immer der linken, Fig. 9 B); schraubelähnliche Dichotomie, z. B. am Thallus von *Fucus* (s. die letzten

Verzweigungen des unten in Fig. 114 dargestellten Thallus); oder es besteht aus abwechselnd rechten und linken Gabelästen (Fig. 9 C); wickelähnliche Dichotomie, z. B. am Stamm der meisten Selaginellen.

2. Das monopodiale System kommt dadurch zu stande, dass das sich verzweigende Glied in seiner ursprünglichen Richtung fortwachsend seitliche Auszweigungen in progressiver Reihenfolge erzeugt; es bildet also für alle Seitenzweige das gemeinsame Fußstück, daher heißt das ganze System Monopodium. Dasselbe kann sich entweder:

a) racemös ausbilden, wenn die Mutterachse sich fortan stärker entwickelt als alle Seitenachsen, zahlreiche Seitenachsen gleichen Grades erzeugt, und sich auch jede Seitenachse bezüglich ihrer Seitenachsen höherer Ordnung ebenso verhält, so z. B. die Stämme der Tannen, Fichten u. s. w. (multilateral), die Blätter der meisten Farne (z. B. *Aspidium filix mas*), vieler Doldengewächse (z. B. gelbe Rübe) (bilateral);

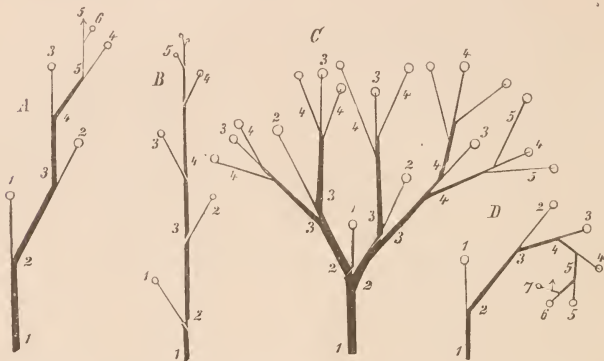


Fig. 10. Schematische Darstellung der cymösen Verzweigungssysteme; A und B Fächer, C Dichasium, D Sichel (nach Sachs). Denkt man sich die Zweige nicht in der Ebene des Papiers, sondern daraus hervortretend, so veranschaulichen A und B die Wickel, D die Schraubel.

oder b) cymös, wenn jede anfangs schwächere Seitenachse frühzeitig anfängt, stärker zu wachsen als ihre Hauptachse oberhalb ihrer Ursprungsstelle, und sich auch mehr verzweigt, so dass die Entwicklung des Verzweigungssystems auf Achsen immer höherer Grade übergeht. Dabei kommt entweder:

a) keine Scheinachse zu stande; nämlich zwei oder mehr Seitenachsen entwickeln sich nach verschiedenen Richtungen hin stärker als die Mutterachse, aber unter sich annähernd gleich stark (Fig. 10 C), während die Mutterachse bald zu wachsen aufhört. Das Verzweigungssystem sieht, wenn die Anzahl der geförderten Seitenachsen zwei beträgt, einer Dichotomie entfernt ähnlich und wird als falsche Dichotomie, besser als Dichasium bezeichnet, bei Mehrzahl der geförderten Seitenachsen als Polychasium. Wiederholt sich diese Verzweigung in mehreren Graden,

so liegen die einzelnen Dichasien entweder alle in einer Ebene (z. B. am Stamme der Mistel, *Viscum*), oder meistens in verschiedenen Ebenen: weitere Beispiele hierfür liefern die Blütenstände der Wolfsmilcharten, die Zweige von *Syringa*, an welchen gewöhnlich die Endknospe verkümmert, und die beiden obersten Seitenknospen sich weiter entwickeln, ähnlich *Rhamnus cathartica*, deren Endknospe in einen Dorn übergeht.

Oder β) es entsteht eine Scheinachse, ein *Sympodium*, wenn jedesmal nur eine Seitenachse sich stärker entwickelt, also z. B. in Fig. 10 A die Seitenachse 2 stärker als das obere Ende der Mutterachse 1 u. s. f. Die stärkere Entwicklung ist in der Figur durch stärkere Linien angedeutet. Beispiele für diese Sympodienbildung finden sich an zahlreichen unterirdischen Stämmen, so von *Polygonatum* u. a. (s. unten § 12 Fig. 22 B), welche sich jährlich mit ihrer Spitze über die Erde erheben, während ein Seitenzweig unter der Erde die bisherige Wachstumsrichtung fortsetzt; ferner kommt ähnliches, wenn auch nicht in ganz reiner Form, an den Zweigen vieler Holzgewächse vor (s. unten § 12). Zahlreiche Beispiele für sympodiale Ausbildung liefern sodann die später (IV. Teil) zu behandelnden Blütenstände; man unterscheidet hier

1. Sympodien, deren sämtliche Zweige in einer Ebene liegen:

a) die Fächerel, wenn die geförderten Seitensprosse abwechselnd nach zwei entgegengesetzten Richtungen entspringen (Fig. 10 A, B),

b) die Sichel, wenn dieselben stets nach einer Seite hin auftreten (Fig. 10 D), und

2. Sympodien, deren aufeinanderfolgende Verzweigungsebenen verschiedene Richtungen besitzen:

a) die Wickel entspricht der Fächerel und

b) die Schraubel entspricht der Sichel.

§ 6. **Verwachsungen.** Es kommt vor, dass die ursprünglich freien Ränder von Pflanzenteilen nachträglich mit einander verwachsen, zusammenwachsen, so z. B. die Ränder der zu einem Fruchtknoten sich schließenden Blätter. Viel häufiger indes verstehen wir unter Verwachsung den

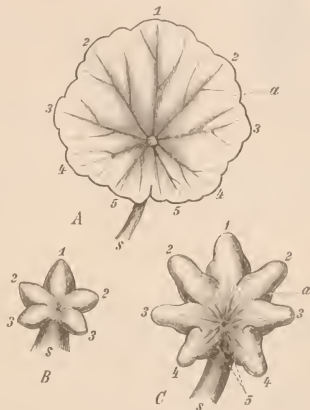


Fig. 11. Blatt von *Hydrocotyle*; A im erwachsenen Zustande, natürl. Größe; B sehr jung, C etwas älter, letztere beiden etwa 50 mal vergr.; s Blattstiel; 1-5 die aufeinanderfolgenden Zweige des Blattes; a weitere Auszweigung an diesen, zuletzt nur als schwache Korbe erscheinend.

Vorgang, dass einzelne Anlagen von Gliedern durch Wachstum ihrer gemeinschaftlichen Basis zu einem Ganzen verbunden werden. So erscheinen z. B. die Zweige des in Fig. 11 dargestellten Blattes, welche im jungen Zustande (Fig. 11 B, C) deutlich hervortreten, durch Wachstum der mittleren Fläche zuletzt nur noch als schwache Vorragungen am Rande einer zusammenhängenden Scheibe.

So entstehen die verwachsenblättrigen Blumenkronen (s. unten im IV. Teil) dadurch, dass die quirliggestellten Blattanlagen durch Streckung ihrer gemeinschaftlichen Basis (Fig. 12 A, r) emporgehoben werden und die Lappen an der Spitze einer Röhre bilden (Fig. 12 B); ähnliches findet sich an den Perianthien der Moose.

In gleicher Weise können auch in ungleicher Höhe entspringende Anlagen miteinander verwachsen, so die Staub- und Kronenblätter mancher Blüten, selbst ungleichartige Glieder, wie die Blätter mit den in ihren Achseln entspringenden Zweigen des Stengels.

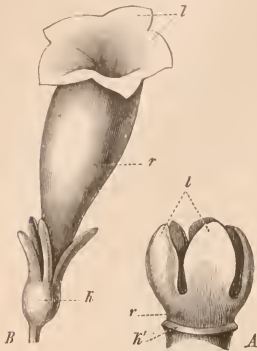


Fig. 12. Blüte von *Petunia*: A sehr jung, etwa 50mal vergr.; B erwachsen, in natürl. Größe; k der Kelch, k' Stelle des weggeschnittenen Kelches, r Röhre, l Lappen der Krone.

Anhang.

Zur Bezeichnung der Gestalt der Pflanzenteile werden in der beschreibenden Botanik eine Anzahl von Ausdrücken gebraucht, von welchen die wichtigsten und nicht ohne weiteres verständlichen hier angeführt seien.

1. Der Umriss flächenartiger Gebilde, z. B. der Blätter, aber auch von multilateralen Körpern, wie Früchten u. dgl., heißt *linealisch* (*linearis*), wenn die Ränder annähernd parallel verlaufen (z. B. Blätter der meisten Gräser). Schneiden sich die gekrümmt verlaufenden Ränder an beiden Enden in einem Winkel, so heißt der Umriss *lanzettlich* (*lanceolatus*) oder *elliptisch*, je nachdem der Längsdurchmesser die Breite mehrfach übertrifft oder nur doppelt so groß ist. Verlaufen hingegen die gekrümmten Ränder an beiden Enden gleichmäßig zugerundet, so gelten ebenso wie vorhin die Ausdrücke *länglichlich* (*oblongus*) und *oval* (*ovalis*). Liegt der größte Breitendurchmesser dem Grunde näher, so heißt der Umriss *eiförmig* (*ovatus*), wenn aber der Spitze näher: *verkehrteiförmig* (*obovatus*).

2. Die Spitze ist *spitz* (*acutus*), *stumpf* (*obtusus*), *zugespitzt* (*acuminatus*), d. h. in eine besondere Spitze vorgezogen; *bespitzt* (*apiculatus*), d. h. mit einer aufgesetzten Spitze versehen; *gestutzt* (*truncatus*), d. h. durch eine gerade Querlinie abgeschnitten; *ausgerandet* (*emarginatus*) mit einer Ausbuchtung in der stumpfen Spitze; *verkehrtherzförmig* (*obcordatus*) mit einem tiefen Einschnitt zwischen zwei gerundeten Lappen.

3. Für die Basis, für welche ebenso mehrere der ebengenannten Bezeichnungen gelten, ist noch hinzuzufügen: *herzförmig* (*cordatus*); *spießförmig* (*hastatus*) mit querabstehenden spitzen Lappen; *pfeilförmig* (*sagittatus*) mit rückwärts divergierenden Lappen.

4. Der Rand heißt *ganzrandig* (*integerrimus*), wenn keine Einschnitte oder Vorsprünge vorhanden sind; mit unbedeutenden Vorsprüngen heißt er *gekerbt* (*crenatus*) mit stumpfen Vorsprüngen; *gezähnt* (*dentatus*) mit spitzen gerade

abstehenden; gesägt (serratus) mit vorwärts gerichteten Vorsprüngen. — Sind tiefere Einschnitte vorhanden, so heißt ein Gebilde (z. B. ein Blatt, ein röhrig verwachsener Kelch) gelappt (lobatus), wenn die Einschnitte nicht bis zur Mitte reichen, gespalten (fissus), wenn sie bis zur Mitte, geteilt (partitus), wenn sie beinahe bis zum Grunde reichen.

Zweites Kapitel.

Glieder des Pflanzenkörpers.

§ 7. **Allgemeines.** Suchen wir nunmehr die einzelnen Glieder des Pflanzenkörpers ihrer Gestalt nach zu unterscheiden und die allgemeinen Züge, welche bei verschiedenen Pflanzen und Pflanzenklassen wiederkehren, herauszufinden, so müssen wir zunächst von den eigentlichen Fortpflanzungsorganen absehen; denn diese sind für die einzelnen Abteilungen des Pflanzenreiches so verschieden, dass sie nicht ohne weiteres miteinander in Vergleich gesetzt werden können. Wir fassen daher hier nur den Vegetationskörper der Pflanze ins Auge und finden, indem wir von der Funktion zunächst abstrahieren und die Entstehungsweise seiner Teile, sowie den Vergleich verwandter Pflanzen zu Grunde legen, vier verschiedene Arten von Gliedern:

Stamm, Blatt, Wurzel und Haargebilde.

Der Stamm nebst seinen Zweigen trägt die an seinem fortwachsenden Ende erzeugten Blätter.

Die Blätter entstehen stets in progressiver Reihenfolge, immer exogen, und nehmen immer eine andere Gestalt an, als der sie erzeugende Stamm und dessen Seitenzweige.

Die echten Wurzeln, eine Eigentümlichkeit der höher organisierten Pflanzen, erzeugen niemals Blätter, entstehen endogen und sind an ihrem Scheitel mit einem eigentümlichen Gewebe, der Wurzelhaube bedeckt.

Als Haarbildungen fasst man die aus der Oberhaut oder auch den äußeren Schichten entstehenden Haare, Stacheln u. dgl. zusammen, welche an Stämmen, Blättern und Wurzeln auftreten können.

Diese viererlei Glieder sind aber hinsichtlich ihrer Beteiligung am Aufbau des Pflanzenkörpers nicht gleichwertig. Wie schon aus obigen Definitionen hervorgeht, bilden Stamm und Blätter ein zusammengehöriges Ganzes, das wir als Spross bezeichnen. Der Spross entsteht bei der Bildung eines neuen Pflanzenindividuum zuerst; ein Spross oder häufiger ein System von Sprossen bildet die Grundlage des Pflanzenkörpers; an den Sprossen werden die Wurzeln, Haargebilde und Fortpflanzungsorgane erzeugt.

Bei niedriger organisierten Pflanzen (vielen Algen, Pilzen, manchen Moosen, auch bei Lemna) finden wir an Stelle des Sprosses einen Körper, welcher keine Differenzierung in Stamm und Blatt besitzt; er wird Thallus

genannt und trägt ebenso, wie sonst der Spross, Haare (zuweilen Wurzeln) und Fortpflanzungsorgane. Es kann aber auch, von den Fortpflanzungsorganen abgesehen, dem Thallus jede Differenzierung ungleichartiger Glieder mangeln, so z. B. bei vielen Pilzen.

Je nach der Funktion im Leben der Pflanze können nun diese Glieder verschiedene Ausbildung erfahren; so sind z. B. diejenigen Blätter der Phanerogamen, welche die Fortpflanzungsorgane tragen, die Staub- und Fruchtblätter, von ganz anderer Gestalt, als die übrigen Blätter der gleichen Pflanze; einige Blätter, oder in anderen Fällen Seitenzweige des Stammes, bilden sich zu Ranken oder zu stechenden Dornen um u. s. w. Diese Verschiedenheit der Ausbildung je nach der Funktion bei gleicher Entstehungsweise bezeichnen wir als Metamorphose und sagen z. B.: die Ranken der Wicken, die Dornen von *Berberis* sind metamorphosierte Blätter; denn sie entstehen in derselben Weise, wie die Blätter, und stehen an derselben Stelle, wo sich bei verwandten Pflanzen ein Blatt befindet.

Es darf schließlich nicht unerwähnt bleiben, dass Übergänge zwischen den verschiedenen Gliedern existieren; so finden wir nicht bloß schrittweise Übergänge vom Thallus zum beblätterten Stamm, von Haargebilden zu Blättern, sondern wir wissen auch, dass in einigen seltenen Fällen einzelne Glieder direkt die Charaktere eines anderen annehmen können, dass z. B. Wurzeln in Stämme sich umbilden.

§ 8. Die Entstehung der Sprosse. Es ist vor auszuschicken, dass der Jugendzustand des Sprosses, in welchem Stamm und Blatt ihre definitive Größe und Gestalt noch nicht erreicht haben, als Knospe (*Gemma*) bezeichnet wird; in derselben stehen die jungen Blätter meist dichtgedrängt und neigen sich gewöhnlich über die Stammspitze zusammen (s. oben Fig. 2). Das fortwachsende Ende eines Sprosses heißt demnach End- oder *Terminalknospe*; sie geht entweder allmählich in den ausgewachsenen Spross über (so bei vielen krautartigen Sprossen), oder ist infolge periodischen Stillstands in der Entwicklung gegen die ältere Region scharf abgegrenzt, so am deutlichsten die Winterknospen der Bäume. *Seitenknospen* sind die noch ganz im Jugendzustand befindlichen seitlichen Zweige des Sprosses.

Normale Entstehung von Sprossen findet, abgesehen von der Bildung eines neuen Pflanzenindividuums, nur an anderen Sprossen durch Verzweigung statt. In sehr vielen Fällen besteht eine gesetzmäßige Beziehung zwischen dem Ort der Entstehung neuer Sprosse und den Blättern des Muttersprosses. So entstehen dieselben bei den höheren Pflanzen (den Phanerogamen und manchen Farnen), ferner bei einigen Algen *axillär*, nämlich in den Blattachseln, d. h. unmittelbar vor einem Blatt, dem *Stütz- oder Tragblatt*; sie entstehen hier schon mit der Anlage des Blattes (s. Fig. 2 *kn*) und zwar mit wenigen Ausnahmen (in den Blüten, an den Sprossen vieler Nadelhölzer) in der Achsel jedes Blattes. In der Regel trägt alsdann jedes Blatt nur einen Achselspross, bisweilen jedoch deren mehrere, so mehrere nebeneinander an den Zwiebeln von *Muscari*, den Blüten-

ständen von *Musa*, mehrere übereinander bei *Lonicera*, *Juglans* u. a. Bei den Moosen und manchen Farnen (z. B. Adlerfarn) stehen die Seitenknospen unmittelbar neben oder hinter einem Blatte. Als Ausnahmen von dieser sehr allgemeinen Abhängigkeit der Sprossbildung von den Blattinsertionen sind zu nennen die durch Dichotomie entstehenden Sprosse (*Selaginella*), ferner jene dorsiventralen Stämme, deren Seitensprosse auf anderen Seiten als die Blätter entspringen (*Marsilia*, *Polypodium*).

Nicht alle als Knospen angelegten Seitensprosse brauchen sich auch wirklich zu Zweigen zu entwickeln; so bleiben z. B. die Achselknospen der untersten Blätter jedes Jahrestriebes an den meisten Bäumen in der Regel unentwickelt; sie werden nur infolge von Verletzungen, welche die übrigen Knospen entfernen, oder wenn die oberen Teile absterben, zur Entfaltung angeregt. Solche Knospen, welche lange Zeit, oft viele Jahre lang sich nicht entfalten, heißen schlafende Knospen; Sprosse, die später daraus hervorgehen (z. B. die sog. Wasserreiser an älteren Bäumen), werden zweckmäßig als Präventivsprosse bezeichnet.

Adventiv entstehen Sprosse an älteren Stämmen, auch auf Wurzeln (z. B. *Monotropa*, die sogen. Wurzelbrut der Pappeln und anderer Bäume), selbst auf Blättern (z. B. von *Bryophyllum*, manchen Farnen).

§ 9. Die Gestalt des Stammes im Allgemeinen. Die Gestalt der Stammgebilde wird in erster Linie durch die gegenseitige Entfernung der zugehörigen Blätter beeinflusst. Bleiben die zwischen den einzelnen Blättern liegenden Stammstücke auch im Verlaufe der Entwicklung kurz, wie sie im Knospenzustande gewöhnlich sind, so ist eine eigentliche Oberfläche des Stammes nicht oder kaum vorhanden, so z. B. in den Blattrosetten des Wegetritts, des Hauswurz, mancher Moose, vieler Farne wie *Aspidium filix mas*, in den Blätterbüscheln der Lärche, in den meisten Blüten. In vielen anderen Fällen aber erfahren die zwischen den einzelnen Blättern liegenden Stammstücke eine bedeutende Streckung, so dass die Blätter auseinandergerückt werden; die gestreckten Partien heißen dann Internodien oder Stengelglieder (z. B. an den meisten Baumzweigen); die Grenze zwischen denselben, d. h. diejenige Querzone, auf welcher ein Blatt oder mehrere einen Quirl bildende Blätter entspringen, heißt Knoten und ist nicht selten in hervorragender Weise ausgebildet, besonders bei quirlig gestellten Blättern (z. B. bei Labiaten, Schachtelhalmen, Characeen) oder bei stengelumfassenden Blättern (z. B. Gräser, Doldengewächse). Derjenige Teil der Stengeloberfläche, von welchem das Blatt entspringt, heißt die Insertion und ist an denjenigen Stammgebilden, welche ihre Blätter regelmäßig abwerfen, wie aller Holzgewächse, von Farnen am Stamm von *Polypodium*, als sogen. Blattnarbe auffällig bemerkbar.

Die Stammgebilde sind vorherrschend multilateral gebaut, zumeist eylindrisch oder prismatisch. Die Kanten prismatischer Stämme stehen gewöhnlich mit der Anordnung der Blätter im Zusammenhang, wie am deutlichsten die bei decussierter Blattstellung so häufigen vierkantigen Stengel zeigen. Doch giebt es auch Stammgebilde, welche deutlich dorsiventral

gebaut sind und im extremsten Falle sogar bei flüchtiger Betrachtung wie Blätter erscheinen, so die unten § 12 zu besprechenden Phyllocladien.

Die Ausbildungsformen der Stammgebilde hängen so vielfach mit jenen der Blätter zusammen, dass sie erst nach deren Schilderung betrachtet werden können; s. unten § 12.

§ 10. Die Gestalt des Blattes im Allgemeinen. Das Blatt ist seiner Gestalt nach zumeist flach ausgebreitet, dorsiventral. Es lässt sich alsdann durch eine auf seiner Fläche senkrechte Ebene, die Medianebene, welche man durch die Spitze und den Insertionspunkt legt, und welche die Längsachse des Blattes in sich enthält, in zwei einander ähnliche Hälften teilen. Meist sind diese rechte und linke Hälfte einander gleich, wie Objekt und Spiegelbild, wie rechte und linke Hand: das Blatt heißt dann symmetrisch. Unsymmetrische Blätter, deren Hälften erhebliche Verschiedenheiten zeigen, finden sich z. B. bei der Ulme, besonders auffällig bei Begonia. Die beiden Flächen des Blattes, die obere (innere) und untere (äußere), sind gewöhnlich von einander in Struktur, Farbe, Behaarung u. s. w. verschieden. In der Regel liegt die Flächenausbreitung quer zur Medianebene, also auch quer zur Längsachse des Stengels; doch wird diese ursprüngliche Lage durch spätere Drehungen häufig verändert, bei discussierter Blattstellung (z. B. Philadelphus) oder zweizeiliger (z. B. Buche, Ulme) drehen sich an den wagerechten oder schrägen Zweigen die Blätter oft so, dass ihre oberen Flächen sämtlich in eine Linie zu liegen kommen; an den horizontalen Zweigen der Weißtanne drehen sich die rings um den Zweig gestellten Blätter so, dass ihre Oberseiten sämtlich zenithwärts schauen.

Wenn auch die dorsiventrale Gestalt der Blätter als die häufigste bezeichnet werden kann, so ist sie doch durchaus nicht wesentlich; es giebt zahlreiche Blätter von fadenförmiger Gestalt, so bei vielen Algen (Bryopsis, Florideen, Characeen), sowie prismatische (die sog. Nadeln der Fichte), annähernd cylindrische (Arten von Sedum, Mesembryanthemum), dabei zugleich röhrlige (Allium, Juncus). Seltener ist die schwertförmige Gestalt (z. B. Schwertlilie), d. h. die Ausbreitung des Blattes fällt in die Medianebene selbst; während in genanntem Falle die Insertion des Blattes am Stamm in normaler Weise quer verläuft, steht dieselbe nebst der Blattfläche bei manchen Moosen (Blasia, Schistostega) longitudinal.

Die oben als häufigstes Vorkommnis bezeichnete Flächenausbreitung betrifft in vielen Fällen das Blatt in seiner Gesamtheit, so dass dieses von seiner Basis bis zur Spitze eine einzige ungliederte Ausbreitung, Spreite (lamina), vorstellt, so bei fast allen Moosen, den meisten Lycopodinen und Coniferen, auch z. B. bei der Tabakpflanze. In anderen Fällen jedoch wird diese Spreite getragen von einer schmalen, meist halbcylindrischen Strecke des Blattes, dem Blattstiel (petiolus).

Ein Blatt, dessen Spreite ohne Stiel unmittelbar am Stengel entspringt, heißt sitzend (folium sessile); stengelumfassend (amplexicaule) oder halbstengelumfassend (semiaimplexicaule) heißt es, wenn es an der Insertion um den ganzen

oder halben Stengelumfang greift (Fig. 43 A); durchwachsen (perfoliatum) wird es genannt, wenn die Ränder des Blattes an der der Insertion gegenüberliegenden Seite des Stengels mit einander verwachsen sind (Fig. 43 B). Tritt eine ähnliche Steigerung des Wachstums an der Basis zweier gegenständlicher Blätter ein, so erscheinen diese als zusammengewachsen (connata, Fig. 43 C). Auch die Basis einer gestielten Spreite kann sich über den Ansatz des Stieles hinaus entwickeln, so dass dieser scheinbar aus der Unterfläche der Spreite entspringt (Fig. 11) — schildförmiges Blatt (peltatum) z. B. der Kapuzinerkresse, *Tropaeolum*.

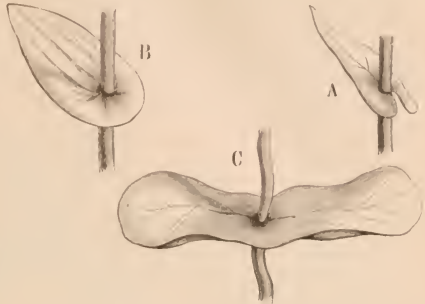


Fig. 13. A umfassendes Blatt von *Thlaspi perfoliatum*; B durchwachsenes Blatt von *Bupleurum rotundifolium*; C zusammengewachsene Blätter von *Lonicera Caprifolium*.

Abgesehen von der Sonderung in Stiel und Spreite kann aber auch der Blattgrund, die dem Stengel zunächst angrenzende Region des Blattes, besondere Ausbildung erfahren.

Derselbe erscheint häufig in Form einer röhrenförmigen oder scheidenartigen Ausbreitung, der Scheide (vagina, Fig. 14 v), welche an ihrer Insertion den Stengel ganz oder zum größten Teile umfasst. Während sie gewöhnlich oberseits offen ist oder nur durch Übereinandergreifen der freien Ränder röhrenförmig wird, kann sie durch Streckung ihrer den Stengel umfassenden Basis zu einer ringgeschlossenen Röhre werden (z. B. Halbgräser und einige echte Gräser). Je nach Ausbildung der vorderen Region des Blattes grenzt die Scheide vorne an den Blattstiel (Fig. 14) oder an die Spreite (z. B. Gräser, Fig. 15 A).

Ein anderes Produkt des Blattgrundes sind die Nebenblätter (stipulae), nämlich ein Paar von Auszweigungen beiderseits der Blattbasis, welche besonders häufig an solchen Blättern auftreten, welche keine eigentliche Scheide besitzen, indessen auch einem scheidenartig verlängerten Blattgrunde als ein Paar Spitzen aufsitzen können (z. B. Rose).

Sie sind öfters an Konsistenz und Farbe der Blattspreite ähnlich, wie bei den Weiden, der Erbse (Fig. 15 C), dem Ackerveilchen, den einheimischen Rubiaceen, hier verzweigt; bei anderen Pflanzen dagegen sind sie bleich oder braun und fallen bald nach der Entfernung der Blätter ab (z. B. Buche, Ulme, Linde). Ihre ursprüngliche Stellung an beiden Seiten des Blattgrundes wird zuweilen durch nachträgliche Verschiebungen verändert, so dass sie in der Blattachsel, oder

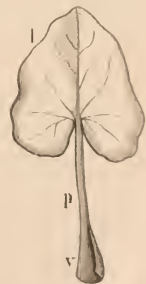


Fig. 14. Blatt von *Ranunculus Ficaria*, r Scheide, p Stiel, l Spreite (natürliche Größe).

dem Blatte gegenüber (z. B. Astragalus) erscheinen. Durch Verwachsung können sie eine Röhre bilden (z. B. Platane, Polygonen); auch die benachbarten Stipulae quirlständiger Blätter können mit einander verwachsen, z. B. Hopfen, Außenkelch der Rosaceen).

Als Ligula, Blatthäutchen, wird ein Auswuchs bezeichnet, der sich an der oberen Fläche der Blätter, gewöhnlich am Grunde der Spreite bei wenigen Pflanzen findet, z. B. bei den Gräsern (Fig. 15 A, i), Selaginella, an den Blütenblättern von Lychnis.

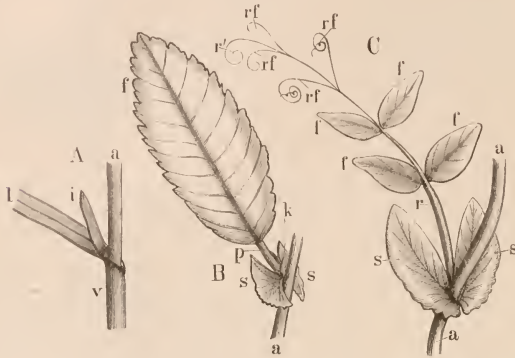


Fig. 15. A Stück eines Grasblattes (von *Poa trivialis*) mit Ligula *i*; *a* der Stengel, *v* die zusammengerollte Scheide, *l* die Spreite des Blattes (nat. Gr.). B Blatt einer Weide, *Salix Caprea*; *a* Zweig, *ss* die Nebenblätter, *p* der Blattstiel, *f* die Spreite, *k* Achselknospe (nat. Gr.). C Blatt der Erbse, *Pisum arvense*; *a* der Stengel, *ss* die Nebenblätter, *r* die Spindel, *ff* die Blättchen, *r/r/r* die oberen in Ranken umgewandelten Blättchen, *r'* das rankenförmige Ende der Spindel (1/5 der nat. Gr.).

In der Spreite vieler Blätter sieht man schon äußerlich strangförmige helle Streifen verlaufen, die sog. Nerven, welche gewöhnlich auf der Unterseite vorspringen und bei der Verwesung längere Zeit widerstehen, als Skelet des Blattes erhalten bleiben. Diese Nerven besitzen einen von der Grundsubstanz des Blattes verschiedenen anatomischen Bau, welcher einstweilen unberücksichtigt bleiben kann, und stehen durch ihre Richtung und Anordnung im engsten Zusammenhange mit der ganzen Gestaltung der Spreite. Nach ihrem Vorkommen und ihrer Anordnung können wir folgende Typen unterscheiden:

1. Nervenlose Blätter, welche die in Rede stehende Differenzierung überhaupt nicht besitzen, so die Blätter der Algen, fast aller Lebermoose und vieler Laubmoose; hingegen dürfen wir nicht hierher rechnen die fleischigen Blätter vieler Phanerogamen (wie Aloe, Crassulaceen u. a.), bei welchen äußerlich keine Nerven sichtbar sind, im Innern aber doch die entsprechenden Strukturdifferenzen existieren;

2. Einnervige Blätter, welche nur von einem einzigen unverzweigten Nerven der Länge nach durchzogen werden; so die Blätter vieler Laubmoose, der Lycopodinen, der meisten Coniferen, von Elodea, Erica u. a.;

3. Mehrnervige Blätter, in deren Spreite zahlreiche Nerven entweder schon von der Basis aus eintreten, oder durch Verzweigung eines oder mehrerer in die Spreite eintretender Nerven zu stande kommen. Die Verzweigung der Nerven ist entweder eine dichotomische (wie bei *Adiantum*

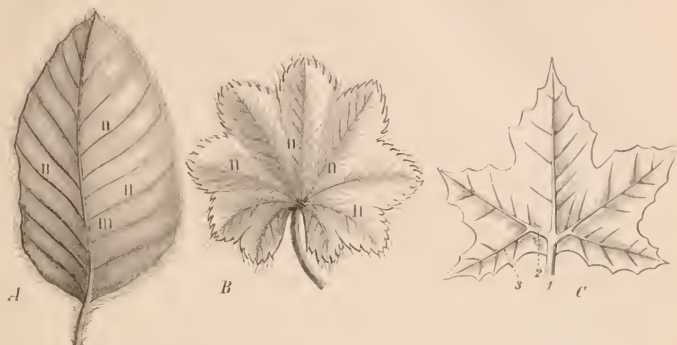


Fig. 16. A Fiedelförmige Nervatur des Blattes der Buche, *Fagus sylvatica*, *m* Mittelnerv, *n* *n* Seitennerven. B handförmige Nervatur des Blattes von *Alchemilla vulgaris* (nat. Gr.). C fußförmige Nervatur des Blattes der Platane ($\frac{1}{3}$ nat. Gr.), 1, 2, 3 Nerven Zweige des ersten, zweiten und dritten Grades.

reniforme und anderen Farnen, bei Ginkgo unter den Coniferen), wobei ein Mittelnerv nicht existiert, oder eine monopodiale, letzteres am deutlichsten da, wo nach racemösem Typus vom Mittelnerven beiderseits zahlreiche, wie der Bart einer Feder abstehende Seitennerven abgehen (Fig. 16 A, auch Fig. 15 B, 17), fiedelförmige Nervatur (*nervi pinnati*). Dem cy-mösen Typus gehört die sog. fußförmige Nervatur (*nervi pedati*) an, bei welcher (seltener die beiden Gabeläste einer Dichotomie, meist) das unterste Paar Seitennerven sich nach Art einer Sichel (Fig. 16 C) weiter verzweigen; sind dabei die Fußstücke der Nerven auf ein Minimum reduziert, so entsteht die handförmige Nervatur (*nervi palmati*), bei welcher die Nerven von der Basis des Mittelnerven ausstrahlen (Fig. 16 B).

Nach dem weiteren Verhalten der Nerven und ihrer Zweige unterscheidet man folgende Formen der Nervatur, welche freilich durch Übergänge verbunden werden:

a) Freie Nervatur, wenn die Nerven oder Nervenäste am Rande des Blattes frei endigen und auch sonst keine Anastomosen eingehen, so z. B. in vielen Farnblättern (Fig. 17), von Coniferen bei Ginkgo, *Araucaria imbricata* u. a., ferner bei den meisten Cycadeen, den Wasserranunkeln u. a.



Fig. 17. Blatt einer jungen Farnpflanze mit freier fiederiger Nervatur; *m* der Mittelnerv, *s* *s* die stärkeren unteren, *n* die schwächeren oberen Seitennerven (3 mal vergr.).

b) Streifige oder parallele Nervatur (Fig. 48); hier laufen zahlreiche dichtgenäherte, unter sich annähernd parallele Nerven gegen die Spitze oder den Rand und legen sich dort bogig von außen nach innen aneinander (Fig. 48a); im Längsverlauf sind sie durch kurze schwache, meist rechtwinkelig ansetzende Äderchen (Fig. 48v) verbunden: diese Form der Nervatur kommt den Blättern der meisten Monokotyledonen, z. B. Gräsern, Lilien, Palmen zu und tritt hier in mehreren, jedoch durch allmähliche Übergänge verbundenen Modifikationen auf. Es treten nämlich bald die Nerven zahlreich ohne nennenswerte weitere Verzweigung in das Blatt ein (z. B. Orchis Morio); bald entspringen sie in sehr spitzem Winkel von einem wenigstens an der Basis stark hervortretenden Mittelnerven und verlaufen gegen die Spitze zu (z. B. Mais und andere Gräser, Draeaenen u. a.), oder sie gehen in fast rechtem Winkel zahlreich vom starken Mittelnerv ab und laufen unter sich parallel gegen den Rand, um sich erst hier gegen die Spitze zu wenden (z. B. Canna, Musa u. a.).

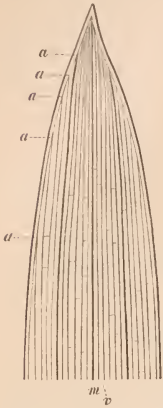


Fig. 18. Spitze eines Grasblattes mit streifiger Nervatur; *m* Mittelnerv, *a* Anastomosen, *v* Äderchen (1mal vergr.).

können. Es ist dies



Fig. 19. Stück eines Blattes von *Salix Caprea*, mit netzaderiger Nervatur; *m* Mittelnerv, *n* stärkere Seitennerven (Rippen), *v* anastomosierende Adern (nat. Gr.).

c) Die netzaderige Nervatur kommt dadurch zustande, dass die Nerven sich in Äste verschieden hoher Ordnungen unter verschiedenen Winkeln verzweigen, und mit einander anastomosieren (Fig. 49), wobei im Inneren der so entstehenden Maschen sowie gegen den Rand zu einzelne freie Nervenendigungen vorkommen. Es ist die vorherrschende Nervatur der Dikotyledonen, welche sich jedoch auch bei einzelnen Monokotyledonen (z. B. Paris, Dioscoreen, Smilax, vielen Araceen) und zahlreichen Farnen findet. Es treten hier gewöhnlich einzelne Nerven, die man als Rippen bezeichnen kann, stärker hervor und stehen in augenscheinlicher Beziehung zur Gestalt und Teilung des Blattes, während dieses für die zarteren anastomosierenden Adern begreiflicher Weise nicht der Fall ist. Die Anordnung dieser Rippen ist dann für die Bezeichnung der Nervatur als fiederförmig, handförmig etc. maßgebend (Fig. 46).

Verzweigung des Blattes findet sich bei nervenlosen, wie bei genervten Blättern; von ersteren seien als Beispiele genannt die Blätter vieler Algen, wie Caulerpa-Arten, Polysiphonia, Chara, ferner die Blätter der meisten Jungermanniaceen (Lebermoose), welche schon ihrer Entstehung nach aus zwei Teilen bestehen, bei einigen Formen (z. B. Trichocolea) in zahlreiche haarförmige Zweige aufgelöst sind. Bei genervten Blättern hängt die Verzweigung aufs innigste mit der Nervatur zusammen, und ist auch in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle bilateral, d. h. die Zweige

liegen wenigstens ursprünglich alle in der Ebene des Blattes; doch findet sich eine Verzweigung aus der Fläche bei den Staubblättern mancher Phanerogamen, an den fertilen Blättern der Ophioglosse (Farne).

Die Auszweigungen erscheinen im fertigen Zustande entweder als einzelne von einander getrennte Spreiten, Blättchen (*foliola*) genannt (*f* in Fig. 20 *B, D, E, F*), welche selbst wieder mit besonderen Stielchen versehen sein können; ein derartiges Blatt heißt zusammengesetzt (*f. compositum*); oder aber die Abschnitte sind am Grunde durch eine mehr oder weniger mächtige Ausbreitung verbunden und erscheinen nur als Teile einer einheitlichen Spreite, welche je nach der Tiefe der Einschnitte als gelappt, gespalten oder geteilt (s. oben S. 15) bezeichnet wird. Dieser Zusammenhang der Auszweigungen kann darauf beruhen, dass die Verzweigung erst in einem späteren Entwicklungsstadium des Blattes erfolgt, er kommt aber auch in vielen Fällen durch nachträglich gesteigertes Wachstum des centralen Teiles des Blattes zu stande (so z. B. Fig. 11, S. 13).

Die Verzweigung tritt am deutlichsten da hervor, wo die noch ganz junge Blattanlage Auszweigungen erzeugt, welche entweder unverzweigt bleiben oder sich in derselben Weise weiter verzweigen. Hier können wir nach dem oben S. 11 im allgemeinen Gesagten dichotomische, racemöse und cymöse Verzweigung unterscheiden.

Die dichotomische Verzweigung des Blattes ist verhältnismäßig selten; als Beispiel sei *Ginkgo biloba* genannt.

Dem racemösen Typus folgen jene Blätter, bei welchen seitliche Auszweigungen in größerer Zahl in akropetaler Entwicklungsfolge entstehen; doch ist ihre Anzahl fast stets eine begrenzte; ein Beispiel der sehr seltenen unbegrenzten Entwicklung bietet die Farngattung *Lygodium*.

Ist die Spreite noch zusammenhängend, so heißt ein solches Blatt *fiedertappig* (*pinnatilobum*), *fiederspaltig* (*pinnatilidum*) oder *fiederteilig* (*pinnatipartitum*); ist sie aber in einzelne Blättchen zerteilt, so heißt das Blatt *kurzweg gefiedert* (*pinnatum*); die Blättchen heißen *Fiedern* (*pinnae*) und stehen an einer stielartigen Mittelrippe, der *Spindel* (*rhachis*). Schließt letztere mit einem Endblättchen ab (Fig. 20 *D, t*), so ist das Blatt *unpaarig gefiedert* (*imparipinnatum*); ist kein Endblättchen vorhanden (Fig. 20 *E*), so heißt es *paarig gefiedert* (*paripinnatum*); je nach der Anzahl der Blättchen ist das Blatt *zwei-, drei-, vierpaarig* (*bi-, trijugum*, u. s. w.). Wenn sich die fiederige Verzweigung in höheren Graden wiederholt, so heißt das Blatt *zweifach* (Fig. 20 *H*) u. s. w. gefiedert (*bi-, tripinnatum*). Sehr kompliziert gebaute Formen, wie bei Farnen, Doldengewächsen, kommen dadurch zu stande, dass die einzelnen Abschnitte gleicher Ordnung sich ungleich stark entwickeln, insbesondere sich desto schwächer entwickeln und verzweigen, je näher sie der Spitze liegen.

Cymös verzweigte Blätter hingegen kommen dadurch zu stande, dass die Abschnitte an ihrem Grunde nach außen hin weitere Abschnitte erzeugen, diese wieder ebenso u. s. w. (s. S. 13, Fig. 11 *B, C*); es sind sonach die beiderseits der Mitte nach außen aufeinanderfolgenden Abschnitte Auszweigungen immer höheren Grades. Je nach dem Verhalten der Nerven am Grunde heißt die Verzweigung *fußförmig* oder *handförmig*. Es kann aber auch die gemeinschaftliche Basis der in cymöser Weise entstandenen Abschnitte nachträglich in die Länge wachsen; es erscheinen dann die Abschnitte wieder seitlich an einer Spindel und das Blatt ist im fertigen

Zustände von einem gefiederten nicht zu unterscheiden (z. B. Rose); das sog. unterbrochengefiederte Blatt (z. B. *Potentilla anserina*) kommt dadurch zu stande, dass bei dieser Streckung noch Abschnitte höherer Ordnung von ihrer Ursprungsstelle hinweggerückt werden und als kleinere Fiedern zwischen den größeren erscheinen.

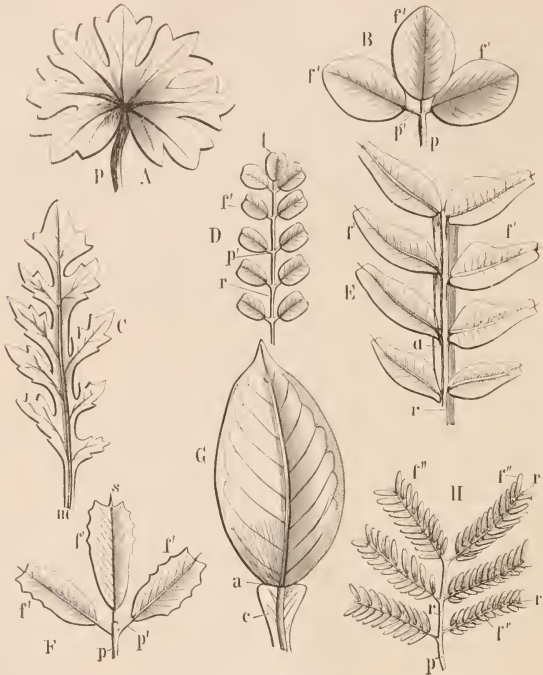


Fig. 20. Verzweigte Blätter; *p* Blattstiel, *p'* Stielchen, *f'* Blättchen, *r* Spindel. *A* handförmig gespaltenes Blatt eines *Geranium*. *B* dreizähliges Blatt des Wiesenklees. *C* fiederteiliges Blatt des Hirtentäschkrauts. *D* unpaarig gefiedertes Blatt von *Hippocrepis comosa*. *t* das Endblättchen. *E* paarig gefiedertes Blatt von *Pistacia lentiscus*, *a* Flügel der Rhachis. *F* dreizählig gefiedertes Blatt von *Medicago*. *G* Blatt der Orange; die Gliederung *a* zwischen der Spreite und dem geflügelten Blattstiel *c* deutet an, dass die Spreite das Endblättchen eines gefiederten Blattes ist, dessen Seitenblättchen fehlen. *H* doppelt (paarig) gefiedertes Blatt einer Akazie, *r'* sekundäre Spindeln, *f''* Blättchen.

Abgesehen von den zuletzt erwähnten gefiederten Blättern heißt das cymös verzweigte Blatt bei zusammenhängender Spreite handförmig gelappt (*palmatilobum*, s. z. B. Fig. 46 *B*) bis geteilt, beziehungsweise fußförmig gelappt (*pedatifidum*, s. z. B. Fig. 46 *C*) u. s. w. Entspringen getrennte Blättchen radienartig von der Spitze des Stieles, so heißt es gefingert (*palmatum*), und zwar nach der Anzahl der Blättchen drei-, fünf-zählige (*ternatum*, *quinatum*) u. s. w.; wiederholt sich dieselbe Anordnung in höheren Graden, so wird das Blatt doppeldreizählig (*biternatum*) u. s. w. Ebenso giebt es fußförmig fünf- u. s. w. zählige Blätter, z. B. bei manchen Brombeeren.

Das dreizählige Blatt lässt seiner Entstehungsweise nach seine Zugehörigkeit zum racemösen oder cymösen Typus nicht erkennen; ob im konkreten Falle ein einpaarig gefiedertes Blatt oder ein handförmig dreizähliges Blatt vorliegt, ergibt sich aus dem Vergleich verwandter Pflanzen, bei welchen die Verzweigung reichlicher ist, ferner aus dem gelegentlichen Auftreten zahlreicherer Abschnitte (die z. B. beim roten Wiesenklees bei Vier-, Fünzfahl u. s. w. in handförmiger Anordnung erscheinen), sowie endlich aus der Lage der bei vielen zusammengesetzten Blättern vorhandenen gelenkartigen Einschnürung am Grunde der Blättchen; der Umstand, dass an dem Fig. 20 *F* dargestellten Blatt diese Artikulation des mittleren Blättchens über der Insertion der beiden seitlichen liegt, zeigt nämlich, dass hier ein einpaarig gefiedertes Blatt vorliegt, in Fig. 20 *B* hingegen ein handförmig dreizähliges.

Im Gegensatz zu der besprochenen Verzweigung der ganz jungen Blattanlage kommt aber auch die Bildung von Auszweigungen in vorgeschrittenen Entwicklungsstadien vor; so entstehen bei den Ulmen, der Hasel u. a. an dem heranwachsenden Blatte seitliche Auszweigungen, die zuletzt als Zähne des Blattrandes erscheinen; so bildet das Blatt vieler Cruciferen, von Valeriana, Scabiosa u. a. an seinem Grunde in basipetaler Folge Auszweigungen, welche das Blatt zu einem fiederlappigen bis fiederteiligen machen. — Während die eben erwähnten Zähne des Blattrandes als Auszweigungen des Blattes aufzufassen sind, kann dies für solche Zähne, die erst ganz zuletzt ohne Beziehung zur Nervatur auftreten, nicht der Fall sein; letzterer Art sind z. B. die Zähne bei vielen Moosen (z. B. *Mnium serratum*), bei Najas, Coniferen. —

Die gegenseitige Lage und Gestalt der Blätter in der Knospe bietet ebenfalls charakteristische Eigentümlichkeiten.

Je nachdem sie mehr oder weniger in die Breite wachsen, stoßen benachbarte Blätter entweder bloß mit ihren Rändern aneinander (klappige Knospenlage, *praefoliatio valvata*), oder sie greifen mit ihren Rändern übereinander (deckende Knospenlage, *pr. imbricativa*). Mit Rücksicht auf die Gestalt des einzelnen Blattes in der Knospe (*vernatio*) unterscheidet man die flache Knospenlage (*v. plana*), die gefaltete (*v. duplicativa*), wenn das Blatt an der Mittelrippe nach vorn zusammengelegt ist (z. B. Bohne); die mehrfach gefaltete (*v. plicativa*), wenn das Blatt in zahlreiche longitudinale oder schräge Falten gelegt ist (z. B. Buche); die zerknitterte (*v. corrugativa*), wenn Falten und Unebenheiten nach allen Richtungen vorkommen (z. B. Blütenblätter des Mohns); die eingerollte (*v. involutiva*), wenn die Seitenränder gegen die Oberseite zu eingerollt sind (z. B. Veilchen); die zurückgerollte (*v. revolutiva*), wenn sie gegen die Unterseite gerollt sind (z. B. Ampfer); die zusammengerollte (*v. convolutiva*), wenn das ganze Blatt in einer Richtung tütenförmig zusammengerollt ist (z. B. Canna), und die schneckenförmig gerollte (*v. circinata*), wenn das Blatt von der Spitze gegen die Basis zu eingerollt ist (z. B. Farnkräuter); die gedrehte Knospenlage (*v. contorta*) endlich beruht darauf, dass alle Blätter nach einer Richtung, einander deckend, gedreht sind (z. B. Blütenblätter des Immergrün).

§ 11. Die Ausbildungsformen des Blattes. Je nach der Funktion im Leben der Pflanze und in Beziehung zu den äußeren Lebensbedingungen erfahren die Blätter verschiedenartige Ausbildung. Wir unterscheiden folgende Formen, welche indes durch Übergänge verbunden sind; denn es sind die Funktionen nicht immer auf verschiedene Blätter verteilt; das nämliche Blatt kann entweder nach einander zu verschiedenen Zeiten, oder gleichzeitig mit verschiedenen Teilen verschiedenen Verrichtungen dienen;

es ist mit anderen Worten die Arbeitsteilung nicht immer streng durchgeführt. Die verbreitetste und zugleich ursprünglichste Ausbildungsform, von welcher sich die übrigen ableiten lassen, bilden die

4. Laubblätter, gewöhnlich kurzweg Blätter genannt. Sie zeichnen sich durch die vorherrschend grüne Farbe aus und sind ihrer Verrichtung im Ernährungsprozess entsprechend (s. § 49) auf die Ausbreitung am Sonnenlichte angewiesen. Je größer sie sind, desto geringer ist ihre Anzahl. Sie besitzen fast stets eine entwickelte Spreite von flacher, seltener multilateraler Gestalt und zeigen in deren Gestaltung die im Vorstehenden näher geschilderte Mannigfaltigkeit.

Ihre Konsistenz steht mit ihrer Lebensdauer und der Lebensweise in Zusammenhang; die meisten Blätter, mit krautiger Konsistenz, haben nur einjährige Lebensdauer und sterben im Herbste samt den Stengeln ab oder fallen ab; die derberen Blätter von lederartiger Konsistenz (aber auch manche dünnere, bei Moosen u. a.) überdauern den Winter, um entweder mit Entfaltung der neuen Blätter abzufallen (z. B. *Ligustrum*) oder mehrere Jahre zu leben (z. B. *Hex*, *Buxus*, die meisten unserer Nadelhölzer, deren Nadeln bis 12 Jahre [Weißtanne] leben können). Fleischige Blätter finden sich bei Pflanzen trockener Standorte und Klimate, so bei *Aloe*, *Sedum* u. a.

Bemerkenswert ist der Umstand, dass zuweilen am gleichen Spross Laubblätter von ungleicher Gestalt vorkommen. So sind häufig die ersten Blätter junger Pflanzen von anderer, meist einfacherer Gestalt, als die späteren, und verraten größere Ähnlichkeit mit der Gestalt an verwandten Pflanzen. Manche Wasserpflanzen zeigen eine Verschiedenheit der im Wasser untergetauchten von den auf dem Wasserspiegel schwimmenden Blättern; so sind bei manchen Arten von *Potamogeton* erstere schmal bandförmig, letztere breit elliptisch; bei mehreren wasserbewohnenden Arten von *Ranunculus* sind erstere feingeschlitzt, letztere mit kreisrunder zusammenhängender Spreite versehen.

Phyllodien heißen die bei manchen Arten von *Acacia* und *Oxalis* vorkommenden Blattstiele, welche unter Verbreiterung in Richtung der Medianebene die Funktion der Spreite übernehmen, welche letztere nicht (wohl aber an den Blättern junger Pflanzen) zur Entwicklung gelangt.

Auffallende Formen von im allgemeinen hohler Gestalt nehmen diejenigen Laubblätter gewisser Pflanzen an, welche unbeschadet ihrer Laubblattfunktion außerdem zum Fang kleiner Tierchen dienen (vergl. auch unten § 51); so werden die ganzen Blätter schlauchförmig bei *Saracenia*, die Spitze des Blattes krugförmig bei *Nepenthes*, einzelne Abschnitte blasenartig bei *Utricularia*.

2. Blattranken sind Blätter oder Blattteile, welche ohne Spreitebildung stielartige Gestalt und die Fähigkeit besitzen, sich um andere Gegenstände spiralförmig zu rollen, und dadurch zur Befestigung der Pflanze zu dienen (s. auch § 62). Während bei Arten von *Clematis* diese Funktion von den Laubblättern selbst durch die entsprechende Fähigkeit der Spindel und der Stielehen ausgeübt wird, finden wir bei den Wicken und Erbsen eine Arbeitsteilung derart, dass die vorderen Blättchen des gefiederten

Blattes zu Ranken umgebildet sind (Fig. 15 *Crf*); bei *Lathyrus Aphaca* ist dies für alle Blättchen der Fall; hier übernehmen die Nebenblätter die Funktion der Laubblätter.

3. Blattdornen sind Blätter oder Blattteile, welche sich in spitze, harte, verholzte Körper, Dornen (*spinac*) umbilden. Dornige Zähne finden sich schon an echten Laubblättern (z. B. *Hex*, *Disteln*), zu einem bleibenden Dorn wird bei Arten von *Caragana* und *Astragalus* die Spindel des gefiederten Blattes nach dem Abfallen der grünen Blättchen; die Nebenblätter werden dornig bei *Robinia Pseudacacia*; endlich ganze Blätter an den Langtrieben von *Berberis* (Fig. 21).

4. Die Niederblätter oder Schuppen sind bleich oder bräunlich, einfach gebaut, ohne vorspringende Nerven, meist mit breiter Basis inseriert. Es sind zum Teil Scheideteile von Blättern, deren Spreiten verkümmern, zum Teil ganze Blätter, welche auf einer frühen Entwicklungsstufe stehen bleiben. Sie finden sich regelmäßig an unterirdischen Stämmen, Rhizomen (s. unten § 12, Fig. 22 und 23 *n*), z. B. auch die Zwiebelschalen, aber auch an oberirdischen. Manche nicht grünen Pflanzen (z. B. *Orobanche*, *Neottia*) tragen überhaupt außer den Blütenteilen nur Schuppenblätter. Ihre weiteste Verbreitung an oberirdischen Stammgebilden besitzen sie in der Gestalt der Knospenschuppen unserer Holzgewächse, unter denen sie nur wenigen (*Rhamnus Frangula*, *Cornus sanguinea*, *Viburnum Lantana*) völlig fehlen.



Fig. 21. Blattdornen von *Berberis vulgaris* an der Basis eines einjährigen Triebes, *a* mit breiter Fläche, *b* mit kleiner Fläche. *kk* Achselknospen (nat. Gr.).

Auch hier lässt sich eine Stufenreihe in der Ausbildung, von vollkommenen Laubblättern ausgehend, in folgender Weise herstellen:

a) die Knospenschuppen sind die Nebenblätter von Blättern mit entwickelter Spreite, also nur Teile von Laubblättern: *Alnus*, *Liriodendron*.

b) die Knospenschuppen sind die Scheideteile oder Nebenblätter von Blättern, deren Spreite verkümmert, ersteres z. B. bei *Ahorn*, *Esche*, *Roskastanie*, letzteres z. B. bei *Eiche*, *Buche*; an der Grenzregion kommen schwach entwickelte Spreiten vor.

c) die Knospenschuppen sind ganze Blätter, welche auf einer frühen Entwicklungsstufe stehen geblieben sind, z. B. bei *Syringa*, den *Abietineen*.

5. Die Hochblätter sind hauptsächlich charakterisiert durch ihre Lage in der Grenzregion zwischen den Laubblättern einerseits und den Fortpflanzungsorganen oder den diese tragenden Blättern andererseits; sie unterscheiden sich von den Laubblättern bald durch geringere Größe, bald durch Zurücktreten der grünen Färbung oder Auftreten anderer Farben. Beispiele hierfür finden wir schon bei manchen Moosen an jenen Blättern, welche die Sexualorgane umgeben, bei *Equisetum*, *Lycopodium clavatum* u. a. an den kleinen bleichen Blättern unter der eigentlichen Blüte; sehr verbreitet sind sie in der Blütenregion der Phanerogamen, wo sie nicht bloß als Deck- oder Vorblätter den Blüten vorübergehen (z. B. *Spelzen* der

Gräser); sondern es sind strenge genommen auch die meisten Perigonblätter dieser Kategorie zuzurechnen.

6. Die Blätter, welche selbst die Fortpflanzungsorgane tragen und im Zusammenhang damit bestimmte Gestalt annehmen. Von den fertilen Blättern der meisten Farne, *Lycopodium Selago*, welche im Übrigen den Laubblättern völlig gleich gestaltet sind, giebt es wiederum alle Übergänge bis zu den eigenartigen fertilen Blättern (oder Blattteilen) gewisser Farne (z. B. *Osmunda*), von *Equisetum*, den meisten Lycopodien, sämtlichen Phanerogamen (Staub- und Fruchtblätter).

§ 12. **Die Ausbildungsformen der Sprosse.** Bevor wir ähnlich, wie für die Blätter, die charakteristischen mit Funktion und Lebensweise zusammenhängenden einzelnen Sprossformen schildern, müssen zwei Punkte besprochen werden, die sich auf den Aufbau des ganzen Pflanzenkörpers aus Sprossen beziehen.

Die Vergrößerung des Pflanzenkörpers erfolgt nämlich entweder durch unbegrenzte Weiterentwicklung des nämlichen Sprosses mit oder ohne Verzweigung; so verhalten sich z. B. manche pleurokarpische Moose, die meisten Farne, die Nadelhölzer und viele andere. Oder aber ein Spross stellt seine Weiterentwicklung ein, ist begrenzt, während ein oder mehrere Seitenzweige den Aufbau des Pflanzenkörpers nach cymösem Typus fortsetzen; dieselben können allgemein als Erneuerungssprosse bezeichnet werden. Die Begrenzung der jeweiligen Sprosse ist vielfach durch die Bildung der Fortpflanzungsorgane gegeben, so z. B. bei den akrokarpischen Moosen, deren Stämmchen an der Spitze mit Bildung der Fortpflanzungsorgane ihre Entwicklung abschließen, während ein Erneuerungsspross das Wachstum der Pflanze fortsetzt; so verhalten sich viele sog. einachsige Pflanzen, deren erste »Achse« (Spross) mit einer Blüte abschließt. Es tritt das Nämliche aber auch an dem Aufbau rein vegetativer Pflanzenkörper ein; die Stämmchen von *Hylocomium splendens*, einem pleurokarpischen Laubmoos, schließen mit jedem Jahre ihr Längenwachstum ab; in der Nähe ihres Grundes erscheint der Erneuerungsspross; die Keimpflanzen der Linden und Ulmen bilden schon am Ende des ersten Jahres keine Terminalknospe aus, sondern die Fortsetzung geschieht durch die oberste Seitenknospe.

Eine zweite, für den Aufbau des ganzen Pflanzenkörpers wichtige Tatsache ist die bei vielen Pflanzen vorhandene Differenz zwischen Langtrieben, welche durch ausgiebiges Längenwachstum die Vergrößerung des Pflanzenkörpers herstellen, und Kurztrieben, welche eine nur verhältnismäßig geringe Längenentwicklung erfahren, gewöhnlich viel kürzere Internodien besitzen, sich nicht oder kaum verzweigen, häufig auch von kürzerer Lebensdauer sind. Diese Differenzierung finden wir schon bei Rhodophyceen unter den Algen, sehr deutlich bei *Sphagnum* und einigen anderen Moosen, bei *Larix* und *Pinus*, auch *Taxodium* unter den Coniferen, bei vielen Angiospermen.

Bei der Lärche sind die Kurztriebe die sog. Nadelbüschel, welche in der Achsel vorjähriger Blätter eines Langtriebes stehen, sich jedes Jahr nur ganz wenig ver-

langern, aber unter Umständen in einen Langtrieb übergehen können. Bei der gemeinen Kiefer tragen diese Kurztriebe außer einigen Schuppenblättern nur zwei grüne nadelförmige Blätter, entstehen in der Achsel schuppenförmiger Blätter am Langtrieb des gleichen Jahres, und fallen nach dem Ableben ihrer Blätter ab. Bei Laubholzern finden wir deutliche Kurztriebe z. B. bei Berberis, an den Apfel-, Birnbäumen u. dgl. als sog. „Tragholze“, welches allein Blüten und Früchte trägt, und sonst vielfach.

Die Ausbildung der Sprosse ist außerordentlich mannigfaltig; sie ist zum Teil durch die Ausbildung ihrer Blätter bedingt, und man kann z. B. als Laubspresse solche bezeichnen, welche nur Laubblätter tragen und dadurch im Gegensatz zu anderen der gleichen Pflanzen stehen, welche nur Niederblätter oder Hochblätter tragen; doch ist eine derartige Unterscheidung nicht allgemein durchführbar. Von den verschiedenen Formen seien folgende als die wichtigsten und charakteristischsten angeführt:

1. Die krautigen Stämme, gewöhnlich Stengel (caulis) genannt, von kurzer, meist einjähriger Lebensdauer; sie sind bald die einzige vegetative Sprossform des ganzen Pflanzenkörpers, so bei den Getreidearten, Tabak, Hanf, bald treten sie als Zweige oder Teile der unten zu besprechenden Rhizome auf.

Ihrer Lage nach können sie unterschieden werden in aufrechte, niederliegende, kriechende, d. h. ihrer Länge nach bewurzelte (Fig. 23 E), und windende (oder schlingende), d. h. solche, welche, mit Laubblättern und Blüten versehen, sich um aufrechte Stützen aufsteigend emporwinden (Fig. 24 B), z. B. Bohne, Hopfen, Winde (Convolvulus); s. auch § 62.

2. Die Stämme (trunci) der Bäume und Sträucher dauern oberirdisch aus. Sie sind bei den Baumfarren, Cycadeen und vielen Palmen nicht oder wenig verzweigt, bei unseren Nadel- und Laubbäumen reich verzweigt; bei letzteren werden die Blätter an einer vorgebildeten Stelle losgelöst. Die meisten sind aufrecht, doch giebt es auch hier liegende, kriechende und schlingende Stämme.

An den innerhalb einer Vegetationsperiode, eines Jahres entfalteten Sprossen der Bäume, den Jahrestrieben, sind die untersten Internodien, besonders die zwischen den Knospenschuppen befindlichen, sehr kurz, so dass sich die Grenze zweier aufeinanderfolgender Jahrestriebe auch an älteren Zweigen noch leicht an den dichtgenäheren Narben der Knospenschuppen erkennen lässt. Die Endknospe und die Seitenknospen des einzelnen Jahrestriebes bleiben gewöhnlich von dessen Entfaltung an bis zum Beginn der nächsten Vegetationsperiode im Knospenzustande, so dass sich alsdann das Alter eines Verzweigungssystems aus den Graden der Verzweigung ergibt; bei manchen Bäumen (z. B. Eiche), kommt indes regelmäßig im Hochsommer ein zweiter vorher im Knospenzustand befindlicher Jahrestrieb (Johannistrieb) zur Entfaltung. Von den Seitenknospen entwickeln sich in der Regel nur die vordersten des Jahrestriebes im folgenden Jahre zu Zweigen (sehr deutlich z. B. die Quirläste der Nadelholzer; entfalten sich auch weiter rückwärts befindliche Seitenknospen, so nimmt ihre Längsentwicklung mit der Entfernung von der Spitze ab /z. B. Ulme). Während viele Bäume (z. B. Nadelholzer, Eiche) stets die Endknospe der Jahrestriebe entfalten, tritt bei anderen (stets bei Linde, Ulme, weniger konstant bei Buche) eine cymöse Erneuerung durch die oberste Seitenknospe ein.

3. Rhizom (Wurzelstock) nennt man die unterirdisch oder (soweit sie nicht krautig oder holzig sind) dicht über der Bodenoberfläche ausdauernden Sprosse, welche den unterirdischen ausdauernden Pflanzen, Stauden

genannt, zukommen. Dieselben sind teils unbegrenzt, teils begrenzt. Erstere wachsen stets an ihrer Spitze weiter und tragen entweder nur Laubblätter (so unsere einheimischen Farne) oder in periodischem Wechsel Laub- und Niederblätter (Fig. 22 *A*, *l*, *n*), aus deren Achseln Stengel entspringen, oder nur Niederblätter, und in deren Achseln Stengel mit Laubblättern und Blüten, z. B. Einbeere. Die Mehrzahl ist jedoch begrenzt, indem die Spitze eines jeden Jahrestriebes sich in den oberirdischen Stengel fortsetzt, während aus einer Blattachse an dessen Grunde ein oder mehrere Erneuerungssprosse entspringen. Bleiben die älteren Teile des Rhizoms längere Zeit erhalten, so bilden diese ein Sympodium (Fig. 22 *B*); sterben dieselben aber rasch ab, so erscheint jeder Jahrestrieb wie ein einzelnes Individuum (z. B. *Ranunculus acer*, *Neottia*). Durch eine größere Anzahl gleichzeitiger kurzer Erneuerungssprosse wird die Rasenbildung vieler

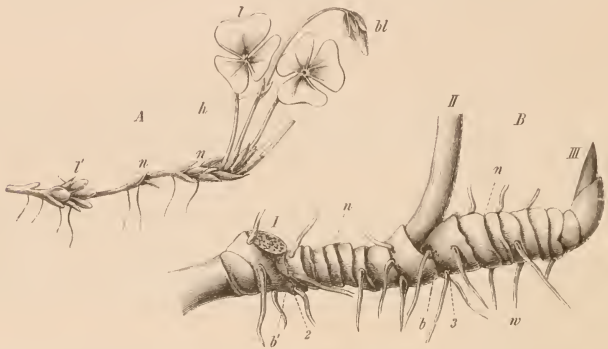


Fig. 22. *A* Unbegrenztes Rhizom des Sanerklees, *Oxalis Acetosella*; *n* Nieder-, *l* Laubblätter, *l'* Reste älterer Laubblätter; *bl* Blüte; *h* Hochblätter. *B* Begrenztes Rhizom von *Polygonatum officinale*: *I* Narbe des vorjährigen Stengels; *II* diesjähriger Stengel, oberer Teil des Sprosses *2*; *III* Knospe des nächstjährigen Stengels, Fortsetzung des Sprosses *3*; *n* Niederblätter, *b* und *b'* Blätter, aus deren Achseln die Erneuerungssprosse *2* und *3* entspringen; *w* Wurzeln.

Gräser und Halbgräser hervorgebracht. Die Erneuerungssprosse bewurzeln sich in den meisten der genannten Fälle selbständig; sie können aber auch mit der ursprünglichen Pfahlwurzel in Zusammenhang bleiben (z. B. *Anemone Pulsatilla*).

An die Rhizome schließen sich als besondere Formen :

a) **Knollen** (*tubera*) sind fleischig angeschwollene Teile von Rhizomen mit nur kleinen schuppenförmigen Blättern; sie sind zum Teil die ruhenden Spitzen von Erneuerungssprossen, so die Knollen der Kartoffel, auch von *Helianthus tuberosus* (Fig. 23 *A*); zum Teil Anschwellungen am Grunde älterer Sprosse, welche die Nahrung für den Erneuerungsspross aufspeichern, z. B. Herbstzeitlose.

b) Die **Zwiebel** (*bulbus*) besteht aus einem flachen kuchenförmigen Stammteile Fig. 23 *Bk*) mit zahlreichen dichtgestellten engzusammenschließenden Blättern (*z*); der Stamm verlängert sich später zum Stengel, während ein oder mehrere ebenfalls zwiebelartige Erneuerungssprosse (*kn*) sich bilden, z. B. Küchenzwiebel, Tulpe.

c) **Ausläufer (stolones)** nennt man verlängerte Seitenzweige, welche in einiger Entfernung von der Mutterpflanze sich bewurzeln und durch Absterben des zwischenliegenden Stückes neue Individuen bilden; sie sind teils ober- (Fig. 23 D), teils unterirdisch, tragen bald Niederblätter, bald (z. B. Hieracium Pilosella) Laubblätter, der Mehrzahl nach sind es langgestreckte Erneuerungssprosse; sie kommen jedoch auch an unbegrenzten Rhizomen vor (z. B. Struthiopteris).

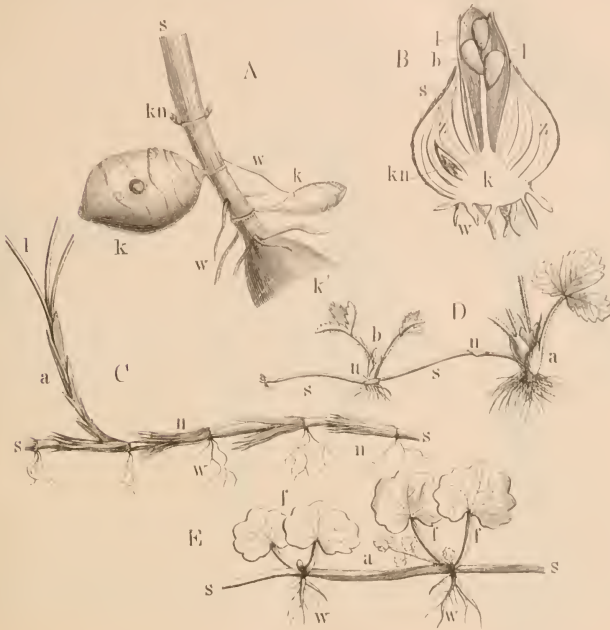


Fig. 23. A Knollen von *Helianthus tuberosus* ($\frac{1}{3}$ der nat. Gr.), *s* unterer Teil des Stengels, entsprungen aus der vorjährigen Knolle *k'*; aus den oberen Blattachsen entspringen die Knospen *kn*, aus den unteren die Knollen *k* mit sehr kleinen Schuppenblättern und Seitenknospen. — B Zwiebel der Gartenhyazinthe, *Hyacinthus orientalis* (etwas verkleinert); *k* der Stammteil (Kuchen) der Zwiebel, *z* die Schuppenblätter (Zwiebelschalen), *s* der sich später streckende oberirdische Stengel (Blütenschaft) mit Blütenknospen *b*; *l* Laubblätter, *w* Wurzeln; *kn* Erneuerungsspross. — C gestrecktes Rhizom der Sandsegge, *Carex arenaria* ($\frac{1}{3}$); *n* Schuppenblätter des Rhizoms *s*; *a* aufrechter Spross mit Schuppen- und Laubblättern (*l*). — D Ausläufer der Erdbeere (verkleinert), entspringend an der Pflanze *a*, mit Niederblättern *n*. — E kriechender Stengel der Gandelrebe, *Glechoma hederacea* (etwas verkleinert), *ff* die Blätter, welche decussiert stehen; die Internodien sind gedreht; *a* Achsel spross, *w* Wurzeln.

4. **Brutknospen** sind Knospen von fast zwiebelartiger Beschaffenheit, welche nach ihrer Loslösung von der Mutterpflanze sich bewurzeln und zu neuen Individuen werden, z. B. bei der Feuerlilie, bei *Dentaria bulbifera*, in den Blütenständen von *Allium*-Arten. Bei den Abarten einiger Gräser, z. B. *Poa bulbosa*, bilden sich solche Brutknospen an Stelle der Blüten aus und gelangen durch Abwelken der Stengel auf den Erdboden.

5. Ranken (cirrhi) sind Zweige mit kleinen schuppenförmigen Blättern, welche sich ebenso wie die analog umgebildeten Blätter (s. oben S. 26) um dünne fremde Körper spiralförmig rollen (Fig. 24 A), z. B. beim echten und wilden Wein, der Passionsblume u. a. (s. auch § 62).

6. Dornen (spinae) sind spitze harte Körper, analog den Blattdornen (s. oben S. 27), aber durch die an ihnen entspringenden Blätter als

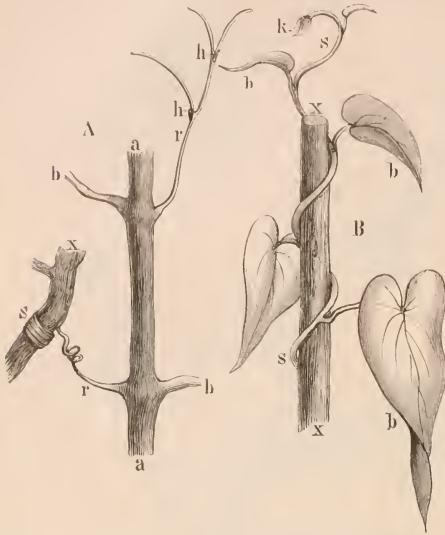


Fig. 24. A Stück des Stammes der Weinrebe ($\frac{1}{3}$ nat. Gr.) mit zwei Ranken *rr*, die obere trägt kleinere Blätter *b* und verzweigt sich; die untere hat eine Stütze *x* erfasst und sich spiralförmig aufgerollt; *b* Blattstiele; die Ranken sind hier Zweige, welche den Blättern gegenüber zu stehen scheinen. B Windender Stengel von *Ipomoea*, *s*, mit den Blättern *b* und jeder Knospe *k*; *xx* die Stütze.

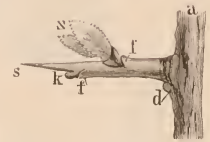


Fig. 25. Zweigdorn der Schlehe, *Prunus spinosa*. *a* Ast, *d* Blattnarbe, aus deren Achsel der in die Dornenspitze *s* endigende Zweig entspringt; an diesem die Blattnarben *f* und *f*, in deren Achseln der Zweig *z* und die Knospe *k*.

umgebildete Sprosse gekennzeichnet (Fig. 25). Sie nehmen bald das Ende von Zweigen ein, die vorher Laubblätter erzeugt haben, z. B. *Rhamnus cathartica*, bald sind es Kurztriebe, die schon von Anfang an lediglich Dornen sind (z. B. *Crataegus coccinea*), sich auch aus der Achsel schuppenförmiger Blätter wieder dornig verzweigen können (*Gleditschia*).

7. Stämme mit unterdrückter Blattbildung übernehmen die Funktion der Laubblätter durch ihre reichlichere Grünfärbung und häufig größere Oberflächenentwicklung; letzterer Charakter fehlt noch den auffallend kleinblättrigen Sprossen von *Equisetum*, *Psilotum*, *Ephedra*, kommt aber schon in verschieden hohem Maße den Cacteen zu, deren Stämme säulenartig, kugelförmig bis bandartig flach gestaltet sind: ähnliches findet sich bei manchen Euphorbien, *Stapelia*; auch bei den Papilionaceen schließen sich an kleinblättrige *Cytisus* die bandartig flachen Stengel der *Genista sagittalis*.

Ähnliche blattartige Sprosse, welche als Kurztriebe an gestreckten Stengeln stehen, werden Phyllocladien genannt (Fig. 26 p). Sie sehen durch dorsiventrale Gestalt und Nervatur den Laubblättern sehr ähnlich, entspringen aber aus Blattachsen und tragen selbst Blätter (Fig. 26 d); am bekanntesten sind sie bei *Ruscus* und *Phyllanthus*.

8. Als Blüten werden Sprosse bezeichnet, welche direkt oder an ihren Blättern die Fortpflanzungsorgane tragen und hiermit ihre Entwicklungsabschließen. In diesem Sinne finden sich Blüten bei vielen Moosen, ferner bei den Equiseten, den meisten Lycopodiaceen und beinahe sämtlichen Phanerogamen.

§ 13. Wurzeln sind nach der botanischen Ausdrucksweise nicht, wie im gewöhnlichen Leben, alle unterirdischen Pflanzenteile, sondern, wie bereits oben S. 45 angegeben, nur jene Glieder, welche endogen entstehen, keine Blätter erzeugen und an ihrem Scheitel von einem eigentümlichen Gewebe, der Wurzelhaube (Fig. 27 h), umgeben sind. Die äußersten Schichten der Wurzelhaube werden abgestoßen, während vom Scheitel her fortwährend neue zugeführt werden. — Die Wurzeln kommen nur bei Gefäßpflanzen vor, unter denen nur sehr wenige ihrer entbehren, z. B. *Salvinia*, *Wolffia arrhiza*. Haupt- oder Pfahlwurzel heißt bei den Phanerogamen die Wurzel, welche am jungen Keimpflänzchen am hinteren Ende von dessen Stämmchen gebildet wird; sie bleibt bei den Monokotyledonen (z. B. Gräsern) klein; nur bei den Dikotyledonen (wohin z. B. Bohne, Tabak, Hanf, Eiche gehören) und Nadelhölzern erreicht sie eine im Verhältnis zur übrigen Pflanze stehende mächtige Entwicklung. Alle übrigen Wurzeln, die Seiten- oder Nebenwurzeln, entstehen seitlich aus dem Stamme oder aus Wurzeln, z. B. aus der Hauptwurzel oder aus anderen Nebenwurzeln, zuweilen auch aus Blättern. Sie entstehen immer aus einer inneren Gewebeschicht und durchbrechen das äußere Gewebe. Aus anatomischen Gründen (s. § 33) sind die Seitenwurzeln in Längsreihen an der Mutterwurzel angeordnet; später treten jedoch zuweilen zwischen diesen noch zahlreiche adventive Wurzeln an beliebigen Stellen auf.

Die ursprüngliche Form der Wurzeln ist die fadenförmig cylindrische; nur solche Wurzeln, welche ein nachträgliches Dickenwachstum erfahren und dabei saftig



Fig. 26. Phyllocladium von *Ruscus Hypoglossum* (fast natürl. Größe); s Stengel, b Tragblatt des Phyllocladiums; d Blatt des letzteren mit Blüten (bl) in der Achsel.

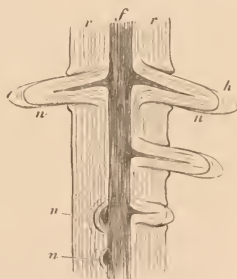


Fig. 27. Seitenwurzeln (n), aus dem Pericambium der Hauptwurzel von *Vicia Faba* entspringend (Längsschnitt, 5 mal vergr.); f Fibrovasalstrang, r Rinde der Hauptwurzel; h Wurzelhaube der Seitenwurzeln.

werden, erhalten Spindelform (z. B. Rüben) oder knollige Anschwellungen (z. B. Dahlia). Physiologisch ausgezeichnete Formen sind die Luftwurzeln vieler tropischer Pflanzen (besonders von Orchideen, Araceen), welche den auf hohen Bäumen u. dgl. lebenden Gewächsen zur Befestigung und Wasseraufnahme dienen, und die Saugwurzeln mancher Schmarotzerpflanzen, wie z. B. der Flachsseide, *Cuscuta*, welche in das Gewebe der Nahrungspflanzen eindringen und, ihrer Funktion entsprechend, der Wurzelhaube entbehren.

Eigentümliche Metamorphosen der Wurzeln sind 1) die Dornen der Palme *Acanthorrhiza*, 2) die Umbildung der Wurzeln zu grünen Assimilationsorganen, welche fast den ganzen Vegetationskörper der Pflanze bilden, bei der Orchidee *Aëranthus*, sowie bei einigen *Podostemaceen*.

§ 14. Die **Haargebilde** oder **Trichome** sind dadurch charakterisiert, dass sie aus der Oberhaut oder auch aus den äußeren Schichten eines Gliedes hervorgehen und im Vergleiche mit den Zweigen und Blättern eine ganz untergeordnete Rolle im Aufbau des Pflanzenkörpers spielen; sie erscheinen teils in der Form der unten (§ 36) näher zu beschreibenden eigentlichen Haare, theils als Stacheln (*aculei*) (Fig. 28), z. B. an Brombeersträuchern, Rosen; diese sind nicht Umwandlungen bestimmter Glieder (Stengel oder Blätter), wie die oben S. 27 und 32 erwähnten Dornen (*spinæ*), sondern Anhangsgebilde, welche in gleicher Weise am Stamm wie an den Blättern auftreten; an ihrer Bildung beteiligen sich außer der Oberhaut auch tiefere Schichten.



Fig. 28. Stacheln am Stengel der Rose (nat. Gr.).

Die gewöhnlichen Haare (*pili*) sind teils einfach, teils gegliedert (*articulati*), sternförmig (*stellati*), Borsten (*setae*), d. h. lange Gewebekörper, Drüsenhaare (*glandulosi*). Je nach der Art und Dichte der Behaarung heißt ein Pflanzenteil flaumig (*pubescens*), z. B. die Blütenschäfte der Schlüsselblume, zerstreuthaarig (*pilosus*), z. B. die Blätter der Sonnenrose, rauhaarig (*hirsutus*), z. B. Waldvergissmeinnicht, *Myosotis silvatica*, steifhaarig (*hirsutus*, *setosus*), z. B. Borretsch, *Echium*, zottig (*villosus*), z. B. *Anemone Pulsatilla*, wollig (*lanatus*, *lanuginosus*), z. B. *Stachys germanica*, filzig (*tomentosus*), z. B. Blätter von *Petasites niveus* und *spurius*, seidenhaarig (*sericeus*), z. B. Blätter von *Salix alba*. Fehlt die Behaarung ganz, so heißt der Pflanzenteil kahl (*glaber*, *calvus*).

§ 15. Der **Thallus**, welcher den niedriger organisierten Pflanzen, aber auch einigen höheren (z. B. *Lemma*) zukommt, stellt die einfachste Form des Sprosses vor, an welchem die seitlichen Bildungen nicht so scharf ausgeprägt sind, dass wir sie als Blätter bezeichnen können. Wurzeln können (*Lemma*) vom Thallus entspringen; bei den niederen Pflanzen wird deren Funktion häufig (z. B. Lebermoose) von Haaren übernommen, welche dann *Rhizoiden* genannt werden, oder von bestimmten Auszweigungen des Thallus selbst. Dieses letztere Verhalten führt schließlich hinüber zu jenen einfach gebauten Pflanzenkörpern, wo eine Verschiedenheit der Auszweigungen des Thallus überhaupt nicht mehr vorhanden ist.

Zweiter Abschnitt.

Die innere Struktur [Anatomie].

§ 16. Die im vorigen Teile geschilderten Glieder des Pflanzenkörpers stimmen in ihrem inneren Bau darin untereinander überein, dass sie sämtlich aus Zellen bestehen oder aus solchen Gebilden, welche durch Veränderung von Zellen entstanden sind. Die Pflanzenteile lassen ihren zelligen Bau leicht erkennen, indem man schon bei schwacher Vergrößerung auf einem Schnitt zahlreiche Hohlräume wahrnimmt, die von festen Wänden getrennt werden. Manchmal gelingt es, die hier zu einem festen Gewebe verbundenen Zellen durch bloßen Druck von einander zu trennen, z. B. in den reifen Schneebereen (den Früchten von *Symphoricarpus racemosa*): hier erscheinen sie dann als geschlossene, mit Flüssigkeit gefüllte Bläschen. Gewisse Zellen kommen immer isoliert vor; so besteht z. B. der Blütenstaub aus lauter einzelnen Zellen. Die Form und Ausbildung sowie die Verbindung der einzelnen Zellen in einem Gewebe, sowie auch die Beschaffenheit des ganzen Gewebes ist aber sehr verschieden; man überzeugt sich schon beim Zerreißen eines beliebigen Pflanzenteiles von dem Vorkommen faseriger, strangartiger Gewebe zwischen einer weicheeren Masse; da die Verschiedenheit der Gewebe in der verschiedenen Ausbildung der Zellen begründet ist, ist es nötig, zuerst die einzelne Zelle für sich zu betrachten und erst in einem zweiten Kapitel die Gewebe.

Erstes Kapitel.

Die Zelle.

§ 17. **Teile und Form der Zelle.** An der hinreichend entwickelten lebenden Zelle (Fig. 29 C, D) unterscheiden wir, von außen nach innen aufeinanderfolgend, drei Hauptbestandteile:

1. eine feste, elastische, allseitig geschlossene Haut, die Zellhaut (Zellwand, Membran, Fig. 29 C, D, h), welche aus einem ihr eigentümlichen Stoffe, der Cellulose, besteht;

2. eine dieser innen anliegende, ebenfalls allseitig geschlossene Schicht aus weicher Substanz, welche immer eiweißartige Stoffe enthält, das Protoplasma (Fig. 29 C und D, p); diesem eingebettet findet sich der Zellkern (Fig. 29 C und D, k);

3. eine wässrige Flüssigkeit, welche den vom Protoplasmakörper umschlossenen Hohlraum ausfüllt, den Zellsaft (Fig. 29 C, s).

Dieselben Zellen, an welchen wir eben diese drei Teile unterscheiden lernten, haben aber im jüngeren Zustande, so lange sie noch viel kleiner sind (Fig. 29 A), ein anderes Aussehen; hier erfüllt das Protoplasma die ganze Zelle; der Zellsaft stellt sich erst im Verlaufe der Entwicklung ein (Fig. 29 B), anfangs in Form von kleinen Tropfen, welche Vakuolen genannt werden (Fig. 29 B, s). Diese wachsen, während die ganze Zelle an Umfang zunimmt, allmählich an und fließen miteinander zusammen, indem die sie trennenden Protoplasmabänder in die wandständige Schicht zurückfließen.

Hiermit haben dann die hier betrachteten Zellen, welche als Beispiel für die in vielen saftigen Pflanzenteilen, als Früchten, Rinden von Stengeln

und Wurzeln vorkommenden gelten können, ihren definitiven Zustand erreicht, in welchem sie bis zum Tode des betreffenden Organs verbleiben. Andere Zellen, wie z. B. die des Holzes, des Korkes, durchlaufen denselben Zustand, verändern sich aber noch weiter, indem Zellsaft und Protoplasma schwinden und sich zuletzt nur Luft oder Wasser innerhalb der Membran vorfindet. Während nun aber die ersteren, mit Protoplasma ausgestatteten Zellen im Stande sind, diosmotische und chemische Prozesse zu unterhalten, unter besonderen Umständen neue Zellen zu erzeugen, d. h. kurz zusammengefasst, zu leben, sind die fertigen protoplasmaleeren Holzzellen dieser Funktionen nicht mehr fähig; sie nützen nur noch durch die Festigkeit und andere physikalische Eigenschaften der Membran. Der Protoplasmakörper ist daher als der lebendige Leib der Zelle zu betrachten. Ja, es giebt Zellen, welche in der ersten Zeit nach ihrer Entstehung nur nackte hautlose Protoplasmakörper sind, und gerade sie erscheinen bei der wichtigsten Lebensäußerung des Organismus, bei der Fortpflanzung. Solche Zellen werden als Primordialzellen bezeichnet (s. z. B. Fig. 49 B). Sie umgeben sich später mit einer Membran, welche aus dem Protoplasmakörper ausgeschieden wird. Hier zeigt sich am deutlichsten, dass sowohl die Membran, als der Zellsaft Produkte der Thätigkeit des Protoplasmas sind. Man hat

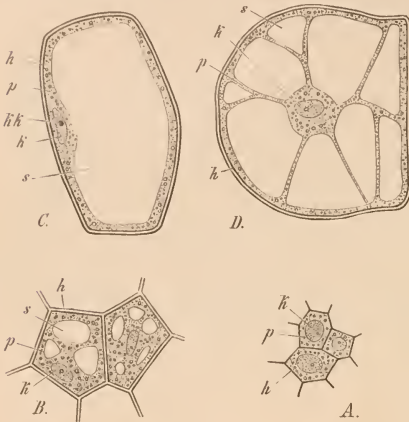


Fig. 29. Zellen mit ihren Hauptbestandteilen, C und D isoliert aus dem Fruchtfleische von *Symphoricarpos racemosa*, im Durchschnitt gesehen, C mit wandständigem, D mit aufgehängtem Zellkern (100 mal vergr.). A aus einem sehr jungen, B aus einem etwas älteren Fruchtknoten der gleichen Pflanze (300 mal vergr.); h Zellhaut; p Protoplasma; k Zellkern; kk Kernkörperchen; s Zellsaft.

mengefasst, zu leben, sind die fertigen protoplasmaleeren Holzzellen dieser Funktionen nicht mehr fähig; sie nützen nur noch durch die Festigkeit und andere physikalische Eigenschaften der Membran. Der Protoplasmakörper ist daher als der lebendige Leib der Zelle zu betrachten. Ja, es giebt Zellen, welche in der ersten Zeit nach ihrer Entstehung nur nackte hautlose Protoplasmakörper sind, und gerade sie erscheinen bei der wichtigsten Lebensäußerung des Organismus, bei der Fortpflanzung. Solche Zellen werden als Primordialzellen bezeichnet (s. z. B. Fig. 49 B). Sie umgeben sich später mit einer Membran, welche aus dem Protoplasmakörper ausgeschieden wird. Hier zeigt sich am deutlichsten, dass sowohl die Membran, als der Zellsaft Produkte der Thätigkeit des Protoplasmas sind. Man hat

daher das Wesen der Zelle dadurch auszudrücken gesucht, dass man sie als einen lebendigen Protoplasmakörper bezeichnet, der sich gewöhnlich mit einer festen Haut umgibt und Saft in sich aufnimmt.

So verschiedenartig die innere Ausbildung der Zellen ist, ebenso mannigfaltig ist auch ihre Größe und Gestalt. Während einzelne Zellen so klein sind (etwa 0,001 mm im Durchmesser), dass man selbst mit Hilfe der stärksten Vergrößerungen kaum mehr als ihre Umrisse erkennen kann, erreichen andere eine bedeutende Größe (etwa 0,1 bis 0,5 mm), so dass sie selbst mit bloßem Auge unterscheidbar sind (z. B. im Mark von Dahlia, Impatiens, des Hollunders, Sambucus); manche wachsen zu einer Länge von mehreren Centimetern an, wie z. B. die Haare der Baumwolle; einzelne endlich, nämlich bei einigen Algen, wo das ganze Individuum von der einzigen Zelle gebildet wird, nehmen noch größere Dimensionen an.

Die Gestalt solcher Zellen, welche das ganze Pflanzenindividuum vorstellen, ist oft ziemlich regelmäßig rundlich, eiförmig und schlauchförmig; sie kann aber auch die reichste Gliederung erfahren, indem verschiedene Ausstülpungen einer und der nämlichen Zelle ganz verschiedene Formen annehmen. Bei den hochorganisierten Gewächsen bestehen die verschiedenen Organe aus sehr verschiedenen Zellen, und selbst in demselben Organ findet man dicht nebeneinander verschiedenen geformte und mit verschiedenem Inhalte versehene Zellen, weil eben innerhalb eines Organs noch verschiedene Lebensverrichtungen nöthig sind. Die Zellen sind hier bald kugelig, oder polyedrisch mit ziemlich gleichen oder wenig verschiedenen Durchmessern (Fig. 29 C), z. B. im Mark, in saftigen Früchten, in fleischigen Knollen (wie in der Kartoffel), bald stark in die Länge gezogen, und dabei oft sehr schmal (Fig. 54, z. B. im Holz, die Bastfasern [Flachs], viele Haare, Baumwolle). Gewisse Zellen vereinigen sich oft zu besonderen Organen, indem in ganzen Reihen aneinander stoßender Zellen die dieselben von einander trennenden Querwände aufgelöst werden. So entstehen die sogenannten Gefäße (Fig. 57 C); s. § 29 und 31.

§ 18. **Das Protoplasma** besteht hauptsächlich aus Eiweißstoffen, Wasser und geringen Mengen von Aschenbestandteilen; da es alle Lebensäußerungen und Ernährungsvorgänge der Zelle vermittelt, enthält es natürlich zeitweise in seinem Innern alle übrigen chemischen Bestandteile des Pflanzenkörpers. Wir unterscheiden zunächst von den bestimmt geformten Teilen derselben, dem Zellkern (§ 19) und den Chromatophoren (§ 20), die Grundsubstanz, das Zellplasma. Dieses erscheint bald homogen, durchsichtig, bald aber auch mehr oder weniger mit Körnchen, Fetttröpfchen oder Stärkekörnchen erfüllt, und seiner Konsistenz nach als zähe Masse, manchmal steif, selbst fast flüssig, ist aber niemals eine wahre Flüssigkeit. Wo das Protoplasma Körnchen enthält, zeigt es eine äußere körnchenfreie, oft außerordentlich dünne Schicht, die Hautschicht. In seinem Innern sammelt sich ein Teil des Wassers, von dem es durchtränkt ist, als Vakuolen an (Fig. 29 B, s); diese fließen häufig zusammen zu einem den größten

Teil der Zellhöhlung einnehmenden Saft Raum (Fig. 29 D, s), so dass das Protoplasma nur einen der Wand anliegenden Sack, den Primordialschlauch bildet; es können aber von diesem wandständigen Protoplasma auch anastomosierende Fäden ausgehen, die sich in einer, den Zellkern umschließenden, gleichsam aufgehängten Protoplasmamasse vereinigen (Fig. 29 C). — Während das lebende Protoplasma in Wasser gelöste Farbstoffe weder aufnimmt, noch (mit Ausnahme einiger besonderer Fälle) durch sich hindurchgehen lässt, hindert das tote Protoplasma die Diffusion derselben nicht, und lagert sie selbst in größerer Menge in sich ein.

Zu den merkwürdigsten Erscheinungen gehören die sichtbaren Bewegungen des Protoplasmas. In vielen Zellen sieht man entweder in den oben erwähnten Fäden Strömchen vom Zellkern aus nach den übrigen Flächen des wandständigen Protoplasmas hin verlaufen (Circulation), oder der ganze Protoplasmassack ist in einer die Zelle umlaufenden Bewegung begriffen (Rotation); nackte Primordialzellen, namentlich die Schwärmzellen und Spermatozoiden, schwimmen lebhaft im Wasser, in welchem sie leben, umher und drehen sich dabei fortwährend um ihre eigene Achse; die sog. Plasmodien der Schleimpilze zeigen eine amöbenartige Bewegung, d. h. die nackte Protoplasmamasse von lappigem Umriss verändert fortwährend ihre Form, indem neue Lappen aus der Masse hervortreten, andere eingezogen werden, und bewegt sich dadurch auch langsam fort; gleichzeitig findet im Innern eine lebhafte Strömung der Körnchen statt.

§ 19. Der Zellkern (nucleus) ist stets dem Zellplasma eingelagert und besteht auch aus ähnlicher, aber doch deutlich verschiedener Substanz; er

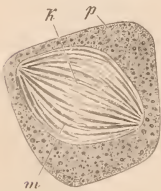


Fig. 30. Zelle aus einem jungen Farnsporangium (Schizaea) mit großem, in Teilung begriffenem Kern k; m die Richtung, in welcher die Teilung erfolgt, p das Zellplasma. (350 mal vergrößert).

enthält in der Regel in seinem Innern ein oder mehrere kleinere Körnchen, die Kernkörperchen (nucleoli) (Fig. 29 C, kk). Er besitzt aber außerdem eine besonders bei den Teilungsvorgängen deutlich hervortretende feinere Struktur, indem innerhalb einer dem Zellplasma ähnlicheren Grundmasse, dem Kernplasma, ein Gerüste von fädigen Strängen verläuft, welche einen besonderen Stoff, das Nuklein, enthalten und die zur Nachweisung der Zellkerne verwendeten Farbstoffe aufspeichern. Bei der Teilung sammeln sich diese Stränge zuerst in der Ebene an, in welcher sich nachher die Trennung vollzieht, und weichen dann nach den beiden Polen auseinander (Fig. 30), wo sie sich zu je einem neuen Zellkern vereinigen. Die meisten Pflanzenzellen enthalten nur je

einen Zellkern und diese Teilungsvorgänge des Kerns bilden dann die Einleitung zur Teilung der ganzen Zelle; in einigen, z. B. den großen Zellen mancher Algen (Vaucheria) und Pilze (besonders Phycomyeten), sowie in manchen Milchröhren und Bastfasern, kommen zahlreiche Kerne vor, welche sich selbständig vermehren. Eine Neubildung von Zellkernen

aus dem Protoplasma findet nicht statt, und es sind somit sämtliche Zellkerne einer Pflanze durch Teilung der anfangs vorhandenen entstanden.

§ 20. Als **Chromatophoren** fasst man bestimmt geformte Teile des Protoplasmas zusammen, welche wenigstens zeitweise mit bestimmten Farbstoffen durchtränkt sind. Gleich den Zellkernen entstehen sie niemals frei aus dem Protoplasma, sondern vermehren sich durch Teilung. Sie fehlen nur den niedrigsten Pflanzen, den meisten Schizophyten, deren Protoplasma, wenn überhaupt, gleichmäßig mit Farbstoff durchtränkt ist. — Sie werden unterschieden in **Chloroplasten**, **Chromoplasten** und **Leukoplasten**.

4. Die wichtigsten sind die **Chloroplasten** oder **Chlorophyllkörper**, welche die Träger des grünen Farbstoffes sind. Ihre häufigste, bei den höheren Pflanzen ausschließliche Form ist die der **Chlorophyllkörner** (Fig. 34). Dieselben bestehen aus einer an sich farblosen protoplasmatischen Grundsubstanz und einer in derselben verteilten kleinen Quantität grünen Farbstoffes, des **Chlorophylls**; wird dieses durch Lösungsmittel (z. B. Alkohol) ausgezogen, so bleibt das farblose Korn in Größe und Form unverändert zurück. Die Körner sind stets dem Protoplasma und zwar vorzugsweise der wandständigen Schicht eingebettet, und besitzen meist eine flach scheibenförmige Gestalt. Nicht immer jedoch haben die Chloroplasten die Gestalt von Körnern; bei den Algen kommen insbesondere die mannigfaltigsten Formen, als Kugelschalen, Sterne (Fig. 407A), Spiralbänder (Fig. 50c), Platten (Fig. 407B, C), Netzwerke u. a. vor; auch kommt bei vielen Algen sowie bei *Anthoceros* unter den Lebermoosen, jeder Zelle nur je ein Chloroplast zu. Unter dem Einfluss des Sonnenlichtes bilden sich in ihrem Innern Einschlüsse von Stärkekörnern, welche oft so stark anwachsen, dass die Substanz des Chlorophyllkornes nur noch als ungemein zarter Überzug der Einschlüsse erkennbar ist (Fig. 32). Im weiteren Verlaufe werden die Chlorophyllkörner wieder zerstört, so in den Zellen der Blätter vor dem Abfallen; es bleiben dann nur kleine gelbe Körnchen zurück. In vielen Fällen wird die grüne Farbe der Pflanzenteile verdeckt durch andere im Zellsafte

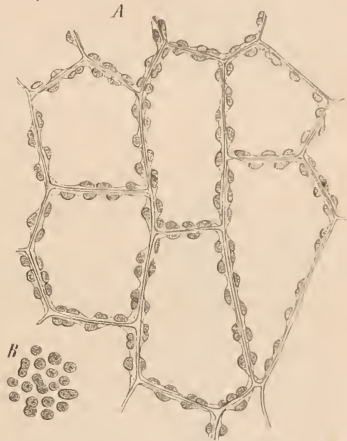


Fig. 31. Chlorophyllkörper im Protoplasma der Zellen eines Farnprothalliums. A im optischen Durchschnitt der Zellen; B Stück einer Zelle von der Fläche gesehen; einzelne Körner sind in Teilung begriffen (100 mal vergr.).

gelöste Farbstoffe, so an den Blättern von *Amarantus*, der Blutbuche u. a. (s. unten § 26).



Fig. 32. Einzelne Chlorophyllkörner mit Stärkeeinschlüssen aus dem Blatte von *Fumaria hygrometrica* (550). *a* ein junges, *b* älter, *b'* und *b''* in Teilung begriffen; *c*, *d*, *e* alte Körner, deren Stärkeeinschlüsse fast den ganzen Raum einnehmen; *f* und *g* nach Einwirkung von Wasser, wobei die Substanz des Korns zerstört wird und nur die Stärkeeinschlüsse unversehrt bleiben (nach Sachs).

aber direkt aus Leukoplasten hervorgehen. — Die Chloroplasten mancher Nadelhölzer (besonders *Biota orientalis*) gehen während des Winters periodisch in Chromoplasten mit teilweise roter Färbung über.

3. Die Leukoplasten sind farblos; sie finden sich in den jungen Geweben, wo sie die Jugendzustände der Chloroplasten vorstellen, aber auch in älteren Zellen, wo sie als »Stärkebildner« auftreten und nachträglich in Chloroplasten übergehen können; seltener erscheinen sie als Umwandlungsprodukte von Chloroplasten.

§ 21. **Die Zellhaut** besteht aus Cellulose, Wasser und unorganischen Bestandteilen. Sie entsteht und wächst durch Ausscheidung dieser Stoffe aus dem Protoplasma. Ihr Wachstum findet statt in Richtung der Fläche und andererseits senkrecht darauf in Richtung der Dicke, und zwar in der Weise, dass zwischen die schon vorhandenen kleinsten Teilchen der Membran neue Substanz eingelagert wird.*)

Durch das Flächenwachstum wird die Oberfläche der Zellhaut und folglich der Umfang der ganzen Zelle vergrößert, so zwar, dass sich häufig das Volumen der Zelle auf das Hundertfache und darüber steigert; so sind z. B. in einem in der Knospe eingeschlossenen Blatt die dasselbe auch späterhin zusammensetzenden Zellen schon jetzt alle vorhanden, und indem diese sämtlich ihr Volumen vergrößern, erhält das Blatt seine

*) Diese Art des Wachstums durch Zwischenlagerung der kleinsten Teilchen wird als Intussusception bezeichnet und ist wesentlich verschieden von der Apposition, d. h. der Auflagerung neuer Teilchen auf die Oberfläche des wachsenden Gebildes, z. B. eines Krystalles. Dieselbe steht im engsten Zusammenhange damit, dass in der Zellhaut, sowie den Stärkekörnern und anderen organisierten Gebilden, die festen Teilchen allseitig von Wasser umgeben gedacht werden müssen.

ihnen schließen sich die Rhodo- plasten und Phäoplasten gewisser Algengruppen an, deren Farbstoff nicht Chlorophyll, sondern ein diesem nahe verwandter roter oder brauner Farbstoff ist.

2. Die Chromoplasten entstehen durch Umwandlung der Chloroplasten, wobei sowohl die Gestalt sich ändert, als auch andere Farbstoffe auftreten; sie finden sich vorzugsweise in den Zellen der Blüten, besonders mit gelber Farbe, z. B. beim Löwenzahn; auch in manchen Früchten, wie des Liebesapfels (*Lycopersicum*), mit roter Farbe. — Auch die Färbung der gelben Rübe (*Daucus Carota*) ist durch Chromoplasten bedingt, welche

definitive Größe. In den wenigen Fällen, wo das Flächenwachstum an allen Punkten gleich groß ist, behält die Zelle dabei ihre ursprüngliche Gestalt; gewöhnlich jedoch wächst die Haut an einzelnen bestimmten Partien stärker und so kann z. B. eine anfangs kugelige Zelle würfelförmig, tafelförmig, cylindrisch, schlauch- bis faserförmig u. s. w. werden.

Ebenso ist das Dickenwachstum der Zellhaut selten gleichmäßig: gewöhnlich nimmt sie an einzelnen Stellen an Dicke mehr zu als an anderen und erhält so Unebenheiten ihrer Fläche. An freiliegenden Zellen oder freien Wänden springen die so entstehenden Erhabenheiten auf der Außenfläche vor in Gestalt von Warzen, Buckeln, Knoten, Stacheln, Leisten u. s. w. (Fig. 33). Die zu Geweben verbundenen Zellen besitzen die Unebenheiten auf der Innenseite der Wand. Bald springen die Erhabenheiten in bestimmter Form gegen das Innere vor, so die ringförmigen (Fig. 34 r) und spiralförmigen (Fig. 34 s) Verdickungen gewisser Gefäßwände; bei der sogenannten netzförmig verdickten Wand sind leistenförmige Verdickungen netzartig untereinander verbunden, so dass rundliche oder langgezogene dünne Stellen übrig bleiben; selten finden sich Querbalken, welche von der Wand entspringen, die Höhlung der Zelle durchsetzen und sich mitunter verzweigen. Bald sind aber einzelne, verhältnismäßig kleine Stellen der Wand im Dickenwachstum gegen die übrigen zurückgeblieben und erscheinen dann von der Oberfläche gesehen als helle Flecken oder Tupfen, gewöhnlich Tüpfel genannt, im Durchschnitt als Kanäle, die je nach der Mächtigkeit der verdickten Wandpartien von kleinerer (Fig. 35 a) oder größerer (Fig. 36) Ausdehnung sind. Sehr häufig erscheint der Tüpfel von der Fläche gesehen in Form zweier konzentrischer Kreise oder Ellipsen (Fig. 37 B), und zwar deshalb, weil der Tüpfelraum an der Innenseite der Wand eng und an der Außenseite weit ist (Fig. 37 A); solche gehöfte Tüpfel finden sich an den Holzfasern der Nadelhölzer (s. Fig. 52) an vielen Gefäßwänden (s. Fig. 37) und auch anderwärts (s. Fig. 51): die treppenförmige Verdickung mancher Gefäßwände beruht auf der regelmäßigen und dichten Anordnung von sehr in die Breite gezogenen gehöften Tüpfeln.

Die Zellwand zeigt, in manchen Fällen sehr deutlich, eine feinere Struktur, die daher rührt, dass wasserreichere und wasserärmere Partien



Fig. 33. Verdickungen auf der Außenfläche der Zellhaut. Eine Zelle des Blütenstaubes von *Cichorium Intybus* 500 mal vergrößert. Die fast kugelige Oberfläche (K) ist mit netzförmig verbundenen stacheligen Leisten (L) besetzt (nach Sachs).

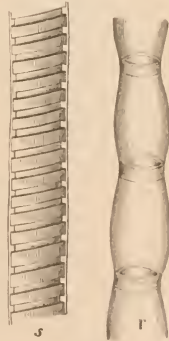


Fig. 34. r ringförmige, s spiralförmige Verdickung der Gefäßwände. r von außen gesehen, s im Längsschnitt (stark vergrößert, schematisiert).

regelmäßig abwechseln: es tritt dies auf dem Quer- und Längsschnitt als konzentrische Schichtung (Fig. 36), auf der Flächenansicht als Streifung hervor. Diese Struktur kommt durch nachträgliche Differenzierung in der durch Intussusception wachsenden Wand zu stande; bisweilen kommt es jedoch auch vor, dass vom Protoplasma eine neue Membranschicht auf die bereits vorhandene aufgelagert wird, so z. B. zweifellos in den jungen Sporen und Pollenzellen (s. unten § 27, Fig. 46).

Die dünnen Zellhäute bestehen der organischen Substanz nach in der Regel ganz und gar aus Cellulose, welche durch Jod und Schwefelsäure



Fig. 35. Eine Zelle mit getüpfelter Wand aus dem Holz (Markstrahl) des Hollers, Sambucus. Sie ist der Länge nach durchgeschnitten und zeigt an den Seitenwänden die Tüpfel als Kanäle (a), an der Hinterwand als runde Flecken (b). (210 mal vergrößert.)

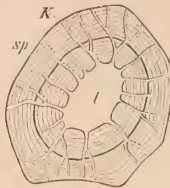


Fig. 36. Tüpfelkanäle. Querschnitt einer Sklerenchymzelle aus der Wurzel von *Dahlia variabilis* (500 mal vergr.). *l* die Zelhöhlung; *K* Tüpfelkanäle, welche hier (sonst selten) verzweigt sind; *sp* ein Sprung zwischen den Schichten der Wand (nach Sachs).

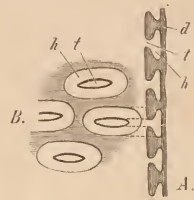


Fig. 37. Gehöfte Tüpfel an der Wand einer Trachee von *Helianthus*; *A* im Längsschnitt, *B* von der Fläche gesehen; *t* der Tüpfel; *h* der Hof (600 mal vergrößert).

eine blaue Färbung annimmt: an dickeren Membranen aber findet man sehr häufig, dass bestimmte Partien, welche schalenartig umeinander gelagert sind, aus veränderter Cellulose bestehen. Diese Veränderungen sind im allgemeinen von dreierlei Art:

1. die verkorkte (cuticularisierte) Zellhaut ist von Wasser nur sehr schwer durchdringbar, färbt sich mit Jod und Schwefelsäure gelb (z. B. an Oberhautzellen, Kork, Pollenkörnern, Sporen);

2. die verholzte Haut ist hart, für Wasser leicht durchdringbar, aber ohne bedeutende Aufquellung, färbt sich mit Jod und Schwefelsäure ebenfalls gelb (z. B. Holzfasern), mit Phloroglucin und Salzsäure rot;

3. die verschleimte Zellwand ist im trockenen Zustand hart oder hornartig, nimmt große Mengen von Wasser unter bedeutender Volumvermehrung auf und wird dadurch gallertartig und schleimig; sie färbt sich mit Jod und Schwefelsäure meist blau (z. B. Leinsamen, Quittenschleim).

Diese Veränderungen können entweder einzeln oder selbst mehrere zugleich in den verschiedenen Schichten einer Zellwand vorkommen.

Auch mineralische Stoffe werden beim Wachstum oft in größerer Menge in die Zellhaut eingelagert, besonders Kalksalze und Kieselsäure, und zwar häufig zwischen die kleinsten Teilchen der Hautsubstanz, so dass sie nicht unmittelbar wahrgenommen werden können, sondern beim Verbrennen als ein die Form der Zelle beibehaltendes Skelet zurückbleiben

(z. B. die Kieselsäure in den Stengeln der Gräser und Schachtelhalme; der kohlen-saure Kalk ist bisweilen in kristallinischer Form (z. B. in der Oberhaut der Urticeen), der oxalsaure Kalk auch in Form von schön ausgebildeten Krystallen vorhanden (s. § 25, Fig. 42).

§ 22. **Die Stärkekörner** sind kleine, meist runde, ovale oder linsenförmige, harte Körnchen, welche aus Stärkesubstanz, Wasser und kleinen Mengen von unverbrennlichen Stoffen bestehen und sich in gewissen Zellen fast aller Pflanzen vorfinden: sehr reich daran sind z. B. die Kartoffelknollen, die Samen der Getreidearten und Hülsenfrüchte; aus diesen Pflanzenteilen werden sie durch Auswaschen gewonnen und stellen dann für das bloße Auge ein weißes Mehl dar, welches als Stärke oder Stärkemehl bekannt ist. Die Stärkesubstanz oder *Amylum* gehört, gleich der Cellulose, zu den Kohlehydraten; es lässt sich jedoch zeigen, dass in jedem Korn zwei Stoffe gemengt sind, von denen der eine, Granulose, sich durch Speichel oder verdünnte Säuren ausziehen lässt, während der andere, Stärkecellulose genannt, als Skelet des Kornes zurückbleibt; erstere wird durch Jod ohne weiteres blau gefärbt. Durch Kochen mit Wasser oder auch durch Behandlung mit Kali, Säuren quellen die Körner sehr stark auf und werden zu Kleister. — Die Substanz des Stärkekorns ist immer um einen Kern geschichtet, und diese Schichtung ist, wie bei den Membranen, der Ausdruck regelmäßiger Abwechslung von wasserreichen und wasserarmen Partien; der Kern ist der wasserreichste Teil des ganzen Kornes. Von frühester Jugend an sind die Stärkekörner feste, solide Körperchen; so lange sie wachsen, sind sie immer dem Protoplasma eingebettet, und werden von eigentümlich geformten Teilen desselben, den oben erwähnten Stärkebildnern, Leukoplasten, ausgeschieden; erst später treten sie in den Zellsaft über. Das Wachstum findet nicht durch Auf-lagerung neuer Schichten statt, sondern dadurch, dass zwischen die kleinsten Teilchen neue Substanz eingelagert wird. Außer den einfachen Körnern (Fig. 38. A) kommen auch zusammengesetzte vor, welche dadurch entstehen, dass in einem vorhandenen Korne mehrere Kerne mit Schichtensystemen auftreten (Fig. 38 D); sind dabei die äußeren, gemeinschaftlich umhüllenden Schichten von

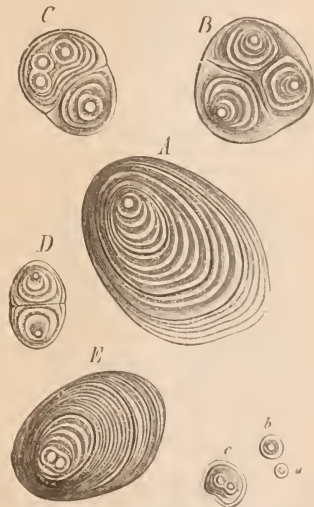


Fig. 38. Stärkekörner aus einer Kartoffelknolle (500). A ein älteres einfaches Korn; B ein halb zusammengesetztes Korn; C, D ganz zusammengesetzte Körner; E ein älteres Korn, dessen Kern sich geteilt hat; a ein sehr junges Korn, b ein älteres, c noch älter mit geteiltem Kern (nach Sachs).

beträchtlicher Dicke, so heißen sie halbzusammengesetzt (Fig. 38 B). Durch Druck lassen sich die zusammengesetzten Körner in ihre einzelnen Teilkörner zerlegen. Diesen sehr ähnlich sind die sog. unecht zusammengesetzten Körner, welche durch gegenseitigen Druck zu einem aus mehreren einzelnen Körnern bestehenden Klumpen gleichsam zusammengeklebt sind, wie z. B. die in den Chlorophyllkörnern enthaltenen (Fig. 32). Die Stärkekörner werden in der Pflanze erzeugt, um später beim Wachstum und Stoffwechsel verbraucht zu werden, und sehr häufig in gewissen Organen (wie Samen, Wurzeln, Knollen) längere Zeit aufgespeichert; wenn sie dann beim Keimen oder Austreiben zur Verwendung gelangen, werden sie wieder aufgelöst. Die Form dieser abgelagerten Stärkekörner ist für die einzelnen Pflanzen charakteristisch; so sind z. B. die der Kartoffel (Fig. 38) exzentrisch-oval, die der Hülsenfrüchte (Fig. 40) konzentrisch-oval, die des Roggen-, Weizen- und Gerstenmehls linsenförmig.

§ 23. **Proteinkörner.** In fettreichen Samen findet man den Zellinhalt in der Weise gruppiert, dass in einer aus Protoplasma und Fett bestehenden Grundmasse kugelige Körnchen von verschiedener Größe, die Protein- oder Aleuronkörner, eingebettet sind. Diese Körner bestehen aus eiweißartiger Substanz und enthalten fast immer Einschlüsse, teils die unten erwähnten Krystalloide (Fig. 39 C), teils eigentümliche runde Körperchen, die Globoide, welche aus einer Verbindung einer gepaarten Phosphorsäure mit

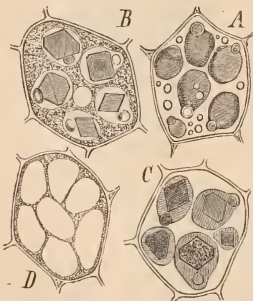


Fig. 39. Krystalloide in den Eizpermzellen von *Ricinus communis* (800mal vergr.); bei B und C durch Behandlung mit verdünntem Glycerin sichtbar gemacht. A in dickem Glycerin; D durch Behandlung mit Schwefelsäure ist nur die Grundsubstanz zurückgeblieben. Bei A, B und C ist auch das Globoid sichtbar (nach Sachs).

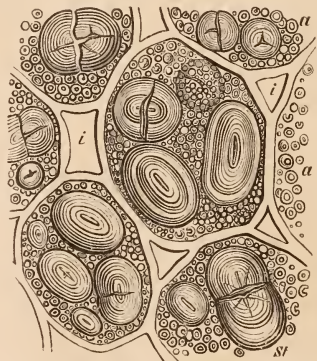


Fig. 40. Proteinkörner (a) in den Zellen des Keimes von *Pisum sativum*; die großen Körner (St) sind Stärkekörner (nach Sachs).

Kalk und Magnesia bestehen. Diese Einschlüsse kommen je nach den Pflanzenarten einzeln oder zugleich vor. Das in der Grundsubstanz enthaltene Fett wird aus vielen Samen, z. B. Raps, Sonnenrose, Ricinus, durch Auspressen gewonnen. In stärkereichen Samen sind die Zwischenräume zwischen den großen Stärkekörnern von ähnlichen, aber sehr kleinen Körnern ausgefüllt (Fig. 40).

§ 24. **Krystalloide.** Bisweilen nimmt ein Teil der eiweißartigen Substanz krystallähnliche Formen an; es bilden sich Körper, welche von ebenen Flächen, Kanten und Ecken begrenzt sind, und gewissen Krystallen, meist Würfeln, Oktaedern, Tetraedern, Rhomboedern täuschend ähnlich sehen (Fig. 39); sie unterscheiden sich aber wesentlich dadurch von echten Krystallen, dass sie quellbar sind, d. h. unter Einfluss gewisser Lösungen ihr Volumen bedeutend vermehren. Solche Krystalloide finden sich z. B. in manchen Kartoffelsorten, in fettreichen Samen, in roten Meeresalgen u. s. w.

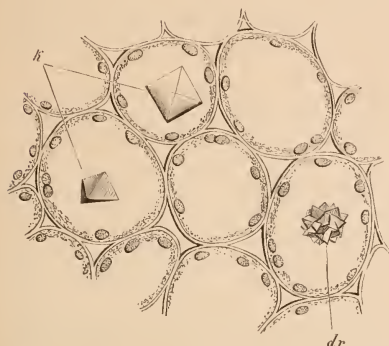


Fig. 41. Krystalle von oxalsaurem Kalk in den Zellen des Blattstiels einer Begonia (200 mal), *k* einzelne Krystalle, *dr* Druse.



Fig. 42. Krystalle von oxalsaurem Kalk in der Wand der Basifasern von *Cephalotaxus Fortunei* (600) (nach Solms).

§ 25. **Krystalle** finden sich sehr häufig in Pflanzenzellen; nur wenige bestehen aus kohlensaurem Kalk, so die krystallinischen Körnchen im Protoplasma der Schleimpilze, und die krystallinischen Einlagerungen der

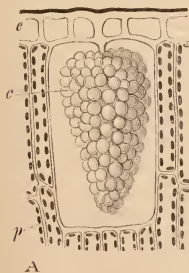


Fig. 43. Cystolith im Blattgewebe von *Celtis Tala* (200); *A* unverändert; *c* Epidermis der Oberseite, *p* Palissadenparenchym; *c* der Cystolith; *B* derselbe nach Behandlung mit Salzsäure, wobei der kohlensaure Kalk gelöst wurde und die zapfenförmige Wandverdickung erhalten blieb.

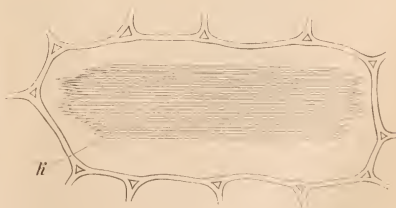


Fig. 44. Raphiden (*k*) im Krystalschlauch aus den Zwiebelschalen von *Urginea maritima* (200).

Zellwand bei vielen Urticeen, Acanthaceen u. a., welche meist besondere, keulenförmig ins Innere der Zelle vorspringende Wandverdickungen einnehmen (Cystolithen, Fig. 43). Alle anderen bisher bekannten Krystalle bestehen aus oxalsaurem Kalk, welcher je nach seinem Gehalt an Krystallwasser in zwei Systemen krystallisiert; dem einen (quadratischen) gehören die Oktaeder (Fig. 44*k*) an, dem anderen (klinorhombischen) die nadel- und spießförmigen Krystalle, die sog. Rhaphiden, welche besonders bei Monokotyledonen häufig zu großen Bündeln vereinigt vorkommen (Fig. 44*l*). Außer einzelnen gut ausgebildeten Krystallen sind auch Drusen (Fig. 44*dr*) sehr verbreitet. Diese Krystalle finden sich sowohl im Protoplasma, aus welchem sie später in den Zellsaft gelangen (Fig. 44), als in der Membran, besonders bei Nadelhölzern (Fig. 42), sowie auch bei den Flechten auf der freien Außenseite der Zellwände.

§ 26. **Der Zellsaft** durchtränkt die Membran, das Protoplasma, überhaupt alle organisierten Gebilde der Zelle und sammelt sich außerdem im Innern des Protoplasmas zu Vakuolen oder auch zu einem großen Saft Raum an; er stellt eine wässrige Lösung verschiedener Stoffe dar; Salze fehlen darin niemals; in gewissen Zellen mancher Pflanzen (z. B. des Zuckerrohrs, des Ahorns, der Runkelrübe) enthält er sehr viel Rohrzucker, welcher durch Reinigung daraus gewonnen wird; in den Zellen vieler Früchte wie der Weintraube u. a. enthält er viel Traubenzucker. Außerdem finden sich darin Gerbstoffe, in manchen Pflanzen Inulin, Säuren, wie Äpfelsäure in den Äpfeln und anderen Früchten, Citronensäure in den Citronen, ferner die Farbstoffe der meisten roten und blauen Blüten (Erythrophyll und Anthocyan) vieler Früchte (z. B. Kirsche, Holler), sowie der rotgefärbten Blätter von Amarantaceen, der Blutbuche u. a. und viele andere Stoffe.

§ 27. Die **Entstehung der Zellen** ist immer an die Existenz bereits vorhandener Zellen gebunden. Eine direkte Bildung von Zellen aus den dazu notwendigen chemischen Verbindungen, *Generatio spontanea* oder *aequivoca*, ist bis jetzt nie beobachtet worden. Das Wesen der Zellbildung besteht darin, dass das Protoplasma einer Zelle, der Mutterzelle, sich ganz oder teilweise neu gestaltet. Da wir das Protoplasma als den wesentlichen Teil der Zelle kennen, und da es sich gerade bei der Zellbildung deutlich zeigt, dass die dabei ins Spiel kommenden Kräfte und Bewegungen ihren Sitz im Protoplasma haben, so ist es für die Vorgänge der Zellbildung vorerst gleichgiltig, ob die Tochterzellen eine neue Membran erhalten oder nicht; es ist daher auch eine bloße neue Membranbildung um einen Protoplasma Körper durchaus nicht als Zellbildung zu betrachten, solange nicht dieser selbst eine Neugestaltung dabei erfährt. Wir beobachten bei der Zellbildung häufig bestimmte Veränderungen in den Zellkernen (s. oben S. 38, § 19): es muss aber darauf hingewiesen werden, dass nicht jede Teilung des Kernes als eine Zellbildung aufgefasst werden darf; dass vielmehr als Zellbildung nur die Entstehung eines individualisierten Protoplasma Körpers zu betrachten ist, mag derselbe einen oder mehrere Kerne enthalten, oder ganz kernlos sein.

Wir können drei verschiedene Typen der Zellbildung unterscheiden,

von welchen jedoch die beiden ersten durch mannigfache Übergänge verbunden werden.

1. Bei der Zellteilung spaltet sich der Protoplasmakörper der Mutterzelle in zwei neue, wobei die Trennungsfläche eine eigentümliche Struktur (»Zellplatte«) erhält und zumeist in eine neue Membran sich umbildet. Dieser Vorgang kommt in folgenden Modifikationen vor.

1. In wachsenden vegetativen Organen findet eine Fächerung der Zelle statt (Fig. 45), indem alsbald in der Trennungsfläche eine anfangs außerordentlich zarte Membran auftritt; dieselbe erscheint fast immer an allen Punkten der Trennungsfläche gleichzeitig; nur in wenigen Fällen (z. B. Spirogyra, Cladophora) wächst sie ringförmig von außen nach innen. Mit Ausnahme der neugebildeten Membran an der Trennungsfläche werden die neuen Zellen von der bisherigen Zellwand der Mutterzelle umschlossen. War in der Mutterzelle nur ein einziger Kern vorhanden, so beginnt der Teilungsvorgang mit der Teilung des Kerns, welcher entweder schon von vornherein so gelagert war, dass er von der zukünftigen Trennungsfläche quer durchsetzt wird (s. oben Fig. 30), oder sich erst kurz vor Beginn der Zellteilung in entsprechende Lage bewegt (Fig. 45). Es sind in diesem, weitaus häufigeren Falle Kernteilung und Zellteilung zusammengehörige Prozesse. Anders dagegen verhalten sich Zellen mit zahlreichen Kernen (z. B. Vaucheria, Cladophora); hier findet die Zweiteilung der Kerne fortwährend statt; die Abgrenzung zweier neuer Protoplasmakörper dagegen, die Zellteilung, steht hierzu in keiner Beziehung; die vorhandenen Kerne verteilen sich auf die beiden neuen Tochterzellen nach Maßgabe ihrer eben vorhandenen Anordnung.

2. Äußerlich, aber nicht dem Wesen nach hiervon verschieden ist die Absehnürung oder Sprossung, wie wir sie bei der Sporenbildung vieler Pilze (s. unten Fig. 138), aber auch bei der Vermehrung vegetativer Zellen der Hefe und anderer Pilze (s. unten Fig. 121) finden. Hier treibt die Mutterzelle zuerst eine Ausstülpung, welche mit ihr nur an einer ganz schmalen Stelle verbunden ist; an dieser verengten Stelle erfolgt nachher die Trennung und die Bildung einer neuen Membran.

3. Auf die Zweiteilung der Zelle lässt sich auch die Vierteilung zurückführen, welche für die Bildung der Sporen bei den Moosen und Pteridophyten, sowie der Pollenkörner der Phanerogamen charakteristisch ist. Diese Vierteilung besteht entweder in einer rasch wiederholten Zweiteilung (gewöhnlich in der Richtung, dass die drei

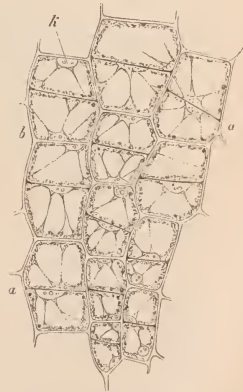


Fig. 45. Zellteilung in der Rinde des wachsenden Stengels von *Vicia faba* (390); bei *a* hat die Teilung eben stattgefunden; der Kern (*k*) liegt noch an der neuen Wand; bei *b* hat er sich schon an die ältere Wand zurückgezogen.

Trennungsf lächen aufeinander rechtwinkelig, nach den drei Richtungen des Raumes angeordnet sind), wobei in den drei Trennungsf lächen Zellplatten auftreten und sich in Membranen umwandeln (Fig. 46 A).

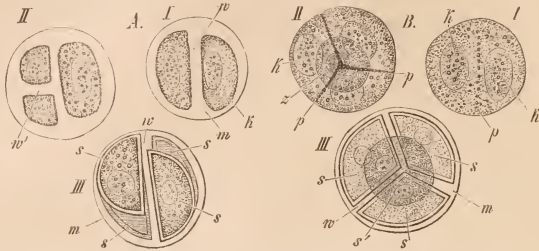


Fig. 46. Viertelung der Sporenmutterzellen von Farne, A von Schizaeae, B von *Pellaea rotundifolia*. I, II, III, aufeinanderfolgende Stadien; *k* Zellkern; *p* Zellplatte; *s* Spore; *s'* im Hintergrunde liegende Spore; *m* Wand der Mutterzelle; *w* bei der Teilung entstandene Scheidewände (300mal vergrößert).

Oder aber die Zellplatte, welche bei der ersten Zweiteilung des Protoplastkörpers entsteht, wird wieder rückgebildet, während eine neue

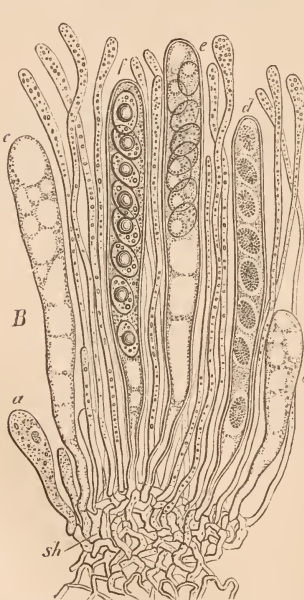


Fig. 47. Freie Zellbildung in den Schläuchen von *Peziza convexula*. *a-f* Entwicklungsfolge der Schläuche und Sporen (nach Sachs) (550).

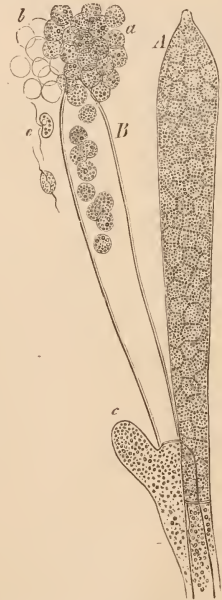


Fig. 48. Vielzellbildung bei der Schwarmsporenbildung von *Achlya* (550) (nach Sachs).

Zweiteilung der beiden Protoplasmakörper eintritt; nun erfolgt die Membranbildung erst zwischen den vier neuen Protoplasmakörpern, welche bald in einer Ebene liegen, bald (und zwar häufiger) tetraedrisch angeordnet sind (Fig. 46 B). Diese Art der Vierteilung bildet den Übergang zum folgenden Typus. Für die hier angegebenen Fälle der Vierteilung ist es weiterhin charakteristisch, dass die vier hierdurch entstandenen Zellen sich mit neuen Membranschichten umgeben (Fig. 46 III) und, von den letzteren umschlossen, durch Auflösung der Wand der Mutterzelle und der bei der Vierteilung entstandenen Membranen frei werden.

II. Bei der freien Zellbildung gruppiert sich das Protoplasma der Mutterzelle um (gewöhnlich) zahlreiche Centra; diese letzteren sind Zellkerne, welche wohl immer durch wiederholte Zweiteilung sich vermehrt haben. Die Zellplatten und damit die Membranen entstehen somit hier nicht zwischen einem Paare von Schwesterzellen, sondern zwischen Protoplasmakörpern, die sich gleichzeitig aus dem Protoplasma der Mutterzelle aussondern.

1. Als freie Zellbildung im engeren Sinne pflegt man die Zellbildung im Embryosack der Angiospermen bei Anlage des Eiapparates, die Endospermibildung vieler Phanerogamen, die Bildung der Sporen in den Schläuchen vieler Pilze (Fig. 47) zu bezeichnen; in all den genannten Fällen wird die Mutterzelle von den Tochterzellen nicht vollständig ausgefüllt; es bleibt sogar meistens ein Theil des Protoplasmas (s. z. B. Fig. 47 e, f) von der Zellbildung ausgeschlossen.

2. Als Vielzellbildung bezeichnet man die gleichzeitige Bildung zahlreicher Tochterzellen aus dem gesamten Protoplasma der Mutterzelle, wie in den Sporangien vieler Pilze (Fig. 48); doch ist diese Form durch vielfache Übergänge mit voriger verbunden.

3. Ein spezieller Fall der freien Zellbildung ist die Vollzellbildung oder Verjüngung, d. h. die Bildung einer einzigen neuen Zelle aus dem gesamten Protoplasma der Mutterzelle. Es ist hierbei wesentlich, dass der Protoplasmakörper sich neu gestaltet, d. h. in seinem Inneren derartige Umgestaltungen erfährt, dass von einer Neubildung die Rede sein kann. Eine solche Umgestaltung zeigt sich z. B. deutlich bei der Bildung der Schwärmzellen von Oedogonium (Fig. 49), in welchen der farblose Theil des Protoplasmas anfangs seitlich (A) liegt, nachher aber die Basis der Schwärmzelle (B) und der neuen Pflanze (C) wird. Ähnliches findet sich bei der Schwärmzellenbildung anderer Algen z. B. von Vaucheria mit zahlreichen Kernen, ferner bei der Bildung der Eier vieler Algen (z. B. der eben genannten) und Pilze, der Moose, Pteridophyten und Gymnospermen, der

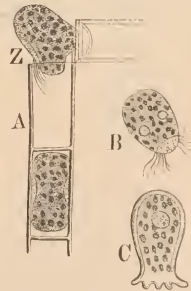


Fig. 49. Verjüngung bei der Schwärmzellenbildung von Oedogonium. A Stück eines Fadens; in der unteren Zelle fängt das Protoplasma eben an, sich zusammenzuziehen, in der oberen tritt es als verjüngte Primordialzelle (Z) eben aus. B schwärmende Spore. C Beginn der Keimung (150).

Spermatozoiden. Auch hier kann es vorkommen, dass ein Theil des Protoplasmas der Mutterzelle nicht in die Neubildung mit eingeht, sondern ausgestoßen wird oder zurückbleibt (Eier von *Vaucheria*, *Peronospora*).

III. Eine besondere, von den oben geschilderten Vorgängen durchaus verschiedene Zellbildung ist die Vereinigung je zweier oder mehrerer Zellen zu einer neuen Zelle; man bezeichnet den Vorgang in seiner einfachsten Form als Konjugation oder Kopulation (Fig. 50); er findet sich auch, wenn auch vielfach modifiziert, bei allen Befruchtungsvorgängen. Die

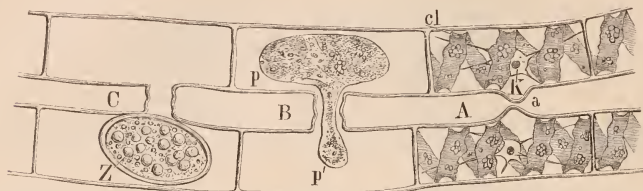


Fig. 50. Konjugation der Zellen von *Spirogyra* (400). A die Zellen zweier Fäden, welche sich eben zur Konjugation vorbereiten und bei a Fortsätze gegeneinander treiben; man erkennt den spiralbandförmigen Chlorophyllkörper *cl* und den Zellkern *K*. Bei B verschmilzt der Protoplasmafortsatz *p'* der einen Zelle mit dem der andern *p*. Bei C eine durch diese Verschmelzung entstandene Zygospore Z.

Zellen, welche sich vereinigen, sind zuerst durch einen der oben geschilderten Vorgänge entstanden, und liefern durch ihre Vereinigung ein neues, von ihnen selbst verschiedenes Produkt. Dabei kann als allgemeine Regel gelten, dass die gleichwertigen Teile beider kopulierenden Zellen sich miteinander vereinigen, z. B. Kern mit Kern, Chlorophyllkörper mit Chlorophyllkörper, *Centrosom* mit *Centrosom*. -

Zweites Kapitel.

Die Gewebe.

§ 28. Als **Gewebe** bezeichnen wir jede Verbindung von Zellen, welche von gemeinsamem Wachstum beherrscht wird. Nach der räumlichen Anordnung der untereinander verbundenen Zellen unterscheiden wir:

Zellreihen, wenn die Zellen nur mit zwei gegenüberliegenden Endflächen aneinanderstoßend zu einem Faden oder einer Reihe verbunden sind [manche Algen, wie *Spirogyra* (Fig. 50), *Oedogonium* (Fig. 49), manche Haare].

Zellflächen, wenn die Zellen eine einfache Schicht bilden, also nach zwei Richtungen des Raumes aneinanderstoßen (manche Algen, Blätter vieler Moose);

Zellkörper, wenn die Zellen nach allen Richtungen des Raumes angeordnet sind.

Gewöhnlich bestehen die Gewebe aus Zellen, welche durch wiederholte Zweiteilung aus gemeinsamen Mutterzellen entstanden sind und schon durch die Art der Scheidewandbildung von Anfang an in Zusammenhang bleiben (Fig. 45); in einigen besonderen Fällen kommen Gewebe auch dadurch zu stande, dass entweder vorher isolierte Zellen mit ihren Wänden nachträglich verschmelzen, um gemeinsam fortzuwachsen, oder dass durcheinandergeflochtene, aus Zellenreihen bestehende Fäden, auch ohne immer zu verschmelzen, dennoch ein gemeinsames Wachstum zeigen (Fig. 47 *sh*).

§ 29. Die gemeinsame Wandung der Gewebezellen ist anfangs meist sehr dünn und zart und erscheint auch bei den stärksten Vergrößerungen als einfache Platte (Fig. 45); wenn sie in die Dicke wächst, wird häufig eine mittlere Lamelle sichtbar (Fig. 51 *m*), welche sie in zwei, scheinbar den beiden Nachbarzellen angehörende Teile spaltet; diese Mittellamelle ist nichts anderes, als eine besonders ausgebildete Partie der ganzen, beiden Zellen gemeinsam angehörenden Wand. Ihr von der übrigen Wand abweichendes chemisches Verhalten bedingt es, dass man durch ihre Auflösung (in Salpetersäure und chlorsaurem Kali) die einzelnen Zellen voneinander trennen kann. Wenn die gemeinsame Wand gleichartiger Zellen Tüpfelbildungen besitzt, so treffen die Tüpfel beider Seiten genau aufeinander (Fig. 54 *t*); wenn jedoch einzelne Zellen eines Gewebes besondere Ausbildung erfahren, wie z. B. die Gefäße, so beschränkt sich deren ungleichmäßige Membranverdickung nur auf die eine Seite der gemeinsamen

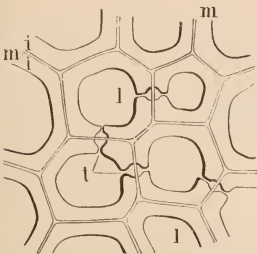


Fig. 51. Mittellamelle (*m*) auf dem Querschnitt der Rindenzellen von *Trichomanes speciosum*, einem Farnkraut (500mal vergr.); *ii* neben der Mittellamelle liegende Hautsubstanz; *l* Zelhöhlung; *t* geböhte Tüpfel, die in den benachbarten Zellen aufeinandertreffen; deren beiderseitige Tüpfelräume sind durch die Mittellamelle von einander getrennt.

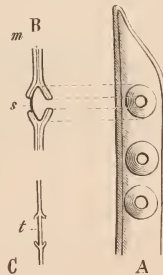


Fig. 52. Behöhte Tüpfel an den Holzfasern der Kiefer, *A* von der Fläche, *B* im Durchschnitt gesehen. *s* die Schließhaut, *m* die Mittellamelle. *C* junger Zustand im Durchschnitt, *t* die Anlage des Tüpfels (500, etwas schematisiert).

Wand; für die spirälige Verdickung ist dies ohnehin selbstverständlich; solche sich eigenartig ausbildende Zellen, wie z. B. jene, welche die Gefäße und Milchröhren bilden, zeigen überhaupt selbständige, von den Nachbarzellen verschiedene Wachstumsvorgänge.

In sehr zahlreichen Fällen bleibt die dünne Wandstelle zwischen je zwei aufeinandertreffenden Tüpfelräumen erhalten (Fig. 54), und es gilt dies

auch für die großen Hoftüpfel, welche sich an den Holzfasern der Nadelhölzer finden (Fig. 52). Diese letzteren wurden lange Zeit irrtümlicherweise für offene Verbindungskanäle zwischen den benachbarten Zellen gehalten, und es wurde diese Meinung dadurch veranlasst, dass die dünne Wandstelle zwischen den beiderseitigen Tüpfelräumen (die sog. Schließhaut) nicht wie gewöhnlich in der geraden Fortsetzung der übrigen Wand ausgespannt ist, sondern infolge eines nachträglichen Flächenwachstums gewölbt wird und sich dem einen der beiden Ausgänge des in der Wand zu stande kommenden linsenförmigen Hohlraums anlegt (Fig. 52 B, s). Die Entstehung dieser Tüpfel erfolgt derart, dass die Wand rings um eine dünn bleibende Stelle (die nachherige Schließhaut) sich wallförmig verdickt (Fig. 52 C).

Hingegen kommt es in anderen Fällen wirklich vor, dass die dünne Wandstelle zwischen je zwei Tüpfelräumen aufgelöst wird, so dass die benachbarten Zelhöhlungen in offene Kommunikation miteinander treten; ähnliche Auflösung kann auch ganze Wände treffen, wie dies bei der Bildung vieler Gefäße (s. unten § 31) eintritt. Die hierdurch in Verbindung miteinander tretenden Zellen enthalten keinen lebendigen Protoplasmakörper mehr und sind daher als Umwandlungsprodukte von Zellen zu betrachten.

Die Protoplasmakörper benachbarter Zellen stehen öfters, wie in neuerer Zeit mehrfach beobachtet wurde, durch außerordentlich zarte Protoplasmastränge in Verbindung, welche die Membranen bald an den Tüpfeln, bald aber auch an anderen Stellen durchsetzen und wahrscheinlich schon von der ersten Entstehung der Zellwand an vorhanden sind.

§ 30. **Intercellularräume** oder Zwischenzellräume sind Lücken im Gewebe, welche zwischen zwei oder mehr Zellen auftreten; sie können auf zweierlei Weise entstehen; entweder schizogen, d. h. durch teilweise Spaltung der gemeinsamen Wand, oder lysigen, d. h. durch Desorganisation bestimmter Zellen, welche von bleibenden umgeben werden.

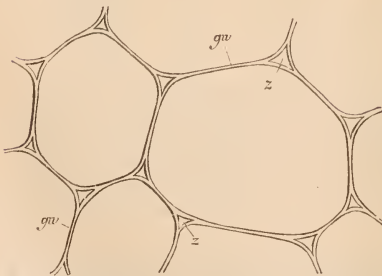


Fig. 53. Intercellularräume (z) zwischen den Markzellen von *Zea Mais* (550); gw die gemeinsame Wand (nach Sachs).

4. Schizogen entstehen zumeist die luftführenden Intercellularräume, welche sich zwischen den Zellen saftiger, dünnwandiger Gewebe, des Parenchyms, und zwar meist an den Kanten finden, wo mehrere Zellen zusammenstoßen (Fig. 53 z). Bisweilen erreichen einzelne solcher Intercellularräume (dann Lakunen oder Luftlücken) eine außerordentliche Größe, so dass dadurch

ganze Zellschichten und Zellreihen vom übrigen Gewebe und von einander getrennt werden, so z. B. im Blattstiel der Secrosen und anderer Wasser-

pflanzen. Haar- oder faserförmige Fortsätze, welche hier (auch z. B. bei *Aspidium*) von den umgebenden Zellen aus frei in diese großen Interzellularräume hineinwachsen, werden als »innere Haare« bezeichnet.

2. Durch Desorganisation, nämlich durch Vertrocknung und Zerreißen eines größeren Komplexes von Zellen, entstehen die großen luftführenden Lücken in den Stengeln und Blättern von *Juncus* u. s. w., ferner die großen, sich über ganze Internodien erstreckenden Hohlräume in der Achse vieler Stengel (z. B. Gräser, Doldengewächse, Schaafelhalme), sowie ähnliche Hohlräume in Blättern (z. B. Schnittlauch).

Während die eben besprochenen Interzellularräume Luft enthalten, dienen andere, sowohl schizogene als lysigene, als Sekretbehälter; diese s. u. § 34.

§ 34. **Gewebeformen.** Das Gewebe des Pflanzenkörpers besteht aus Zellen oder Umbildungsprodukten von Zellen, kurz aus Gewebeelementen, welche auf gewisse Ausdehnung in ihren Eigenschaften miteinander übereinstimmen, aber hierin von anderen Gewebekomplexen verschieden sind; ebenso finden sich aber auch einzelne Gewebeelemente, welche unter sich oder mit anderen in Komplexen auftretenden ihren Eigenschaften nach übereinstimmen. Alle solche Gewebeelemente nun, welche in gewissen Charakteren übereinstimmen, rechnen wir zu einer Gewebeform. Aus der Mannigfaltigkeit der Charaktere, je nachdem wir die Gestalt der einzelnen Gewebeelemente, die Beschaffenheit, Dicke ihrer Wände, die Qualität ihres Inhalts u. s. w. berücksichtigen, ergibt sich auch eine große Anzahl von Gesichtspunkten, nach welchen wir bei der Einteilung und Charakterisierung der Gewebeformen verfahren können.

Nehmen wir nur auf die Gestalt der einzelnen Gewebeelemente und die dadurch bedingte Art ihrer Aneinanderfügung Rücksicht, so unterscheiden wir Parenchym und Prosenchym. In ersterem (s. Fig. 40, 44, 53) sind die Zellen nicht viel länger als breit, mit breiten Querflächen aufeinandergesetzt; im Prosenchym dagegen (Fig. 54 C, Querschnitt Fig. 51) sind die Zellen viel länger als breit, mit ihren zugespitzten oder zugeshärferten Enden zwischen einander eingeschoben.

Nach der Teilungsfähigkeit der Zellen unterscheiden wir Dauergewebe und Teilungsgewebe (Meristem). Ersteres besteht aus Zellen, welche sämtlich aufgehört haben, sich zu teilen, und ihre definitive Form angenommen haben; letzteres dagegen aus Zellen, welche derart in Teilung begriffen sind, dass gewisse Tochterzellen sich immer wieder teilen, während die anderen in Dauergewebe übergehen.

Während das Teilungsgewebe selbstverständlich nur Zellen mit lebendem Protoplasmakörper enthält, kann das Dauergewebe auch aus Elementen bestehen, welche die eigentliche Zellenqualität, den lebendigen Protoplasmakörper verloren haben. Gewebeelemente letzterer Art kann man unterscheiden in

a) Schläuche, welche durch einen eigentümlichen Inhalt, z. B. Öl, Schleim u. s. w., sich auszeichnen, ohne dass die äußere Form auffallend verändert ist (z. B. Fig. 61, 62).

b) Fasern, welche bei vorzugswiseier Längsstreckung ihren Inhalt durch Wasser oder Luft ersetzen (z. B. Fig. 54);

c) Röhren; dieselben sind entweder gegliedert, d. h. sie entstehen durch teilweise oder gänzliche Auflösung der Wände zwischen bestimmten Zellenzügen, so dass die einzelnen Glieder der Röhre vorherrschend nach einer bestimmten Richtung aneinandergereiht sind, z. B. die Gefäße (Fig. 57 C); oder sie sind ungliedert d. h. gehen aus je einer einzigen selbständig zu sehr beträchtlicher Länge anwachsenden Zelle hervor.

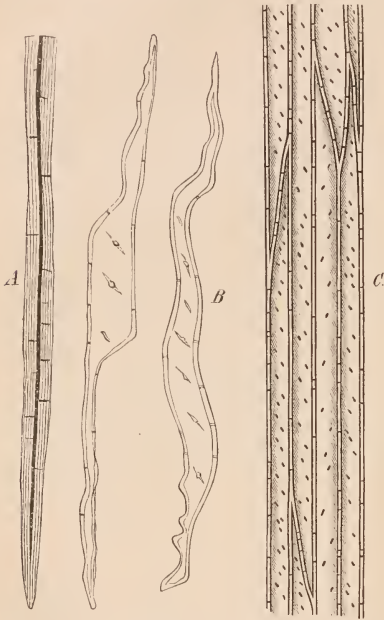


Fig. 54. Sklerenchymelemente. A Ende einer Bastfaser mit stark verdickter, gefüpfelter Wand, im Längsschnitt. B Holzfasern aus der Wurzel der Kürbispflanze, Flächen- und Durchschnittsansicht. C Fasern aus dem Stengel von *Helianthus tuberosus*, 300mal vergr.

Durch Kombination der hier angegebenen hauptsächlichen Charaktere mit anderen, welche in der näheren Beschaffenheit des Inhalts und der Membranen begründet sind und im engsten Zusammenhange mit der physiologischen Funktion stehen, erhalten wir folgende Geweformen:

1. Zellengewebe, d. h. Gewebe, deren Elemente lebendige Protoplasmakörper enthalten, also wirkliche Zellen sind; solches Zellengewebe bildet fast ausschließlich den ganzen Körper der Algen, Pilze, der meisten Moose, ferner die Grundmasse der saftigen Teile höherer Gewächse, so insbesondere die Oberhaut, Mark und Rinde, die grüne Substanz der Blätter u. a., und erfährt je nach dem Ort, wo es sich findet, und nach der Funktion, die ihm zukommt, selbst wieder verschiedenartige Ausbildung, welche, um Wiederholungen zu vermeiden,

erst im folgenden, besonders § 35 und 36 geschildert werden soll (s. Fig. 40, 41).

2. Das Sklerenchym besteht aus Elementen, welche die Zellennatur verloren haben, nur tote Reste des Protoplasmas nebst Wasser und Luft enthalten; die Membranen sind stets verdickt, oft fast bis zum Verschwinden der Höhlung (s. Fig. 54 A), nicht selten verholzt, meist mit runden einfachen, oder schrägen spaltenförmigen Hoftüpfeln versehen. Es

ist teils parenchymatisch (»Steinzellen« Fig. 55 *s*), teils prosenchymatisch, faserförmig (Fig. 54, 55 *f*) und dient hauptsächlich in letzterer Gestalt als Festigungsapparat des Pflanzenkörpers. Übergänge zur vorigen Form finden sich häufig, indem Zellen, welche noch lebendes Protoplasma behalten, ihre Wände ebenso wie das Sklerenchym ausbilden; solche Zellen heißen sklerotisch und treten z. B. im Gewebe vieler Moose und Farne auf.

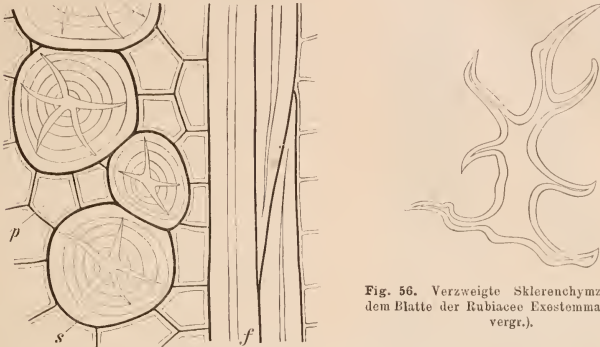


Fig. 55. Kurze Sklerenchymelemente (Steinzellen) (*s*) und Sklerenchymfasern (*f*) auf dem Längsschnitt der Eichenrinde; *p* Parenchymzellen (300).

Fig. 56. Verzweigte Sklerenchymzelle aus dem Blatte der Rubiacee Exostemma (300 mal vergr.).

3. Die Tracheen führen ebenfalls nur Wasser oder Luft als Inhalt; ihre Wandung ist verholzt und entweder mit nach innen vorspringenden Verdickungen oder mit Hoftüpfeln versehen. Zu dieser Gewebeform gehören:

- a) die Tracheiden, d. h. allseitig geschlossene Fasern (s. Fig. 57 *A, B*);
- b) die Gefäße oder Tracheen im engeren Sinne (*vasa*), nämlich gegliederte Röhren; deren einzelne Glieder treten entweder durch vollständige Auflösung der Querwände (Fig. 57 *C, a*) miteinander in offene Verbindung oder die Querwände werden durch Auflösung einzelner dünner Wandstellen durchbrochen; ersterer Fall tritt gewöhnlich bei nahezu quer gestellten Wänden ein, letzterer an solchen Querwänden, welche von Anfang an schräg gestellt sind.

Beiderlei Formen, sowohl die Tracheiden, als Gefäße, werden nach der Art der Wandverdickung unterschieden als: Ring-, Spiral-, Netz-, Querbalken- und getüpfelte Tracheen.

Wenn Tracheen mit getüpfelter Wandung an Zellen mit lebendem Protoplasma angrenzen, so kommt es nicht selten vor, dass die dünnen Wandstellen der Tüpfel ein nachträgliches Wachstum erfahren und die Nachbarzelle in den Raum der Trachee hineinwächst; es können dann weitere Teilungen in dieser hineingewachsenen Zelle eintreten und sogar ein Zellengewebe entstehen, welches den Hohlraum der Trachee vollständig ausfüllt; diese Wucherungen, welche in manchen Hölzern z. B. von Robinia konstant, in anderen gelegentlich vorkommen, heißen Thyllen, Füllzellen.

Die Tracheen finden sich als charakteristische Bestandteile des unten zu schildernden Fibrovasalsystems, aber auch anderwärts, so z. B. im Blatt- und Rindengewebe einiger Moose, wie Sphagnum (Fig. 57 *A*), ferner in der Hülle der Luftwurzeln der Orchideen; ihre Funktion ist die Wasserleitung.

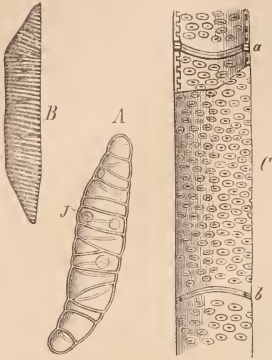


Fig. 57. Tracheen. *A* Tracheide aus dem Blatt von Sphagnum, *J* die Löcher in der Außenwand. *B* Tracheide aus dem Blatt von Polypodium vulgare. *C* Stück einer gehöftgetüpfelten Trachee aus dem Stamm von Helianthus, oben durch den Schnitt geöffnet. *a* und *b* die Reste der aufgelösten Querwände. (300 mal vergr.).

wenigstens bei manchen Pflanzen zeitweise die Tüpfel verschließt. An den Längswänden kommen ähnliche Wandpartien, sog. Siebfelder vor. Die

übrige Wand ist ziemlich dünn, unverholzt. Der Inhalt der Siebröhrenglieder ist ein zäher Schleim (Fig. 58 *A*, *st*), umschlossen von einer protoplasmatischen Hülle (Fig. 58 *A*, *h*), welcher Stärkekörner (Fig. 58 *A*, *st*) angelagert sind.

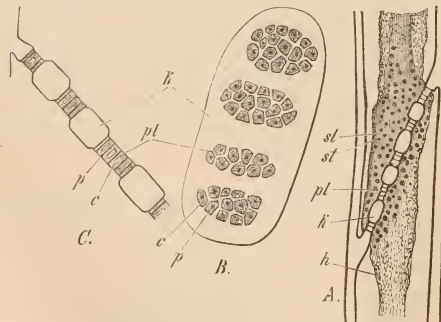


Fig. 58. Siebröhrenstücke aus dem sekundären Phloëm der Weinrebe, *A* ganze Querwand mit den angrenzenden Parteien (300 mal vergr.), *pl* die Siebplatten, *k* die Knoten, *h* protoplasmatische Hülle, *st* Schleim, *st* Stärkekörnchen. *B* Stück einer Querwand von der Fläche, *C* im Durchschnitt (700 mal vergr.), *p* Tüpfel, *c* Callussubstanz.

tiger Stoffe; ähnliche Bildungen finden sich schon bei manchen Algen.

5. Die Milchröhren enthalten den Milchsaft, welcher beim Verletzen

gewisser Pflanzen ausfließt, nämlich eine Emulsion von kleinen festen Partikelchen in einer wässrigen Flüssigkeit; häufig ist Kautschuk in demselben enthalten, wohl stets auch Stoffe, die von der Pflanze selbst noch weiter verbraucht werden. Ihre Wandung ist weich, nur selten stärker verdickt. Diese Milchröhren sind

a) gegliederte Röhren, d. h. gerade oder anastomosierende Reihen von Zellen, deren Querwände aufgelöst oder durchbrochen sind (Fig. 59); solche kommen den Cichoriaceen (z. B. Löwenzahn, Schwarzwurzel), Campanulaceen und meisten Papaveraceen zu; der eingetrocknete Milchsaft des Mohns, Papaver somniferum, ist das Opium, bei Chelidonium ist er gelb gefärbt.

b) ungegliederte Röhren, d. h. an den Enden geschlossene Zellen, welche vielfach verästelt sind und die ganze Pflanze durchziehen (Fig. 60); sie finden sich bei den Euphorbiaceen, Moraceen, Apocynaceen und Asclepiadaceen. Dieselben werden schon in der jungen, noch aus wenigen Zellen bestehenden Keimpflanze angelegt und wachsen, ohne sich zu teilen, mit der ganzen Pflanze; während sie an älteren Theilen mit Milchsaft erfüllt sind, enthalten ihre fortwachsenden Enden Protoplasma mit zahlreichen Zellkernen.

6. Sekretbehälter, ausgezeichnet durch die eigenartige Beschaffenheit ihres Inhalts, mit dessen Ausbildung und Ansammlung der Protoplasmakörper schwindet. Die Stoffe des Inhalts scheinen im Leben der Pflanze keine weitere Veränderung mehr zu erfahren. Es gehören hierher:

a) Schläuche, d. h. aus einzelnen Zellen hervorgegangene Sekretbehälter. Dahin sind zu rechnen die krystallführenden Schläuche, welche im Grundgewebe von Monokotyledonen (Fig. 44), im Baste vieler Bäume, auch im Gewebe der Blätter (Fig. 43, 62) vorkommen, ferner die Schleimschläuche der Malvaceen und in der Rinde der Ulmen und Tannen, die Gerbstoff-

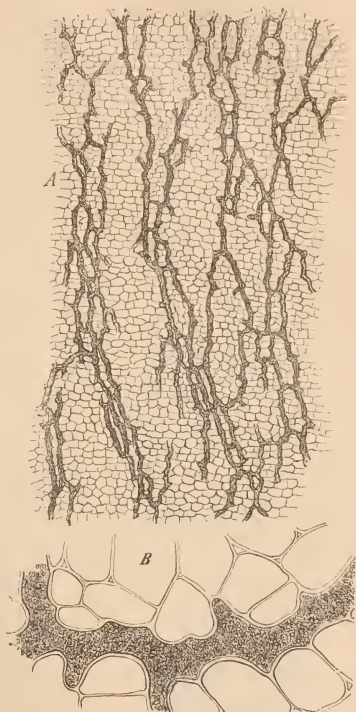


Fig. 59. Gegliederte Milchröhren im Phloem der Schwarzwurzel (*Scorzonera hispanica*). Tangentialschnitt, A schwach, B ein kleines Stück davon stark vergrößert (nach Sachs).

schläuche vieler Farne u. a., sodann die Öl- und Harzbehälter der Lauraceen (z. B. Kampher, Fig. 61), der Zingiberaceen, von *Acorus*, mancher Coniferen (wie im Holz der Weißtanne) u. a.; außerdem die mit milchigem Saft (häufig Gummiharz enthaltend) gefüllten reihenweise übereinanderstehenden Schläuche der Ahornarten, von *Sambucus*, wo dieselben im Umkreise des vertrockneten Markes als rote Linien sichtbar sind, bei den Convolvulaceen, bei *Isonandra Gutta* (*Guttapercha*) u. a.

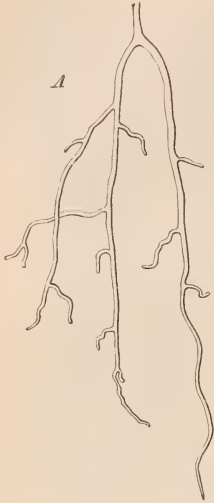


Fig. 60. Endverzweigung einer Milchröhre aus dem Blatte einer *Euphorbia*, freipräpariert (120 mal vergr.) (nach *Haberlandt*).



Fig. 61. Harzschlauch (*h*) aus dem Blattstiel des Kampherbaums (250 mal vergr.).

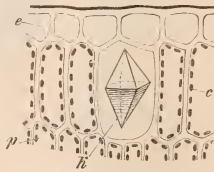


Fig. 62. Krystallschlauch im Blattgewebe von *Rhamnus Frangula*; *e* Epidermis der Oberseite; *p* Palissadenparenchym mit Chlorophyllkörnern (*c*); *k* der Krystall (200).

tritt; später werden dann die Wände zwischen diesen ölhaltigen Zellen aufgelöst und die Lücke erscheint dann umschlossen von den angrenzenden dicht zusammenschließenden Zellen (Fig. 63 C).

Schizogenen Ursprungs dagegen sind z. B. die in Holz, Rinde und

b) Intercellulare Sekretbehälter, nämlich Intercellularräume von teils schizogenem, teils lysigenem Ursprung. Das Sekret ist entweder Schleim, Gummi, oder ein Gemenge von Gummi mit Harz, oder ätherisches Öl, letzteres sehr häufig mit Harz gemengt als sog. Balsam. Der Gestalt nach sind diese Zwischenzellräume entweder rundliche, rings geschlossene Höhlungen, Lücken (auch innere Drüsen genannt), oder es sind langgestreckte, auf weite Strecken sich hinziehende Kanäle, Gänge; erstere sind vorherrschend lysigenen, letztere vorherrschend schizogenen Ursprungs.

Als Beispiele für lysigenen intercellulare Sekretbehälter seien genannt die mit Gummi erfüllten Höhlungen im Gewebe der Kirschbäume, ferner die Öllücken der Orangen, überhaupt der Rutaceen, dann der Citronen, von *Hypericum*, bei welchen sich dieselben schon äußerlich für das bloße Auge als durchsichtige Punkte im Blattgewebe bemerkbar machen.

Die Entstehung dieser Öllücken findet in der Weise statt, dass durch bestimmte Teilungen sich ein Komplex von Zellen aussondert, in deren Inhalt das Öl in Form von Tröpfchen auf-

vielen Blättern verlaufenden Harzgänge der Coniferen und Anacardiaceen, die Gummiharzgänge der Umbelliferen und Verwandten, die Ölgänge der Compositen. Hier weichen die ebenfalls durch bestimmte Teilungen ent-

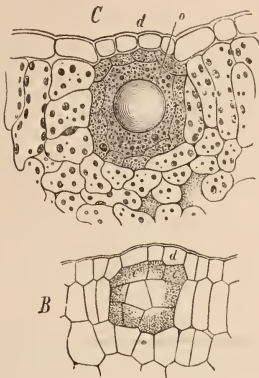


Fig. 63. Öllücke unter der Blattoberfläche von *Dictamnus Fraxinella* (320); *B* jüngerer, *C* fertiger Zustand; *c* Mutterzellen der Lücke vor der Auflösung; *o* ein großer Tropfen ätherischen Öls (nach *Sachs*).

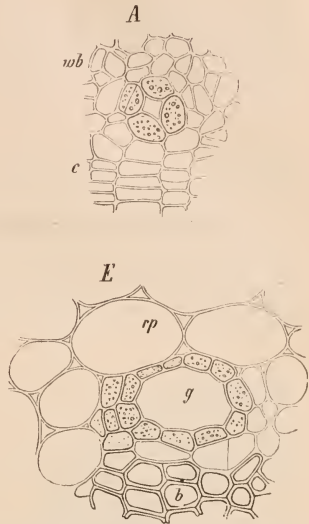


Fig. 64. Harzgänge im jungen Stamm des *Epheus*, *Hederia Helix* (Querschnitt 800). *A* jüngerer, *E* älterer Zustand; *g* der Harzgang, *c* Cambium, *wb* Weichbast, *b* Bastfasern, *rp* Rindenparenchym (nach *Sachs*).

standenen Zellen auseinander (Fig. 64 *A*) und bilden dann eine durch Gestalt und Inhalt vom umgebenden Gewebe verschiedene Auskleidung des Ganges, in welchem sich das jedenfalls von diesen Zellen gebildete Sekret ansammelt.

c) Hieran würden sich die in der Epidermis vorkommenden Sekretionsorgane anschließen, deren Sekret nach außen abgeschieden wird; diese s. unten § 36.

§ 32. **Gewebesysteme.** Komplexe einer Gewebeform, welche auf längere Strecken oder durch den ganzen Körper in ununterbrochener Verbindung stehen, bilden eine Gewebesystem. So können wir z. B. von einem Milchröhrensystem, einem Harzgangsystem, einem Sklerenchymssystem, Siebröhrensystem u. s. w. sprechen. Durch Vergesellschaftung mehrerer Systeme entstehen Systeme höherer Ordnung: so sind z. B. Trachealsystem und Siebröhrensystem fast immer mit einander verbunden und durchziehen gemeinsam den Pflanzenkörper.

Wenn wir nun im folgenden versuchen, die Anordnung dieser Systeme im Pflanzenkörper darzustellen, so sei zunächst hervorgehoben, dass diese

Systeme durchaus nicht bei allen Pflanzen vorhanden sind, oder vorhanden zu sein brauchen. So wurde schon oben erwähnt, dass die niederen Pflanzen (Algen, Pilze, Moose) fast nur Zellengewebe besitzen; so sind z. B. die Milchröhren, Harzgänge u. s. w. nur bestimmten Pflanzen oder Pflanzengruppen eigen und fehlen bei sehr vielen anderen. Wir werden daher vor allem denjenigen Systemen eine hervorragende Wichtigkeit zuerkennen, welche, abgesehen von dem keiner Pflanze fehlenden Zellengewebe, allen höheren Pflanzen (Pteridophyten und Phanerogamen) zukommen; wie die Beobachtung lehrt, ist dies für das Tracheen- und Siebröhrensystem der Fall. Berücksichtigen wir ferner, dass an der Oberfläche des Pflanzenkörpers bestimmt charakterisierte Formen des Zellengewebes auftreten, so erhalten wir folgende drei Hauptssysteme des Pflanzenkörpers:

1. das Gefäßbündelsystem (Fig. 65 *f*), welches wesentlich aus einer Verbindung des Tracheen- und Siebröhrensystems besteht, aber auch Sklerenchym und Zellengewebe in sich enthält; es durchzieht den Pflanzenkörper in Form von Strängen, deren Anordnung mit der morphologischen Gliederung in naher Beziehung steht;

2. das Hautsystem (Fig. 65 *e*), umfassend diejenigen Zellengewebe, welche im Zusammenhang mit ihrer Aufgabe, den Pflanzenkörper nach außen abzuschließen, aber auch mit der Umgebung in Verbindung zu setzen, besondere Ausbildung erfahren;

3. das System des Grundgewebes (Fig. 65 *g*); dasselbe wird hauptsächlich gebildet von Zellengewebe, welches den zwischen den vorgenannten Systemen übrigbleibenden Raum ausfüllt, und je nach verschiedenen physiologischen Funktionen verschiedenartige Ausbildung erfährt.

Wie aus dieser Übersicht hervorgeht, und sich aus der folgenden Darstellung noch deutlicher ergeben wird, ordnen sich die übrigen aus einzelnen Gewebeformen bestehenden Systeme diesen drei Hauptsystemen

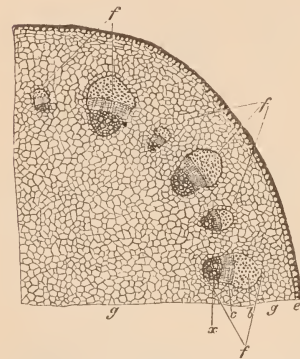


Fig. 65. Die drei Gewebesysteme auf dem Querschnitt des Blattstiels von *Helleborus* (20); *e* Hautsystem (Epidermis), *g* System des Grundgewebes, *f* Gefäßbündelsystem, *x* Xylem, *c* Weichbast, *b* Sklerenchymbündel.

unter, in der Art, dass sie sich in denselben gemeinschaftlich verbreiten; d. h. wir finden Sklerenchym, ebenso verschiedene Sekretbehälter sowohl im Gefäßbündelsystem, als im Grundgewebe. Durch die Einteilung nach obigen Hauptsystemen betonen wir die ursprüngliche und wesentliche Organisation der höheren Pflanzen, welche durch weitere Differenzierung ebenso verschiedenartige Ausbildung erfahren hat, wie die äußere Gliederung. Es ist daher die Unterscheidung dieser drei Hauptssysteme vorwiegend eine morphologische, welche uns auch die Möglichkeit gewährt,

den Ort, an welchem sich im Pflanzenkörper Sklerenchym, Milchröhren u. s. w. befinden, anzugeben; physiologisches Interesse dagegen bietet es, die Anordnung jeder einzelnen Gewebeform mit Rücksicht auf ihre Funktion zu untersuchen.

In sehr jungen Organen, wie z. B. den allerjüngsten Teilen der Stengel, Wurzeln, sind die Gewebeformen und Systeme noch nicht scharf gesondert; es findet sich dort ein mehr oder minder gleichartiges Teilungsgewebe, das Urmeristem oder Urgewebe, aus welchem die Gewebesysteme, überhaupt alle Gewebeformen hervorgehen.

§ 33. Das **Gefäßbündelsystem** durchzieht das Gewebe der höheren Pflanzen in Form von fadenförmigen, strangartigen Gewebekörpern, welche Fibrovasalstränge, Faserstränge, Stränge, Leitbündel oder Gefäßbündel genannt werden. Wenn deren Elemente, wie das gewöhnlich der Fall ist, verholzt und fester sind als die des Grundgewebes oder von festeren Gewebelementen begleitet werden, so lassen sie sich aus diesem leicht isolieren; zerreißt man z. B. den Blattstiel des Wegetritts, *Plantago major*, so hängen sie als ziemlich dicke Fäden aus dem Grundgewebe heraus; auch durch Verwesung des letzteren werden sie freigelegt; sie bilden z. B. das Adernetz der Blätter, welches bei deren Fäulnis als Skelet längere Zeit erhalten bleibt. Bei vielen Wasserpflanzen ist aber das Gewebe der Gefäßbündel noch weicher als das ihrer Umgebung. In vielen Fällen stehen die Gefäßbündel so dicht gedrängt und entwickeln sich durch Fortbildung ihrer Gewebe derart, dass sie mächtige Massen darstellen, in denen vom Grundgewebe nur sehr wenig übrig geblieben ist. Eine solche Masse ist das Holz der Bäume, einschließlich des Bastes.

Den niedriger organisierten Pflanzen (Thallophyten und Muscineen) fehlt ein eigentliches Gefäßbündelsystem; doch macht sich schon in den Zellkörpern vieler Algen und Moose (auch des *Prothalliums* mancher Farne) das Bestreben der inneren Zellen geltend, eine verlängerte Gestalt anzunehmen; bei vielen Moosen (so besonders im Stengel, Blattstiel und Fruchtsiel der meisten Laubmoose) finden wir schon Komplexe langgezogener Zellen mit einem vom übrigen Gewebe abweichenden Inhalt vor; diese Bildungen können aber nicht als wahres Gefäßbündelsystem bezeichnet werden, da die Tracheen und Siebröhren fehlen, vielmehr nur als Vorstufe.

Die Anordnung und der Verlauf der Gefäßbündel stehen in enger Beziehung zum morphologischen Aufbau der Pflanze und zur Ausbildung der Glieder. In den meisten Blättern verlaufen die Gefäßbündel im Innern jener schon äußerlich hervortretenden Gewebestreifen, die wir oben (S. 20) als Nerven kennen gelernt haben; ist das Blatt, wie gewöhnlich, flach ausgebreitet, so liegen sie auch häufig innerhalb einer Fläche. Im Blattstiel und Stamm, wie überhaupt in Organen, welche vorzugsweise in der Längsrichtung entwickelt sind, verlaufen sie im allgemeinen der Länge nach; ein Querschnitt durch einen Stengel oder Blattstiel (Fig. 65) zeigt daher zugleich die Querschnitte der darin verlaufenden Stränge. Die Gefäßbündel der Blätter und des Stengels hängen aufs innigste unter-

einander zusammen, derart, dass schon bei der Entstehung des Blattes am Stammscheitel jeder Strang mit seinem oberen Teile in das Blatt ausbiegt, mit seinem unteren Teile dagegen im Stengel hinabsteigt, um sich an andere ältere Stränge anzuschließen. In gewissem Sinne sind also die in einem Stengel verlaufenden Stränge nur die Fußstücke der von den Blättern herabkommenden Stränge, es sind »Blattspurstränge«. Der Verlauf dieser Stränge im Stengel ist aber sehr mannigfaltig; im allgemeinen lassen sich drei Typen unterscheiden, die freilich durch Übergänge verbunden sind, und welchen sich noch einige abnorme Fälle, die wir unberücksichtigt lassen können, anschließen würden.

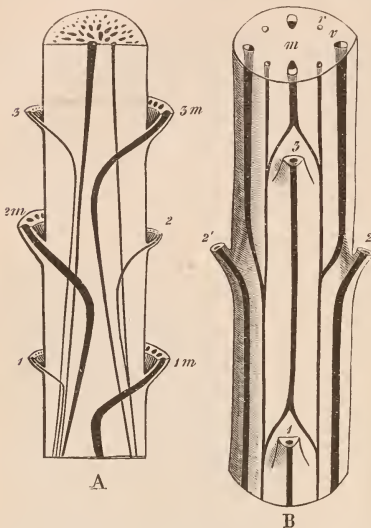


Fig. 66. Schematische Darstellung des Strangverlaufes in Stämmen: *A* axiler Längsschnitt mit halbem Querschnitt eines Palmenstammes, die zweizeilig gedachten (über der Basis abgeschnittenen) Blätter sind umfassend, daher gegenüber ihrer Mediane (*m*) noch einmal getroffen. *B* Außenansicht (mit durchsichtig gedachter Rinde) und Querschnitt eines Stengels von *Cerastium*; die decussiert gestellten Blätter sind abgeschnitten. Der aus jedem Blatt kommende Strang gabelt sich über dem gerade darunter stehenden Blatt; die Gabelzweige aller Stränge vereinigen sich zu den vier schwächeren Strängen, die auf dem Querschnitt mit den vier stärkeren alternieren. Auf dem Querschnitt bedeutet *m* Mark, *r* Rinde, *v* Markverbindung; das Xylem der Stränge ist hier dunkel gezeichnet.

4. Die Blattspurstränge vereinigen sich alle zu einem einzigen, in der Achse des Stengels verlaufenden Strang (seltener, nur bei einigen Wasserpflanzen und wenigen Pteridophyten vorkommender Fall).

2. Die aus jedem Blatt in größerer Anzahl nebeneinander eintretenden Stränge nähern sich zuerst der Stengelmittle und biegen sich von hier wieder nach außen, um unter allmählicher Verdünnung nach abwärts zu verlaufen und erst sehr tief unten sich teilweise zu vereinigen (Fig. 66 *A*). Auf dem Querschnitt eines solchen

Stengels erscheinen die Stränge regellos zerstreut, die der Mitte näheren sind von größeren Dimensionen. Diese Anordnung findet sich vorherrschend bei den Monokotyledonen, besonders den Palmen.

3. Die von jedem Blatt in geringer Anzahl kommenden Stränge biegen bald nach ihrem Eintritte in den Stengel nach abwärts und verlaufen nun alle einander parallel und in annähernd gleicher Entfernung von der Achse durch den Stengel, indem sie besonders in den Knoten sich verzweigen und anastomosieren (Fig. 66 *B*). Der Querschnitt eines solchen Stengels zeigt die

Stränge alle in einen dem Umfang annähernd parallelen Kreis gestellt, der das Grundgewebe in zwei Teile scheidet, einen inneren, von diesem Kreise umschlossenen, das Mark (Fig. 66 B, *m*), und einen äußeren, zwischen diesem Kreise und dem Hautgewebe, die Rinde (Fig. 66 B, *r*). Die zwischen den einzelnen Strängen in deren Kreis liegenden Partien des Grundgewebes, welche zwischen den Strängen hindurch Mark und Rinde miteinander verbinden, heißen Markverbindungen. Diese Anordnung kommt vorzugsweise den Dikotyledonen und Gymnospermen zu.

Diesem Typus ordnet sich auch die bei den meisten Farnen herrschende Anordnung unter, wo ebenfalls durch das Gefäßbündelsystem Mark und Rinde voneinander geschieden werden; es geschieht dies bei einzelnen Formen durch eine Gefäßbündelröhre, aus welcher die in die Blätter ausbiegenden Stränge austreten, bei den meisten durch ein Netzwerk von kürzeren oder längeren Maschen, von deren Grund oder Seiten aus die Blattstränge entspringen.

Die Bezeichnungen Mark und Rinde können mit gewissen Beschränkungen auch in den unter 1. und 2. geschilderten Fällen angewendet werden; so wird das Grundgewebe, welches den axilen Strang umgiebt, Rinde genannt, ebenso kann man in vielen dem zweiten Typus angehörenden Fällen eine äußere, von längsverlaufenden Strängen freie Partie des Grundgewebes als Rinde, eine ebensolche zentrale als Mark bezeichnen.

Bei verhältnismäßig wenigen Pflanzen kommen auch stammeigene Stränge vor, d. h. solche, welche nicht als die unmittelbare Fortsetzung der von den Blättern kommenden betrachtet werden können.

In den Wurzeln verläuft (mit ganz wenigen Ausnahmen) ein einziges axiles Gefäßbündel (s. oben S. 33, Fig. 27 f).

Entsprechend der schon oben (S. 60) hervorgehobenen Verbindung des Tracheen- und Siebröhrensystems besteht jeder Strang aus zwei Teilen, dem Tracheenteil, auch Holzkörper oder Xylem (Hadrom) genannt, und Siebteil, auch Bastkörper oder Phloëm (Leptom) genannt; dieselben sind in jedem Strang je in Ein- oder Mehrzahl vorhanden und sind der Länge nach mit einander verbunden. Das Xylem ist wesentlich durch die Tracheen (Gefäße) ausgezeichnet, deren Wandungen stets verholzt, deren Inhalt durch Wasser oder Luft ersetzt ist; andererseits enthält das Phloem als wesentliche Elemente Siebröhren, deren Wandung weich, unverholzt, deren Inhalt schleimige Stoffe enthält. Da diese beiden Gewebeformen das Wesentliche des Gefäßbündels bilden, Fasern jedoch keineswegs notwendige Bestandteile desselben sind, so hat man das Wort »Fibrovasalsystem«, welches das Vorkommen von Fasern und Gefäßen ausdrückt, zweckmäßig ersetzt durch: Cribrovasalsystem, worin das Wesen des Gefäßbündels, nämlich die Vergesellschaftung von Siebröhren und Gefäßen zum Ausdruck gelangt.

Diejenigen Gefäßbündel, welche nur aus diesen beiden Gruppen bestehen, mithin keines weiteren Wachstums mehr fähig sind, heißen geschlossen; andere dagegen enthalten noch eine Schicht von Teilungsgewebe, Cambium, welches den ganzen Strang der Länge nach durchsetzt

und durch seine Thätigkeit die Masse des Xylems und des Phloëms, welche auf verschiedenen Seiten des Cambiums liegen, vermehrt; diese cambiumhaltigen Stränge werden offen genannt.

Der Holzkörper eines Gefäßbündels (so lange dasselbe noch nicht durch die Thätigkeit des Cambiums verändert worden ist) besteht im allgemeinen aus folgenden drei Zellformationen:

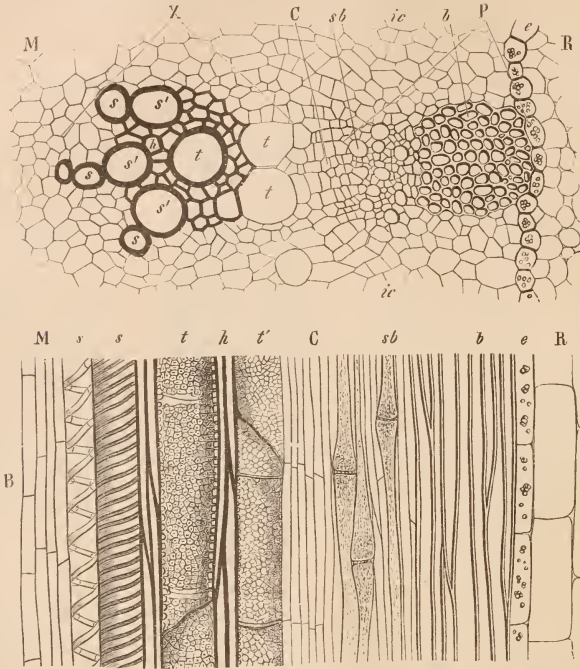


Fig. 67. *A* Querschnitt durch einen offenen Strang im Steugel der Sonnenblume; *M* Mark, *X* Xylem, *C* Cambium, *P* Phloëm, *R* Rinde; *s* enge, *s'* weitere Spiralgefäße, *t* getüpfeltes Gefäß, *t'* ebensoleche, noch in der Ausbildung begriffen, *h* Holzfasern, *sb* Siebröhren, *b* Bastfasern; *ic* Interfascicularcambium. *B* radialer Längsschnitt durch einen ganz ähnlichen Strang (etwas schematisiert). Bezeichnung wie oben (150).

1. Tracheen, und zwar bald aus Tracheiden, bald aus echten Gefäßen (Fig. 67 *s*, *s'*, *t*);
 2. Sklerenchymfasern, hier Holzfasern genannt (Fig. 67 *h*);
 3. parenchymatischem Zellengewebe, dem Holzparenchym.
- Ebenso besteht der Bastkörper aus:
1. den Siebröhren (Fig. 67 *sb*);
 2. Sklerenchymfasern, hier Bastfasern genannt (Fig. 67 *b*);
 3. parenchymatischem Zellengewebe, dem Phloëmparenchym.

Diesem letzteren sind auch die langgezogenen, nicht selten prosenchymatischen Zellen zuzurechnen, welche die Siebröhren unmittelbar begleiten und daher *Geleitzellen* genannt werden; sie entstehen vielfach mit je einer Siebröhre aus einer gemeinschaftlichen Mutterzelle. Wo Bastfasern vorkommen, werden die übrigen Elemente des Phloëms diesen gegenüber als Weichbast zusammengefasst.

In ganz jungen Pflanzenteilen besteht das jugendliche Gefäßbündel aus langgezogenen, inhaltreichen, engen Zellen, welche als *Procambium* bezeichnet werden. Diese Zellen des Procambiums bilden sich allmählich zu den charakteristischen Gewebeformen des Gefäßbündels um.

Von den genannten Gewebeformen sind, wie oben bereits betont, die Tracheen und Siebröhren die wesentlichsten; die übrigen Formen sind von den gleichnamigen auch im Grundgewebe vorkommenden wenig oder nicht verschieden; sie sollen auch hier nur soweit berücksichtigt werden, als sie wirklich zwischen den Tracheen und Siebröhren als zweifellose Angehörige des Stranggewebes auftreten. — Ebenso wie in den Strängen Sklerenchym und Zellengewebe vorkommen, finden sich, wenigstens bei gewissen Pflanzen, auch Sekretbehälter im Innern des Stranges; so Krystalschläuche nicht selten, Harzgänge z. B. im Xylem mancher Coniferen, Milchröhren im Phloëm und zwar in einer gewissen Korrelation zu den Siebröhren derart, dass letztere alsdann an Menge zurücktreten.

Je nach dem Ort, an welchem man ein Gefäßbündel durchschneidet, und je nach der Natur der Pflanze können die genannten Zellformen mehr oder minder vollständig vertreten sein. — Die Anordnung dieser einzelnen Zellformen im Holz- und Bastkörper, sowie die gegenseitige Lage dieser Partien ist sehr verschieden; man unterscheidet hiernach folgende durch Übergänge verbundene Typen:

4. Kollaterale Stränge; hier liegen innerhalb des Stranges Xylem und Phloëm radial hintereinander derart, dass in Stämmen (ebenso aber auch in cylindrischen Blättern und vielen Blattstielen mit gleichmäßig um ein Zentrum geordneten Strängen), das Xylem der Achse, das Phloëm der Peripherie zugewendet ist (s. Fig. 65, 66, 67, 68, 72); da nun in der Regel die Stränge ohne weitere Drehungen in die flachen Blätter austreten, so liegt in solchen das Phloëm der einzelnen Stränge der Unterseite, das Xylem der Oberseite zugewendet. Es gilt dies sowohl für kreisförmig angeordnete, als für zerstreute Stränge, für offene wie geschlossene, doch nicht ohne alle Ausnahmen. Das Cambium der offenen Stränge liegt, wie schon oben erwähnt, in der Mitte zwischen Xylem und Phloëm, diese beiden Partien voneinander scheidend.

Innerhalb des Xylems liegen im Stamme stets (mit wenigen Ausnahmen, wie Cycadeen) die Ring- und Spiral-Tracheen an der dem Phloëm abgewendeten Seite des Stranges; darauf folgen näher dem Phloëm Netz- und getüpfelte Tracheen, welche stets den größten Querdurchmesser unter allen Elementen des Xylems besitzen. Die Gruppierung dieser Tracheen unter sich und mit den Holzfasern und Parenchymzellen ist außerordentlich

männigfaltig; die in Fig. 67 und 68 dargestellten Fälle sind nur einzelne Beispiele.

Die am inneren Rande des Stranges liegenden Ring- und Spiraltracheen werden in jedem Strang zuerst ausgebildet und zwar schon zu der Zeit, wo der betreffende Pflanzenteil seine definitive Länge noch nicht erreicht hat; sie machen dessen Streckung mit durch und sind demgemäß, da sie sich nicht mehr in die Quere teilen können, wie die übrigen noch unausgebildeten Strangelemente, die längsten Elemente des ganzen Stranges. — Bei vielen Monokotylen und den Equisetaceen bildet sich meist unter Zerreißung dieser Erstlingstracheiden ein Intercellulargang aus.

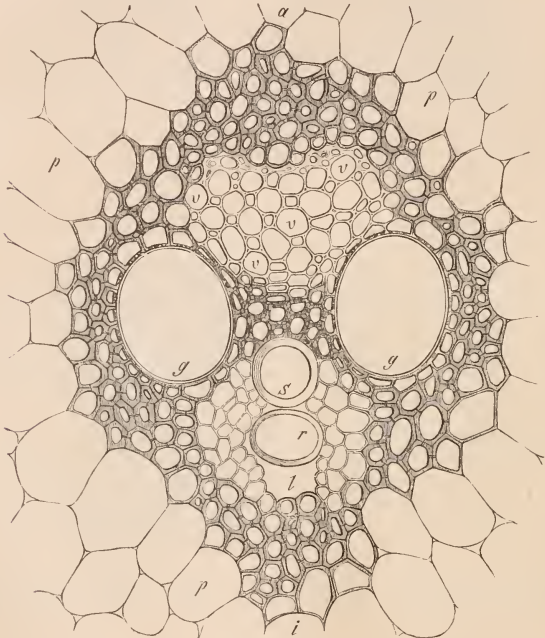


Fig. 68. Querschnitt eines geschlossenen Gefäßbündels im Stamm von *Zea Mais* (350); *a* Außenseite, *i* Innenseite bezüglich der Stammachse; *p* Parenchym des Grundgewebes, *g g* zwei große getüpfelte Gefäße, *s* Spiralgefäß, *r* Ring eines Ringgefäßes, *l* lufthaltige Lücke durch Zerreißen entstanden, umgeben von dünnwandigen Holzzellen. Zwischen den beiden Gefäßen *g* liegen kleinere, netzartig verdickte und gehöft getüpfelte Gefäße. Diese Zellformen bilden das Xylem; das Phloëm wird gebildet von Weichbast, in welchem die Siebröhren (*v*) durch größere Weite hervorragen; die kleineren viereckigen Zellen dazwischen sind die Geleitzellen; der ganze Strang ist umgeben von einer Sklerenchymscheide (nach *Sachs*).

In Phloëm liegen häufig die Bastfasern der Peripherie am nächsten, die durch ihren größeren Querschnitt hervortretenden Siebröhren gewöhnlich im Weichbast zerstreut (Fig. 67 *s, b*, 68 *v*).

Bei einigen Pflanzen (z. B. Cucurbitaceen, Solanec) liegt dem normalen Phloëm auf der entgegengesetzten Seite des Xylems ein zweiter Phloëmstrang gegenüber; solche Stränge heißen *bikollateral*.

2. Konzentrische Stränge; hier nimmt einer der beiden Teile die Achse des Stranges ein und wird vom anderen ringförmig umgeben; entweder ist der zentrale Theil das Phloëm, so im Rhizom von *Iris* (Fig. 69) u. a., wobei die Ausbildung des Xylems an der Innenseite wie bei kollateralen Bündeln beginnt; oder es wird das Xylem vom Phloëm rings umgeben, so in den axilen Strängen des Stammes vieler Wasserpflanzen (z. B. *Hyppuris*), in den stärkeren Strängen der Farne. Die Ring- und Spiraltracheiden als erstausgebildete Elemente sind bei letzteren zumeist auf zwei oder mehr Punkte der Peripherie des Xylems verteilt.

3. Radiale Stränge. In diesen bildet das Xylem zwei oder mehr radial von der Strangmitte ausstrahlende Bündel, zwischen welchen alternierend ebensoviele Phloëmbündel liegen; der übrige Raum wird von parenchymatischem Zellengewebe, dem Verbindungsgewebe eingenommen. Die Ausbildung des Stranggewebes geht hier von den peripherischen Enden jener Xylembündel aus, wo sich wie auch sonst Ring- und Spiraltracheiden befinden; nach der Anzahl dieser Anfangs-

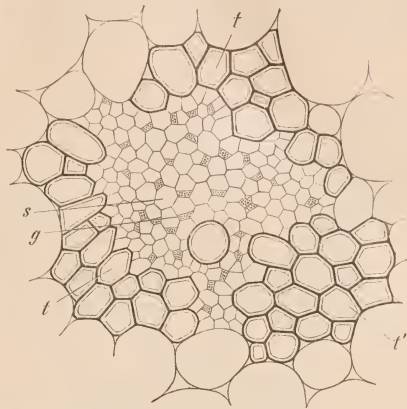


Fig. 69. Querschnitt durch ein konzentrisches Gefäßbündel im Rhizom von *Iris* (350); *t* Tracheen; *t'* Erstlingstracheen; *s* Siebröhren; *g* Geleitzellen.

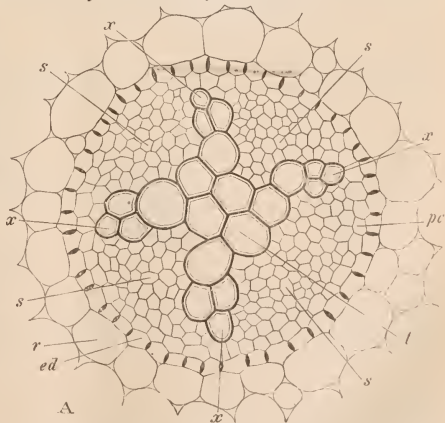


Fig. 70. Querschnitt durch das radiale Gefäßbündel in der Wurzel von *Ranunculus repens* (300); *x* die 4 Xylembündel; *t* die innersten jüngsten Tracheen; *s* die 4 Phloëmbündel; *pc* Pericambium; *ed* Endodermis; *r* Rinde.

punkte, beziehungsweise Bündel unterscheidet man dann di-, tri- (Fig. 73), tetra- (Fig. 70), polyarche (Fig. 71) Stränge. Die späteren getüpfelten Tracheen können in der Mitte des Bündels aufeinander-treffen (Fig. 70) oder nicht; im letzteren Falle (Fig. 71) wird die Mitte des Gefäßbündels von Verbindungsgewebe (Fig. 71 *v'*) eingenommen, welches

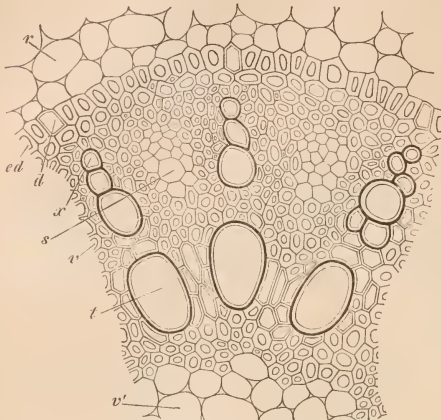


Fig. 71. Stück eines Querschnittes durch das radiale Gefäßbündel der Sarsaparill-Wurzel (*Smilax spec.*) (300); *x* die Erstlingstracheen, *t* die getüpfelten Tracheen; *s* Siebröhren; *v* das verholzte Verbindungsgewebe, *v'* das innere Verbindungsgewebe; *ed* Endodermis mit den Durchlasszellen *d*; *r* Rinde.

an das von den einzelnen Bündeln umschlossene Mark in den Stämmen erinnert, hier aber zum axilen Gefäßbündel selbst gehört. Zuweilen ist das zwischen den Xylem- und Phloëmbündeln liegende Verbindungsgewebe verholzt (Fig. 71 *v*). Solche radiale Stränge kommen den Stämmen der Lycopodiaceen und fast allen Wurzeln zu. In den letzteren ist die Anzahl der Xylembündel bei den Dikotyledonen gering, meist 2, 3, 4, selten 5 bis 8, bei den Monokotyledonen oft sehr groß. Die äußerste Schicht des Wurzel-

stranges wird Pericambium (Fig. 70 *pc*) genannt und bleibt sehr lange in bildungsfähigem Zustande. In diesem Pericambium entstehen die An-

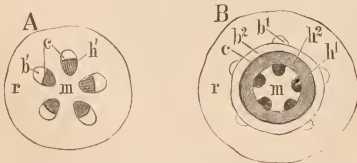


Fig. 72. Schematische Querschnitte eines Stammes mit Dickenwachstum. *A* in sehr jungen Zustande; es sind fünf einzelne Stränge vorhanden; *m* Mark, *r* Rinde, *b*¹ primärer Bastkörper, *h*¹ primärer Holzkörper, *c* Cambium. *B* nach Beginn des Dickenwachstums; *h*² sekundärer Holzkörper, *b*² sekund. Bastkörper.

lagen der Seitenwurzeln und zwar fast immer gerade vor den Xylembündeln; es sind daher (abgesehen von den später auftretenden Adventivwurzeln) stets soviel Reihen von Seitenwurzeln an einer Wurzel vorhanden, als das Gefäßbündel Xylembündel enthält. Die Seitenwurzel muss bei ihrer Entstehung die Rinde der Mutterwurzel

durchbrechen (s. oben Fig. 27); ihr Gefäßbündel schließt sich unmittelbar an das der Mutterwurzel an.

Die gleichnamigen Gewebeformen des Gefäßbündelsystems stehen unter sich im ganzen Pflanzenkörper in Verbindung; nicht bloß die Gefäß-

bündel des Stammes setzen sich, wie oben bereits angegeben, unmittelbar in jene der Blätter fort; auch die Xylembündel und Phloëmbündel der Pfahlwurzel schließen sich unmittelbar an die entsprechenden Theile der Gefäßbündel im Stamm an, was zum Teil nur durch verwickelte Spaltungen, Anastomosen und Drehungen der Bündel erreicht werden kann; ebenso schließen die Xylem- und Phloëmbündel der Seitenwurzeln an die gleichnamigen Gewebe der Mutterwurzel oder des Stammes an.

Die letzten Endigungen der Gefäßbündel in den Zähnen der Blätter und dergl. zeigen bisweilen einen bemerkenswerten Bau, indem die Tracheiden in dem verdickten Ende vermehrt sind und von einem eigentümlichen kleinzelligen zarten, farblosen, fast lückenlosen Parenchymgewebe, dem Epithem bedeckt werden. In den Blättern der Coniferen breitet sich das Gefäßbündel nach beiden Seiten in einen aus Tracheiden bestehenden Saum aus.

§ 34. **Das Dickenwachstum der Stämme und Wurzeln**, welches bei den Holzgewächsen auffallend in die Erscheinung tritt, aber auch vielen krautartigen Gewächsen zukommt, wird bei den Nadelhölzern und den meisten Dikotyledonen vermittelt durch die Fortbildung des Cambiums ihrer offenen Stränge. Diese sind auf dem Querschnitt des Stammes in einen Kreis geordnet (Fig. 72 A) und vergrößern sich selbst in Richtung des Stammradius dadurch, dass ihr Cambium sowohl dem Xylem als dem Phloëm neue Gewebeelemente zufügt. Das zwischen den Gefäßbündeln liegende Gewebe der Markverbindungen vermag aber nur in den seltensten Fällen und nicht auf die Dauer dieser radialen Dehnung durch bloße Streckung seiner Zellen zu folgen; es bildet sich vielmehr fast stets in diesen Markverbindungen durch tangentielle Teilungen (s. Fig. 67 A, ic) ebenfalls Cambium, welches sich an das der Fibrovasalstränge ansetzt. So bildet sich ein geschlossener Hohlzylinder, auf dem Querschnitt als Ring erscheinend, der Cambiumring (Fig. 72 B, c), welcher Mark und Rinde vollständig von einander trennt und seinem Ursprunge nach aus zwei radial abwechselnden Partien besteht: dem Fascicularcambium, d. h. dem Cambium der einzelnen Stränge, und dem Interfascicularcambium, d. h. dem aus den Markverbindungen nachträglich hervorgegangenen Cambium.

Diese beiden ihrer Entstehung nach verschiedenen Bestandteile des Cambiums verhalten sich fernerhin einander entweder gleich oder mehr oder weniger ungleich. Im einfachsten Falle 1) (z. B. Clematis, Aristolochia) bewirkt das Interfascicularcambium nur eine radiale Vermehrung der Parenchymzellen der Markverbindungen, es bildet primäre Markstrahlen (s. unten S. 73); oder aber 2) das zwischen je zwei Gefäßbündeln gelegene Interfascicularcambium bildet an mehreren Stellen Gefäßbündelelemente gleich dem Fascicularcambium; diese Stellen werden dann durch Markstrahlen voneinander getrennt; oder endlich 3) das gesamte Interfascicularcambium verhält sich dem Fascicularcambium völlig gleich und bildet nur Gefäßbündelelemente. Im allgemeinen erfolgt in dem ersten Falle die Bildung

des Cambiumrings sehr spät, nach Vollendung des Längenwachstums, in den beiden andern Fällen schon früher, häufig sogar schon mit der ersten Aussonderung der Gefäßbündel.

In den Wurzeln, welche in die Dicke wachsen, bildet sich ebenfalls ein Cambiumring, indem die zwischen den einzelnen Xylembündeln innerhalb der Phloëmbündel liegenden Zellen des Verbindungsgewebes sich durch

Teilung in Cambiumzellen unwandeln und der Ring sich außerhalb der Xylembündel schließt. So entsteht auch hier ein Ring, der außerhalb der ursprünglich vorhandenen Xylembündel und innerhalb der ursprünglichen Phloëmbündel verläuft (Fig. 73 B), anfangs vor den Phloëmbündeln nach innen vorspringt, aber durch gerade hier gesteigerte Theilungsthätigkeit alsbald Kreisform annimmt.

Die Zellen des Cambiumringes, sowohl im Stamm wie in der Wurzel, teilen sich fortwährend tangential und mitunter radial, so dass die Zellenzahl in der Richtung des Radius, wie auch in der Richtung des sich

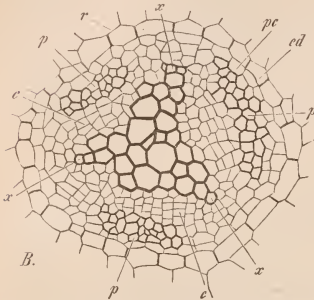


Fig. 73. Querschnitt durch den Strang einer Wurzel von *Sambucus nigra* mit beginnender Ausbildung des Cambiums *c*. (100mal vergr.)

dabei vergrößernden Umfangs zunimmt. Von den hierdurch erzeugten Zellen bilden sich die auf der inneren Seite gelegenen zu Elementen des Holzkörpers (Fig. 72 B, h^2), die der äußeren Seite zu Elementen des Bastkörpers (Fig. 72 B, b^2) aus, während die mittlere Zone fortwährend in teilungsfähigem Zustande bleibt. Es kommt also durch die Thätigkeit des Cambiums innen ein sekundärer Holzkörper, außen ein sekundärer Bastkörper zu stande, im Gegensatz zu den primären Elementen der Stränge, welche schon vorher ohne Thätigkeit des Cambiums entstanden waren. Die primären Holzkörper der ursprünglichen Stränge befinden sich somit zu innerst und springen meistens (besonders wenn die primären Stränge weit voneinander entfernt liegen) gegen das Mark hin vor; sie bilden die sog. Markkrone oder Markscheide (Fig. 72 B, h' und 75 $m s$).

Die Cambiumzellen sind langgezogen und etwas prosenchymatisch in der Richtung, dass die schräge Zuspitzungsfläche nur auf dem Tangentialschnitt deutlich, d. h. im Profil sichtbar ist (Fig. 74 A); sie sind sehr reich an Protoplasma und zerreißen besonders zur Zeit ihrer Thätigkeit (vom Frühjahr bis zum August) sehr leicht; daher lässt sich alsdann die »Rinde« leicht vom Holz losschälen.

Die Elemente des sekundären Holzkörpers sind, abgesehen von den unten S. 73 zu besprechenden Markstrahlen, im allgemeinen übereinstimmend mit denen des primären Xylems, doch kommen einige Besonderheiten vor. Vor allem ist zu bemerken, dass sie wenigstens ursprünglich in radiale

Reihen geordnet sind, da ja alle auf einem Radius liegenden Elemente aus einer Cambiumzelle hervorgegangen sind.

Die verschiedenen der Länge nach gestreckten Gewebeelemente, welche den sekundären Holzkörper zusammensetzen, entstehen durch Umbildung der den eigentlichen Cambiumzellen völlig ähnlichen Tochterzellen. Das Holz unserer Bäume enthält folgende:

1. Tracheen, deren Längswände mit gehöftentüpfeln versehen sind (echte Ring- und Spiraltracheen fehlen durchaus); es sind zum Teil echte Gefäße von größerem Querdurchmesser als die übrigen Elemente (daher diese meist in ihrer ursprünglichen Anordnung gestört), ihre Glieder meist von gleicher Länge wie die Cambiumzellen; die Querwände sind entweder ganz aufgelöst (einfache Perforation) oder nur durchbrochen (leiterförmige Perforation); zum Teil aber sind es Tracheiden, welche bald den Gefäßgliedern völlig ähnlich, sich nur durch den Mangel der Perforation unterscheiden, bald aber auch mehr die Form von Fasern besitzen (Fig. 74 B) und sich in ihrem übrigen Verhalten den eigentlichen Holzfasern oder Libriformfasern annähern, mit diesen selbst durch Übergangsformen verbunden sind. Auf der Längswand kommen bei einigen Hölzern (z. B. Linde) neben den Tüpfeln zarte Spiralverdickungen vor, welche von denen der eigentlichen Spiralgefäße außer der Zartheit auch dadurch verschieden sind, dass sie bei Verletzung sich nicht von der äußeren Wandschicht lösen;

2. Sklerenchymfasern, hier Holzfasern und, zum Unterschied von den eben erwähnten faserförmigen Tracheiden, Libriformfasern genannt; sie sind langgestreckt, fast immer länger als die Cambiumzellen, indem deren prosenchymatische Zuspitzung sich steigert und die spitzen Enden der einzelnen Zellen gleichsam zwischen einander hineinwachsen. Ihre Wände sind getüpfelt oder mit kleinen spaltenförmigen Tüpfeln versehen (Fig. 74 C);

3. Zellengewebe, welches zumeist in der Form des Holzparenchyms auftritt; dieses kommt durch wiederholte Querteilung der Cambiumzellen zu stande; die aus je einer Cambiumzelle hervorgegangenen Parenchymzellen bilden eine durch die schrägen Wände der ersteren abgegrenzte Gruppe (Fig. 74 D). Es gehören hierher auch die Ersatzfaserzellen, welche ohne Querteilung direkt aus Cambiumzellen hervorgehen. Die Wände der Zellen sind meist dünn, mit einfachen größeren Tüpfeln versehen.

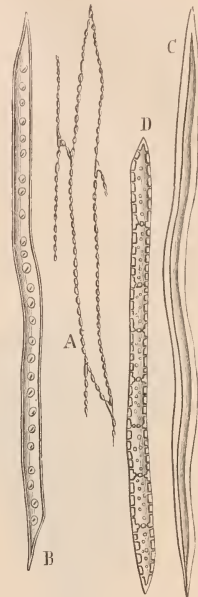


Fig. 74. A Cambiumzellen im tangentialen Längsschnitt, B faserförmige Tracheide, von außen gesehen, C Libriformfaser und D Holzparenchymgruppe, im Durchschnitt gesehen, aus dem Holze der Eiche, durch Mazeration isoliert (150).

Bezüglich der sehr mannigfaltigen Verteilung dieser Elemente ist vor allem hervorzuheben, dass sämtlichen Nadelhölzern die echten Gefäße und das eigentliche Holzparenchym fehlen, während die Markkrone, das primäre Xylem, Ring-, Spiral- und Netzgefäße enthält; das sekundäre Holz dieser Pflanzen besteht nur aus faserförmigen Tracheiden, deren Wände die oben S. 51 Fig. 52 beschriebenen behöfteten Tüpfel besitzen.

Im Holz der Laubbäume, Sträucher und der Stengel stärkerer krautartiger Gewächse bilden die Librifasern meist die Grundmasse, welcher die Gefäße und Holzparenchymzellen eingestreut sind, jedoch in der Weise, dass die gleichartigen Elemente ein unter sich zusammenhängendes System bilden, sowie dass die Gefäße stets in direkter Nachbarschaft des Parenchyms auftreten.

Saftige Stammgebilde, welche in die Dicke wachsen, z. B. die Kartoffelknollen, enthalten in dem vom Cambium gebildeten Xylem nur dünnwandige saftreiche Parenchymzellen, zwischen welchen einzelne Gefäße verlaufen.

Der Holzkörper unserer Holzgewächse lässt schon für das bloße Auge konzentrisch angeordnete Schichten erkennen, welche man als Jahres-

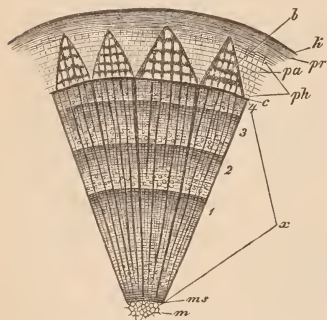


Fig. 75. Teil eines Querschnittes durch einen vierjährigen Zweig der Linde (schwach vergrößert). *m* Mark, *ms* Markscheide, *x* der sekundäre Holzkörper, 1, 2, 3, 4 die vier Jahresringe; *c* Cambium, *ph* Bastkörper, *pa* primäre Markstrahlen, *b* Bastfasern, *pr* primäre Rinde, *k* Kork.

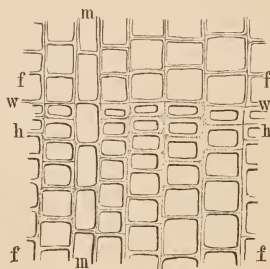


Fig. 76. Querschnitt des Fichtenholzes an der Grenze zweier Jahresringe; *m* ein Markstrahl, alles übrige sind Tracheiden, *f* lockeres Frühjahrs Holz, *h* dichteres Sommerholz, *w* die Grenze zwischen dem Sommer- und folgenden Frühjahrs Holz; zwischen *h* und *w* die abgeplattete Grenzzone (250).

ringe (Fig. 75 1 bis 4) bezeichnet. Es rührt diese Schichtung daher, dass das im Frühjahre gebildete Holz eine andere Beschaffenheit besitzt, als das im Sommer gebildete; da nun die äußeren Bedingungen, von welchen diese Verschiedenheit abhängt, im Laufe eines Jahres sich allmählich ändern, während des Winters aber kein Holz entsteht, so ist leicht erklärlich, dass innerhalb des in einem Jahre gebildeten Ringes eine allmähliche Änderung im Bau des Holzes von innen nach außen beobachtet wird und dass die

Grenze zwischen zwei Jahresringen ziemlich scharf ausgeprägt ist. Die anatomische Ursache des Hervortretens der Jahresringe liegt für sämtliche Hölzer darin, dass die letzten Holzelemente des Jahresringes, die Grenzzone, stets abgeplattet sind, d. h. einen sehr kurzen Radialdurchmesser besitzen (Fig. 76 w); bei den Nadelhölzern kann man, abgesehen von dieser Grenzzone, noch zwei Schichten unterscheiden: das aus dünnwandigen Tracheiden gebildete Frühlingsholz (Fig. 76 f) und das aus dickwandigen Tracheiden gebildete Sommerholz (gewöhnlich unrichtigerweise Herbstholz genannt) (Fig. 76 h). Bei den Laubhölzern nimmt die Anzahl und Größe der Gefäße in jedem Jahresringe von innen nach außen ab. Geschieht dies allmählich, so nimmt das bloße Auge keinen auffallenden Unterschied zwischen Frühlings- und Sommerholz wahr (zerstreutporige Hölzer, z. B. Buche, Linde, Ahorn, Nussbaum); einige Holzarten zeigen aber im Frühlingsholz einen Ring von auffallend großen Gefäßen, während im Sommerholze nur viel kleinere Gefäße vorkommen (ringporige Hölzer, z. B. Eiche, Ulme, Esche).

Außer den bisher betrachteten, der Länge nach gestreckten Elementen enthält der Holzkörper auch noch Gruppen von meist radial gestreckten Parenchymzellen, die Markstrahlen, auch Spiegelfasern oder Parenchymstrahlen genannt. Diese erscheinen auf dem Querschnitt als radiale Streifen, auf dem Radialschnitt als radiale Bänder von beschränkter Höhe, auf dem Tangentialschnitt als elliptische, von den längsgestreckten Elementen umzogene Nester (Fig. 77); sie bestehen ganz oder teilweise aus Parenchymzellen, welche meist radial sehr gestreckt (Fig. 76 m), in tangentialer

und vertikaler Richtung dagegen sehr kurz sind; in manchen Hölzern besteht ein Teil der Markstrahlen aus isodiametrischen oder in der Längsrichtung (vertikal) gestreckten Zellen, nur bei einigen Nadelhölzern wie Kiefern (Fig. 78 Q) Lärchen u. a. sind außerdem diesen Parenchymzellen auch radial gestreckte Tracheiden vorhanden. Zwischen den Parenchymzellen verlaufen in radialer Richtung luftführende Zwischenzellenräume. Diese Markstrahlen werden ebenso, wie die längsgestreckten Elemente, vom Cambium erzeugt und zwar nach beiden Seiten hin, so dass jeder Markstrahl vom

Holzkörper durch das Cambium in den Bastkörper verläuft. Hat eine Gruppe von Cambiumzellen einmal begonnen, Markstrahlgewebe zu erzeugen, so thut sie dies fortwährend; je mehr der Umfang des Holzkörpers zunimmt, an desto mehr Stellen beginnt im Cambium die Markstrahlbildung, desto mehr Markstrahlen zerklüften den Holzkörper. Diejenigen Markstrahlen, welche innen bis zum Mark (und außen bis zur primären Rinde) reichen, d. h. schon mit Beginn des Dickenwachstums entstanden, heißen primäre. Es sind diese bei einigen Pflanzen aus dem ganzen Interfascicularcambium hervorgegangen, entsprechen somit ihrer Lage nach den Markverbindungen (z. B. Clematis), bei anderen dagegen nur an einzelnen Stellen

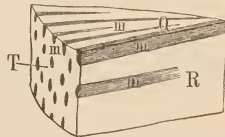


Fig. 77. Schematische Darstellung des Verlaufs der Spiegelfasern: aus dem Holz geschnittener Keil. Q Querschnittsfläche, R Radialfläche, T tangentielle Außenfläche des Holzkörpers; die dunklen Partien sind die Spiegelfasern.

des Interfascicularcambiums (z. B. Hainbuche); auch im primären Xylem der Stränge können schon primäre Markstrahlen vorkommen. Sekundäre Markstrahlen heißen diejenigen, deren Bildung erst später erfolgte, die also nicht bis zum Marke reichen, sondern innen im Holzkörper blind endigen. Wo die Markstrahlen (wenigstens einzelne) sehr groß sind, fallen sie dem

bloßen Auge sehr leicht auf, z. B. im Holz der Buche und Eiche. Das Markstrahlenparenchym tritt in unmittelbare Berührung mit dem Holzparenchym und gleich diesem mit den Gefäßen.

Sekretbehälter fehlen dem sekundären Holz nicht; so finden sich zuweilen

Krystallschläuche, Milchröhren; besonders aber sind die Harzgänge zu nennen, welche bei vielen Nadelhölzern (z. B. Kiefern, Fichten, Lärchen) der Länge nach und in den stärkeren Markstrahlen verlaufen; bei anderen

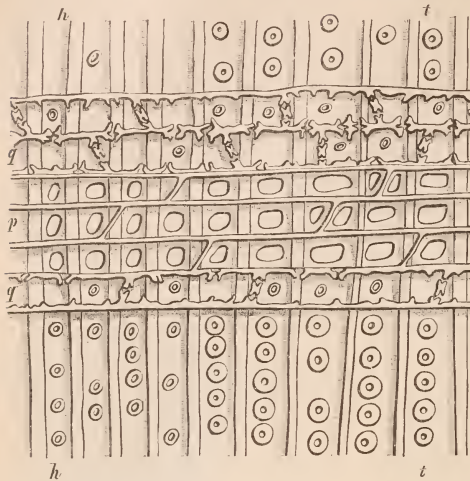


Fig. 78. Markstrahl (ppq) auf dem Radialschnitt durch das Holz der Kiefer; p die Parenchymzellen, qq die radial gestreckten Tracheiden des Markstrahls; t die hinter dem Markstrahl liegenden Tracheiden; h Herbstholz (300).

wie Weißtanne, Cupressineen) erfüllt das Harz besondere Schläuche im Holze.

Das Holz vieler stärkerer Bäume lässt eine bisweilen sehr auffallende Verschiedenheit zwischen den älteren inneren Teilen des Holzkörpers, dem Kernholz, und den äußeren jüngeren, dem Splint, erkennen. Diese beruht auf Veränderungen, die das in seinen Elementen längst fertige Holz im Laufe der Jahre erfährt; im Kernholz sind die Holzparenchym- und Markstrahlzellen sämtlich abgestorben, daher wird keine Stärke mehr darin abgelagert und wird die Wasserbewegung verändert oder sistiert; dazu kommt zuweilen noch dunklere Färbung (z. B. Eiche) und Ablagerung von Harz (z. B. Kiefer, Guajakholz).

Der vom Cambium gebildete sekundäre Bastkörper erreicht keine so bedeutende Mächtigkeit wie der Holzkörper; er besteht aus Siebröhren, Bastfasern und Parenchymzellen in verschiedener, nur sehr selten regelmäßiger Anordnung; bisweilen liegen die Bastfasern in Schichten, so dass man sie in ausgedehnten zusammenhängenden Stücken abziehen kann

(z. B. Linde). Jahresringbildung tritt nicht hervor. Die Markstrahlen durchziehen, wie bereits oben erwähnt, den Bastkörper in entsprechender Ausdehnung, wie den Holzkörper. Bei mehreren Bäumen werden die Markstrahlzellen (und andere Zellen) des Bastkörpers sklerenchymatisch, z. B. bei der Buche, wo sie an der dem Cambium angrenzenden Fläche trockener »Rinde« als harte Kämme vorragen. — Von Sekretbehältern sind im sekundären Bastkörper vor allem Krystallschläuche als sehr häufig vorkommend namhaft zu machen; Schleimschläuche und Milchröhren kommen bei den damit versehenen Pflanzen regelmäßig auch im sekundären Phloëm vor; ebenso (jedoch mit Ausnahme der meisten Coniferen) auch die Harzgänge. — Da das Cambium fortwährend seinen Umfang vergrößert, so muss der außerhalb liegende Bastkörper, besonders in seinen äußeren Partien, sehr stark gedehnt werden. Diese Dehnung trifft natürlich vorzugsweise die noch wachstumsfähigen parenchymatischen Elemente, während die Bastfasern nicht mehr veränderungsfähig sind; daher trifft man häufig besonders die Markstrahlen nach außen stark verbreitert (s. Fig. 75 *pa*). — Da man im gewöhnlichen Leben alle außerhalb des Cambiums liegenden Gewebe als Rinde zu bezeichnen pflegt, nennt man den vom Cambium erzeugten Bastkörper auch sekundäre Rinde, zum Unterschiede von der noch weiter außen liegenden primären Rinde, nämlich der eigentlichen, dem Grundgewebe angehörigen Rinde. —

Manche Holzpflanzen, die indes nur zum geringsten Teile bei uns einheimisch sind, weichen im Dickenwachstum von dem hier geschilderten allgemeinen Typus ab. Die wichtigsten Fälle anomalen Dickenwachstums sind folgende:

1. Die Produkte des auf gewöhnliche Weise entstandenen und gelagerten Cambiums sind anders angeordnet; z. B. bleibt bei den rankenden Bignoniaceen an vier kreuzweise geordneten Stellen (späterhin an noch mehreren) die Holzbildung zurück unter Steigerung der Phloëmbildung; der Cambiumring ist an den Grenzen der vier Kreuzarme unterbrochen; bei Arten von *Strychnos* fehlen die Siebröhren im sekundären Phloëm, treten aber in inselartigen Partien im sekundären Holzkörper auf.

2. Der Cambiumring selbst verhält sich anomal; so besitzt a) *Tecoma* innerhalb des Holzkörpers einen zweiten Cambiumring, der nach außen hin Holz, nach innen hin Phloëm bildet; b) bei rankenden Sapindaceen bilden sich an Stelle des einen mehrere partielle Cambiumringe; c) im Rhizom von *Rheum officinale* verlaufen durch das Mark Gefäßbündel, welche sich durch eine Cambiumschicht derart vergrößern, dass nach außen Holz, nach innen Phloëm gebildet wird, beide von Markstrahlen durchzogen, wodurch die »Maserbildung« bedingt wird; d) bei *Gnetum*, *Cocculus*, *Cycas* u. a. erlischt die Tätigkeit des Cambiumringes nach einiger Zeit; es bildet sich alsdann ein neuer Cambiumring in der primären Rinde oder im sekundären Phloëm; dies wiederholt sich mehrmals; endlich e) bei *Chenopodiaceen* u. a. geht der Cambiumring nicht durch den primären Gefäßbündelring, sondern liegt außerhalb desselben.

3. An letztere Fälle schließt sich gewissermaßen das Dickenwachstum der baumartigen Liliaceen (*Yucca*, *Dracaena*) an, bei welchen sich in der Rinde ein Teilungsgewebe (Fig. 79 *x*) bildet; aus diesem gehen sowohl neues Grundgewebe, als neue Gefäßbündel hervor.

§ 35. Das **Grundgewebe** umfasst die inneren Gewebe, welche den Raum zwischen den Gefäßbündel und der Epidermis ausfüllen (s. oben Fig. 65 *g*); es besteht entweder durchaus aus Zellengewebe oder solches bildet wenigstens eine Art Grundmasse, in welche andere Gewebeformen eingelagert sind.

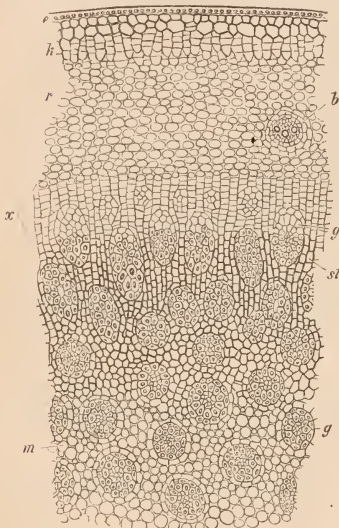


Fig. 79. Stück des Stamm-Querschnittes einer *Dracaena*; *e* Epidermis, *k* Kork, *r* primäre Rinde mit einem Blattspurstrang *b*; *x* das Teilungsgewebe; *g* Gefäßbündel; *st* das neugebildete, *m* das ältere Grundgewebe (nach *Sachs*).

I. Das Zellengewebe ist in der Regel Parenchym und man hat daher auch diesen letzteren Namen als spezielle Bezeichnung für die aus wirklichen Zellen bestehenden Komplexe des Grundgewebes verwendet; zwischen den Zellen ziehen sich lufthaltige Intercellularräume hin. Relativ selten ist die Gestalt der Zellen prosenchymatisch, so in den Blattstielen vieler Farne, dem Stamme der Lycopodinen; auch bei Moosen, deren sämtliches Gewebe als Grundgewebe bezeichnet werden kann, findet sich häufig prosenchymatisches Zellengewebe.

Die Ausbildung der Zellen steht im engsten Zusammenhang mit ihrer physiologischen Funktion; man kann chlorophyllführendes und chlorophyllfreies Zellengewebe unterscheiden; dieselben gehen aber allmählich ineinander über, indem z. B. in Stengeln und Blattstielen der Chlorophyllgehalt von außen nach innen abnimmt; in saftigen Früchten schwindet mit der Reife das Chlorophyll.

4. Stets chlorophyllführend und seinem Bau nach der Funktion des Chlorophylls angepasst ist das **Mesophyll**, das Grundgewebe der Laubblätter. Die Anordnung und der Bau dieses Mesophylls ist entweder zentrisch oder bifazial; in letzterem Falle tritt eine Verschiedenheit im Bau der beiden Blattflächen hervor, derart, dass die der Oberseite angehörige Zellen sich zu sog. **Palissadenparenchym** ausbilden, jene der Unterseite zu **Schwammparenchym**. Ersteres besteht entweder aus senkrecht zur Oberfläche gestreckten Zellen mit nur schmalen Intercellularräumen (Fig. 81 *pa*), oder aus Zellen, welche in der gleichen Richtung mit

Einfaltungen versehen sind und dadurch eine Vergrößerung der von den wandständigen Chlorophyllkörnern besetzten Oberflächen herbeiführen. Im Schwammparenchym dagegen (Fig. 81 *sp*) sind die Zellen von höchst unregelmäßiger Gestalt, häufig in der Richtung gegen die Fibrovasalstränge zu gestreckt, und durch weite Intercellularräume voneinander getrennt. Es ist einleuchtend, dass durch letzteren Umstand auch für das bloße Auge die Oberseite ein dunkleres Aussehen erhält, als die hellere matte Unterseite. Unter Oberseite ist hier im allgemeinen die dem Lichte zugewendete Fläche zu verstehen, welche weitaus am häufigsten auch der morphologischen Oberseite entspricht; einige Blätter jedoch (z. B. *Allium ursinum*)

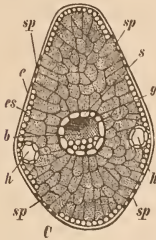


Fig. 80. Querschnitt durch die Fichtennadel mit zentrisch gebautem Parenchym, *e* Epidermis; *es* Sklerenchymatisches Hypodermis; *sp* Spaltöffnungen; *h* Harzgänge; *s* Endodermis, *g* Holzteil und *b* Bastteil des Gefäßbündels.

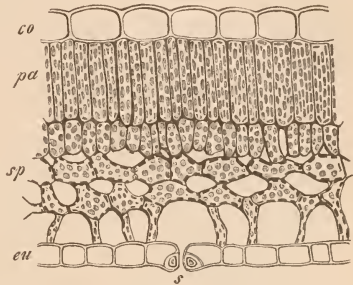


Fig. 81. Querschnitt durch ein Stück des Buchenblattes (350). *co* Epidermis der Oberseite, *eu* Epidermis der Unterseite, *s* Spaltöffnung; *pa* Palissadenparenchym; *sp* Schwammparenchym.

drehen sich während ihrer Entwicklung, so dass die morphologische Oberseite sich so ausbildet, wie sonst die Unterseite, und umgekehrt. Bei zentrischer Anordnung dagegen (Fig. 80), welche besonders bei radiärer Gestalt des Blattes, aber auch nicht selten bei flacher Gestalt vorkommt, breitet sich das Palissadenparenchym rings um den ganzen Querschnitt aus, während der zentrale Teil entweder von einem allmählich lockerer werdenden Gewebe (wie bei manchen Palmen, Gräsern, *Crassula*) oder von einem besonderen chlorophyllfreien Gewebe, der Mittelschicht, eingenommen wird (so bei *Aloe*, manchen Gräsern u. a.).

2. Von chlorophyllfreiem Zellgewebe seien genannt die Zellen der unten (§ 50) anzuführenden Reservestoffbehälter, wie Knollen, Samen, welche sich mit Stärke, Zucker, Inulin, Fett u. s. w. füllen, die Zellen des Markes, der tieferen Rindenschichten der Stengel u. a. Hierher gehört auch das Wassergewebe, dessen Zellen mit reichlicher wässriger Flüssigkeit oder einem dünnen Schleime gefüllt sind und ein Wasserreservoir bald unter der Epidermis (z. B. *Peperomia*), bald im Innern (z. B. *Aloe*) bilden. Manche Komplexe des Grundgewebes sterben im Verlaufe der Ausbildung des betreffenden Pflanzenteils ab, ohne gerade in eine besondere Gewebeform überzugehen, so das Mark der Holzpflanzen vollständig (z. B. *Sambucus*) oder wenigstens teilweise.

3. Eine besonders ausgezeichnete Form des Zellengewebes ist die Endodermis (auch Schutzscheide genannt), nämlich eine einfache Schicht von Zellen, welche sehr häufig das Grundgewebe gegen die Fibrovasalstränge abgrenzt. Ihre Zellen schließen lückenlos aneinander, sind an den tangentialen und den radialen Wänden cuticularisiert, zeigen infolge der durch die Präparation herbeigeführten Veränderungen an letzteren stets charakteristische Faltungen, und werden dadurch weniger durchlässig für wässrige Lösungen. Doch wird deren Durchtritt nicht immer ganz verhindert, häufig nur beschränkt auf die dem Xylem entsprechenden Radien (s. z. B. Fig. 74 *ed*, wo die vor den Xylemgruppen liegenden (Durchlass-) Zellen (*d*) unverdickt, die übrigen verdickt sind). Außerdem kommt ihnen noch mechanische Bedeutung zu. Eine solche Endodermis umgibt entweder einzelne Fibrovasalstränge an deren ganzem Umfange (z. B. Fig. 70, 74, 80), oder bildet eine der Oberhaut ungefähr parallele Schicht, welche die Außenseite der Fibrovasalstränge berührt.

4. Das Collenchym besteht aus langgestreckten oder auch kurzen Zellen, welche an den Kanten mit einer weichen Verdickungsmasse versehen sind (Fig. 82 *cl*); es ist in den Stengeln und Blattstielen der Dikotyledonen allgemein verbreitet und vertritt seiner Funktion nach das sogleich zu besprechende Sklerenchym in noch wachsenden Teilen.

II. Eine gesonderte Betrachtung verdient das im Grundgewebe vorkommende Sklerenchym. Dasselbe ist teils mit dem eben erwähnten Collenchym, teils auch mit dem gewöhnlichen Zellengewebe des Grundgewebes durch Übergangsformen verbunden. Wie bereits oben (S. 50) angegeben, heißen Zellen, welche ihre Wandung dem Sklerenchym gleich ausbilden, aber zum Unterschied von diesem noch einen lebenskräftigen Protoplasmakörper enthalten, sklerotisch. Sowohl den sklerotischen Zellen, als dem eigentlichen Sklerenchym, kommt

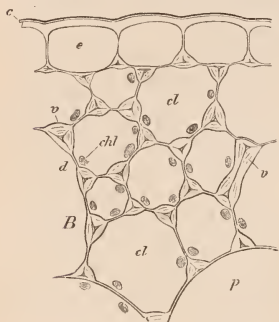


Fig. 82. Collenchymgewebe (*cl*) im Blattstiel von *Begonia* (Querschnitt, 550); *e* Epidermis, *c* Cuticula; *chl* Chlorophyllkörner, *v* Verdickungsmasse der Collenchymzellen, *p* Parenchymzellen (nach *Sachs*).

die Funktion zu, die Festigkeit der Pflanzenteile herzustellen; es steht daher auch ihre Anordnung vielfach mit mechanischen Forderungen in Einklang; so wird z. B. die notwendige Biegungsfestigkeit mit dem geringsten Materialaufwand dadurch erreicht, dass die festen Elemente Stränge nahe der Peripherie bilden, wie wir dies auch tatsächlich als häufige Lagerungsweise des Sklerenchyms und der sklerotischen Zellen finden.

Bei den Farnen sind diese mechanisch wirksamen Elemente am wenigsten unterschieden von den übrigen; hier finden wir fast ausschließlich sklerotische Zellen, welche nebenbei oft auch Stärke führen, in den äußeren Schichten der Blattstiele, in den Nerven beiderseits der Stränge und ander-

wärts. Schärfer differenziert ist das Sklerenchym bei den Phanerogamen, wo es in deutlicher Faserform auftritt. Die Sklerenchymfasern sind hier bald der Epidermis unmittelbar genähert, in Form einer mehr oder minder kontinuierlichen Schicht, Hypoderm genannt (z. B. in den Blättern der Cycadeen, vieler Coniferen, Fig. 80 *es*) oder einzelner Bündel (wie bei *Typha*, vielen Cyperaceen). In anderen Fällen ist das Sklerenchym durch einige Zellschichten von der Epidermis getrennt und bildet dann ebenfalls einen geschlossenen Ring (z. B. *Allium*, Fig. 83 *B*, *Berberis*, viele Nelkengewächse) oder einzelne Bündel (z. B. *Arum*, Fig. 83 *A*, bei manchen Palmen u. a.).

Vielfach tritt dieses Sklerenchym in enge räumliche Beziehung zu den Fibrovasalsträngen, indem es entweder vollständige Scheiden um dieselben bildet (z. B. Fig. 68, S. 66) oder denselben wenigstens angelagert ist (Fig. 83 *C*). Es ist dann oft nicht möglich, zu entscheiden, ob dieses Sklerenchym dem Stranggewebe angehört oder nicht, und es ist ja begreiflich, dass ebenso, wie im Grundgewebe, so auch im Stranggewebe Elemente auftreten, welche die Festigkeit herstellen.

Während die bisher besprochenen Sklerenchymgewebe ein auf mehr oder minder lange Strecken zusammenhängendes System bilden, finden wir auch andere lokalisierte Sklerenchymkomplexe, deren Elemente nicht die ausgesprochene gestreckte Faserform besitzen, so in den Stacheln und Dornen, in den harten Schalen vieler Früchte und Steinkerne, sowie auch vereinzelte oder gruppenweise vereinigte Sklerenchymelemente von kurzer Gestalt, so im Fleisch der Birnen, in vielen lederigen Blättern (Fig. 56 S. 55).

III. Die Sekretbehälter des Grundgewebes finden sich, abgesehen von den im Mesophyll vorkommenden Lücken und Schläuchen, vorzugsweise in den äußeren Partien, der Rinde; die Milchröhren stehen in der engsten Beziehung zu den im Phloëm vorhandenen Behältern.

§ 36. **Die Hautgewebe.** Bei den niederen Pflanzen ist das Hautsystem nicht scharf geschieden vom Grundgewebe und wird eigentlich nur von den äußeren Schichten des letzteren gebildet. Bei den höheren Pflanzen ist die gewöhnliche Form des Hautgewebes die Epidermis oder Oberhaut (Fig. 65 *e*); diese überzieht die meisten einjährigen Pflanzenteile und besteht gewöhnlich aus einer einzigen Zellschicht, deren Zellen allseitig (mit Ausnahme der Spaltöffnungen, s. u.) ohne Zwischenzellräume zusammen-

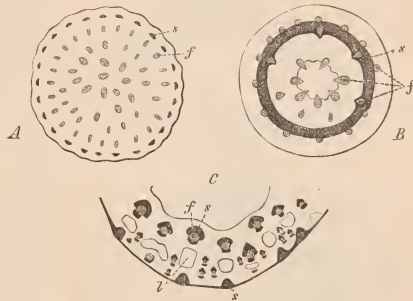


Fig. 83. Anordnung des Sklerenchyms (s) auf dem (schematischen) Querschnitt der Stengel von *A* *Arum maculatum*, *B* *Allium vineale*, *C* *Juncus glaucus*; *f* Fibrovasalstränge; *l* Luftlücken (z. T. nach Schwendener).

menschließen; an manchen Pflanzenteilen (z. B. Zwiebelschalen, Begonienblättern) lässt sie sich als dünnes durchsichtiges Häutchen leicht abziehen. In einzelnen Fällen (z. B. Blätter von *Ficus*, *Peperomia*) zerfällt die ursprünglich einschichtige Epidermis in zwei oder mehr Zellschichten, von denen dann aber nur die äußerste den Charakter der eigentlichen Epidermis trägt. Zuweilen sind die Epidermiszellen nur wenig verschieden von denen der darunter liegenden Schichten, so z. B. an den Wurzeln und den Blättern mancher Wasserpflanzen; wesentliche Verschiedenheiten jedoch von dem darunter liegenden Gewebe zeigen sie bei den an der Luft wachsenden Stengeln und Blättern, wo sie meistens noch durch besondere andere Bildungen, wie Spaltöffnungen und Haare, ausgezeichnet sind. Seltener enthalten die Epidermiszellen Chlorophyll, hingegen öfters gelöste Farbstoffe. Ihre Form ist an stark in die Länge wachsenden Pflanzenteilen meist langgezogen, an breiten Blättern meist breit tafelförmig; sehr häufig sind die Seitenwände wellenartig ge-

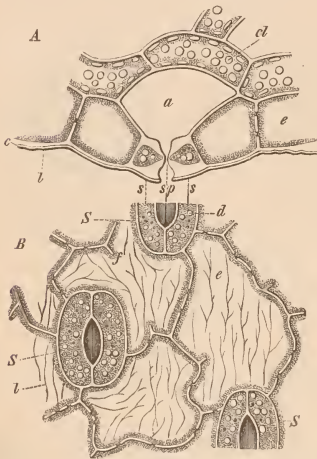


Fig. 84. Epidermis mit Spaltöffnungen von der Blattunterseite von *Helleborus foetidus*: *A* im Querschnitt, *B* von der Fläche gesehen (300 mal vergr.); *e* Epidermiszellen, *c* Cuticula, *l* Verdickungsleisten der Außenwand, *f* Falten der Seitenwände; *S* Spaltöffnung, *s* Schließzellen, *sp* Spalte, *a* Atemhöhle; *cl* Mesophyll.

bogen, so dass die benachbarten Epidermiszellen ineinander eingreifen (Fig. 84 *B*). Die äußerste Wandfläche ist gewöhnlich stärker verdickt, als die übrigen Wände; ihre äußerste Hautschicht ist immer cuticularisiert und heißt *Cuticula*; sie ist gegen die inneren Hautschichten, welche auch in verschieden hohem Grade cuticularisiert sind, scharf abgesetzt (Fig. 84, *c*) und läuft ununterbrochen über die ganze Epidermis hin; sie überzieht auch die nach außen vorspringenden Verdickungen der Außenwand (Fig. 84 *A*, *l*). Der Cuticula vieler oberirdischer Pflanzenteile sind Wachspartikelchen eingelagert, welche deren Oberfläche vor Benetzung mit Wasser schützen; öfters tritt dieses Wachs an der äußeren Fläche in Form von kleinen Körnchen, Stäbchen oder Krusten hervor und bildet dann bald einen abwischbaren bläulichen Reif (z. B. auf

den Pflaumen u. a.), bald aber auch größere Ansammlungen wie auf den Früchten von *Myrica cerifera*, den Stämmen und Blättern mancher Palmen (*Ceroxylon andicola*, *Copernicia cerifera*).

Die Spaltöffnungen sind Organe, welche stellenweise den Zusammenhang der Epidermiszellen unterbrechen und die Verbindung der in den Intercellularräumen enthaltenen Luft mit der Atmosphäre vermitteln.

Jede Spaltöffnung besteht aus zwei eigentümlich gebauten Epidermiszellen, den Schließzellen, welche von der Fläche gesehen meist halbmondförmig sind (Fig. 84 *s*) und zwischen sich die Spalte (*sp*) einschließen. Diese führt zu der Atemhöhle (Fig. 84 *A, a*), einem größeren Interzellularraume zwischen der Epidermis und dem darunterliegenden Gewebe, mit welchem die übrigen Zwischenzellräume kommunizieren. Die gesamte

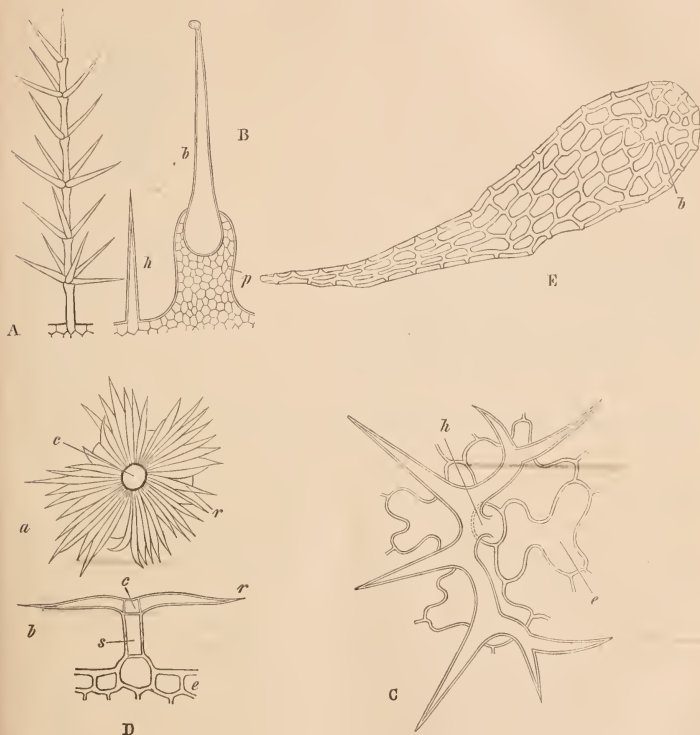


Fig. 85. Verschiedene Haarformen. *A* von *Verbascum*; *B* von *Urtica*, *h* einfaches, *b* Brennhaar mit basalem Gewebepolster *p*; *C* verzweigtes Haar (*h*) von *Matthiola* von der Fläche der Epidermis *e* gesehen; *D* Schülferschuppe von *Hippophae*, *a* von oben gesehen, *b* im Durchschnitt durch die Blattfläche; *e* Epidermis, *s* Stiel, *c* centrale Zelle, *r* Strahlen; *E* schildförmiges Spreuhaar von *Asplenium*; *b* die Anheftungsstelle.

Spaltöffnung entsteht dadurch, dass eine junge Epidermiszelle sich in zwei Zellen, die beiden Schließzellen, teilt, welche von einer anfangs einfachen, später sich spaltenden Scheidewand getrennt werden. Durch verschiedene äußere Einflüsse wird die Spalte bald verengert, bald erweitert (s. unten

§ 44), was durch Formänderung der Schließzellen bewirkt wird. Die Spaltöffnungen finden sich an fast allen oberirdischen Pflanzenteilen, besonders zahlreich auf Blättern (bis 600 auf einen Quadratmillimeter), fehlen meistens an in Wasser untergetauchten und immer an den Wurzeln.

Die Haare sind Produkte der Epidermis und entstehen durch Auswachsen meist einer Epidermiszelle (Fig. 85 B, h), welche einfach ohne Scheidewand bleiben kann (z. B. die Wurzelhaare, welche den sammetartigen Überzug auf jungen Wurzeln bilden, die Haare der Samenschale von *Gossypium*, aus welchen die Baumwolle besteht), oder sich wiederholt teilt und eine Zellreihe erzeugt; die ausgewachsene Epidermiszelle kann sich aber auch nach der Quere und Länge oder nach verschiedenen Richtungen teilen und so eine Zellfläche (z. B. die Spreuschuppen auf den Blättern der Farnkräuter (Fig. 85 E), oder Zellkörper (z. B. die starken Haare auf den Früchten der Disteln und ähnlicher Pflanzen) erzeugen. Verzweigung der Haare kommt sowohl bei einzelligen (Fig. 85 C, h), als mehrzelligen (Fig. 85 A) vor; schildförmige Ausbildung zeigen die Spreuschuppen mancher Farne (Fig. 85 E), sowie die Schülerschuppen (Fig. 85 D). Wird ein Haar nur an der Spitze zu einem Zellkörper oder schwellen die obersten Zellen stärker an, so heißt es Köpfchenhaar. In manchen Fällen verschwindet der Inhalt der Haarzellen schon frühzeitig, so z. B. bei der Baumwolle, und wird durch Luft ersetzt. Die Membran verdickt sich bisweilen stark und lagert nicht selten auch größere Mengen von Kalk und Kieselsäure in sich ein. Die Brennhaare der Brennesseln (Fig. 85 B, b) und anderer Pflanzen erzeugen einen scharfen Stoff, welcher dadurch, dass die Spitze sehr leicht abbricht, in die berührende Hand gelangt.

Die äußeren Drüsen sind die Sekretionsorgane der Epidermis, welche ihr Sekret nach außen aus dem Pflanzenkörper ausscheiden; es geschieht dies

a) einfach durch Austreten des im Innern der Zelle gebildeten Sekretes durch die nicht cuticularisierte Außenwand, so in vielen Nektarien der Blüten, wo durch osmotische Wirkung des Sekrets noch vermehrte Wasserausscheidung veranlasst wird; hierher gehören auch die Digestionsdrüsen, welche ein zur Auflösung fremder Stoffe dienendes Sekret absondern, z. B. auf den Haaren von *Drosera*, s. unten Fig. 96).

b) das Sekret, häufig von klebriger Beschaffenheit, tritt in der Zellwand unter der Cuticula auf, hebt diese ab und zersprengt sie schließlich. Es findet diese Sekretion statt häufig auf der Fläche der Epidermis (z. B. an jungen Birkenzweigen) oder auf besonderen umgrenzten Stellen der Epidermis (z. B. in den Nektarien mancher Blüten), oder endlich sehr häufig an der Spitze von Köpfchenhaaren (z. B. *Primula sinensis*, *Aspidium*, Fig. 86); solche drüsige Köpfchenhaare sind auch die Leimzotten, welche die jungen Organe in den Winterknospen der Bäume bedecken und mit ihrem Sekret die sich entfaltenden Blätter überziehen.

An Pflanzenteilen, welche in die Dicke wachsen, wie die Stämme und Zweige der Holzpflanzen, die Kartoffelknollen, die rübenförmigen Wurzeln, vermag die Epidermis der dadurch bedingten Dehnung gewöhnlich nicht zu

folgen und es entsteht, meistens zunächst aus dem Rindengewebe, ein neues Hautgewebe, der **Kork**, auch **Periderma** genannt. Derselbe besteht aus tafelförmigen, rechtwinkelig zur Oberfläche des Pflanzenteiles reihenweise angeordneten Zellen, den **Korkzellen**, deren Membranen für Wasser kaum durchdringbar, verkorkt sind, deren Inhalt bald durch Luft ersetzt wird (Fig. 87 *k*). Die **Korkzellen** entstehen durch **tangentiale Teilung** der Zellen



Fig. 86. Drüsenhaar von der Basis der Spreuschuppe von *Aspidium Filix mas* (200); *s* das Sekret, welches zwischen der inneren Wandschicht *m* und der Cuticula *c* auftritt.

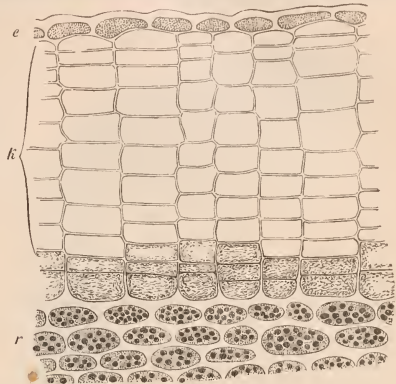


Fig. 87. Kork eines einjährigen Zweiges von *Ailantus glandulosa* (Querschnitt, 350); *e* die abgestorbene Epidermis, *k* Korkzellen, innen noch teilungsfähig, als Phellogen, entstehend aus den Zellen der grünen Rinde (*r*).

eines hierzu bestimmten Meristems, des **Phellogens**, welches häufig nach innen hin noch parenchymatische, chlorophyllreiche Zellen, das **Peridermparenchym**, der Rinde hinzufügt.

Nur bei sehr wenigen Holzpflanzen, der Mistel und einer Ahornart (*Acer pennsylvanicum*), unterbleibt die Korkbildung völlig, oder tritt (bei *Evonymus*) erst an mehrjährigen Zweigen auf. Gewöhnlich erfolgt sie schon an einjährigen Zweigen gegen Ende des Sommers, wodurch deren ursprünglich grüne Farbe ins bräunliche übergeht. Dieses Periderm, welches zum Ersatz der absterbenden Epidermis dient, und welches wir das primäre nennen wollen, bildet sich gewöhnlich in der der Epidermis unmittelbar angrenzenden äußersten Zellschicht der Rinde; nur selten (*Salix*, *Pomaceen*) wird die Epidermis selbst zum Phellogen, oder das Phellogen tritt in tieferen Rindenschichten (*Leguminosen*, *Lärche*, *Ribes*), selbst erst im Phloëm auf (*Weinstock*). Wegen der Undurchlässigkeit der Korkzellen für Wasser müssen alle außerhalb des Periderms liegenden Gewebe vertrocknen; diese infolge der Peridermbildung vertrocknenden Gewebe, welche somit verschiedenen Gewebesystemen angehören und die verschiedensten Zellformen enthalten können, werden als **Borke** bezeichnet. In den Wurzeln bildet sich das primäre Periderm stets im **Pericambium**; es wird

folglich die gesamte, oft sehr mächtige Rinde in Borke verwandelt und abgeworfen.

Wo das primäre Periderm in den äußeren Rindenschichten (oder der Epidermis) entsteht, bildet es mehrere Jahre hindurch die äußere Umhüllung der Zweige; es kann dabei sehr mächtig werden (z. B. an der Kork-eiche) und in abwechselnd dichtere und lockere Schichten gegliedert sein (z. B. bei der Birke, wo sich die Schichten als weiße Häutchen abziehen

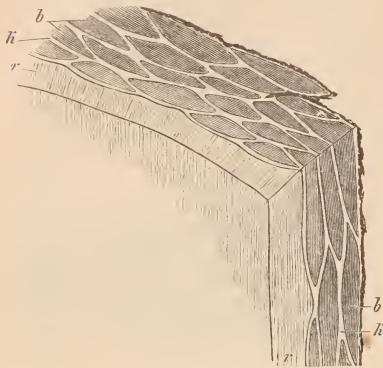


Fig. 88. Borkenbildung der Lärche an einem quer und längs durchschnittenen Rindenstück (nat. Gr.). *r* die noch ebende (sekundäre) Rinde; *k* Korklamellen; *b* die durch dieselben isolierten Borkenschuppen.

lassen); bisweilen (*Acer campestre*, Korkulme) tritt es an einzelnen Kanten der Zweige flügelartig vor. Bei wenigen Bäumen (z. B. Weißtanne) bleibt dieses primäre Periderm viele Jahre oder zeitlebens (*Buche*) erhalten, indem entsprechend der Dickenzunahme des Stammes die äußersten Korkzellen sich abschilfern, während das tangential sich dehrende und wachsende Phellogen neue bildet. In den meisten Fällen entstehen nach wenigen Jahren neue, sekundäre Peridermlagen in tieferen Gewebeschichten, womit natürlich eine ausgiebige Borkenbildung verbunden ist. Wenn

die neuen sekundären Peridermlagen nur einen Teil des Umfanges einnehmen und sich mit ihren Rändern an die vorhergegangenen Peridermlagen anschließen (Fig. 88 *k*), so entsteht die Schuppenborke, d. h. einzelne inselartige, schuppenförmige Gewebekomplexe gehen in Borke über (Fig. 88 *b*). Diese Borke wird durch die Dickenzunahme gedehnt und zerreißt infolge dessen; dabei können die Borkeschuppen sich vom Stamme loslösen (*Platane*) oder auf einander haften bleiben (*Kiefer*, *Lärche*) oder auch der Länge nach durch Bastfasern in Zusammenhang gehalten werden (*Robinia*). Wo hingegen schon das primäre Periderm in tieferen Rindenschichten auftritt, da bilden oft die sekundären Periderme lauter unter sich parallele, in sich geschlossene Ringe; es werden daher hohlcylindrische Rindensstücke in Borke verwandelt (Ringelborke). Die in diese Borke eingeschlossenen Bastfasern bedingen ihr longitudinales Zerreißen (z. B. *Weinstock*, *Clematis*, *Thuja*).

Wie die Epidermis Spaltöffnungen besitzt, so finden sich auch im Periderm Organe vor, welche den Zutritt der umgebenden Luft zum lebenden Rindengewebe ermöglichen; es sind dies die Lenticellen oder Rindenporen, nämlich meist kreisförmig umschriebene Stellen des Peri-

derms, an welchen die Korkzellen nicht lückenlos zusammenschließen, sondern durch Zwischenzellräume von einander getrennt sind (Füllzellen, Fig. 89 *l*). Die Lenticellen sind am leichtesten wahrzunehmen an einjährigen Zweigen, wo sie im Sommer in Gestalt bräunlicher oder weißlicher Flecke an den Stellen auftreten, an welchen sich in der Epidermis Spaltöffnungen befinden. Von hier aus beginnt auch die allgemeine Korkbildung. An manchen Bäumen (z. B. Birke) werden die Lenticellen durch das Dickenwachstum in die Breite gezogen. Wo die Korksicht sehr mächtig ist (wie bei der Korkeiche), bilden die Lenticellen tiefe, mit pulverigen Zellenmassen erfüllte Kanäle.

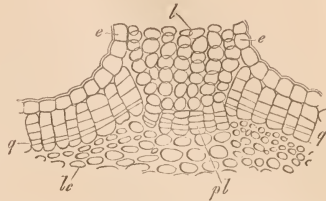


Fig. 89. Lenticelle auf einem Zweigquerschnitt von Sambucus (300); *e* Epidermis, *q* Phellogen, *l* die Füllzellen, *pl* das Phellogen der Lenticelle, *lc* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym.

§ 37. **Das Urmeristem und die Scheitelzelle.** An den Vegetationspunkten sind die bisher beschriebenen Zell- und Gewebeformen noch nicht vorhanden; hier findet sich vielmehr ein Gewebe, dessen Zellen sämtlich teilungsfähig, protoplasmareich, mit großen Zellkernen versehen, dünnwandig sind und ohne Intercellularräume zusammenschließen, das Urmeristem oder Urgewebe. Aus diesem bilden sich allmählich die verschiedenen Gewebesysteme heraus durch verschiedene Ausbildung der anfangs gleichartigen Zellen. Die meisten Blätter, Früchte und manche andere Organe bestehen in ihrer frühesten Jugend ganz und gar aus Urmeristem, welches sich später überall in die verschiedenen Gewebeformen und -systeme umbildet, so dass gar kein Urmeristem mehr übrig bleibt. An solchen Organen hingegen, welche ein lange andauerndes Scheitelwachstum besitzen, wie die meisten Stengel und Wurzeln, bildet sich in demselben Maße, als das Urgewebe in Dauergewebe übergeht, fortwährend wieder neues Urmeristem durch Entstehung neuer Zellen dicht am Scheitel. Dieses sich fortwährend regenerierende Urmeristem giebt auch für die normal entstehenden seitlichen Bildungen das Urmeristem ab, so dass also sämtliche Urmeristem an den zahlreichen Vegetationspunkten der Zweige und Wurzeln eines Baumes direkt von dem Urmeristem des Keimpflanzchens abstammt. Nur für adventive Bildungen findet Neubildung von Urmeristem aus älterem Gewebe statt (vergl. oben § 3).

Bei den Kryptogamen geschieht die fortwährende Bildung des Urmeristems durch Vermittelung einer einzigen, durch Größe und Form ausgezeichneten, die Spitze des Organs einnehmenden Zelle, der Scheitelzelle (Fig. 90 *v*). Aus ihr entstehen sämtliche Zellen des Urmeristems und somit des ganzen Pflanzenkörpers dadurch, dass sie sich in bestimmter Reihenfolge in je zwei Zellen teilt, von denen die eine der ursprünglichen Scheitelzelle an Gestalt ähnlich bleibt, wächst und wieder als Scheitelzelle fungiert,

während die andere, das sog. Segment, durch weitere Teilungen (*a, b, c*, Fig. 90) einen Theil des Gewebes des betreffenden Organs bildet;

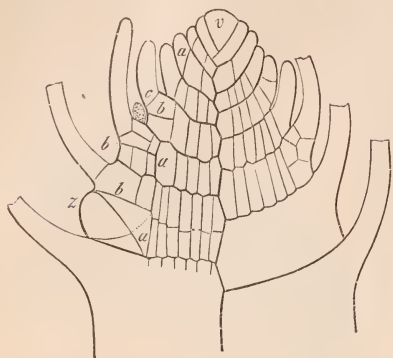


Fig. 90. Scheitelzelle (*v*) und deren Segmente. Längsschnitt durch die Stengelspitze eines Mooses, *Fontinalis antipyretica* (vergrößert); die aus den einzelnen Segmenten entstandenen Gewebepartien sind durch stärkere Linien umzogen (nach *Sachs*).

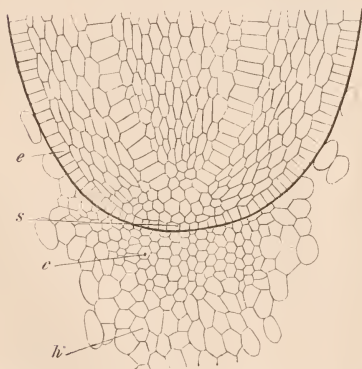


Fig. 91. Längsschnitt durch die Wurzelspitze von *Zea Mais*; *e* die Epidermis, *s* der Scheitel des Wurzelkörpers, *c* das Calyptrogen; *h* der ältere Teil der Wurzelhaube.

die Epidermis als einfache Schicht gewöhnlich über den Scheitel verfolgen.

An allen Vegetationspunkten, mögen dieselben eine Scheitelzelle besitzen oder nicht, zeigt sich eine gewisse Regelmäßigkeit in der Anordnung

das ganze Gewebe desselben setzt sich aus den einzelnen nacheinander erzeugten Segmenten zusammen. Die Art der Bildung der Segmente ist bei einigen Algen sehr einfach, wo die Scheitelzelle sich bloß durch Querwände teilt, die Segmente also eine Längsreihe bilden; komplizierter ist der Vorgang, wenn die Segmente abwechselnd nach rechts und links durch schräge, aufeinanderstoßende Wände abgliedert werden; noch komplizierter an den Stengeln der meisten Moose und Farne, wo die Scheitelzelle die Gestalt einer umgekehrten dreiseitigen Pyramide hat und sich in bestimmter Reihenfolge an den drei Seiten durch schräge Wände teilt (Fig. 90).

Die Vegetationspunkte der höheren Pflanzen dagegen, der Phanerogamen, lassen meistens keine Scheitelzellen erkennen, auf welche sich die Zellen des Urmeristems ihrem Ursprunge nach sämtlich zurückführen ließen. Doch kann man hier, ebenso wie bei den höheren Kryptogamen, schon im Urmeristem die beginnende Sonderung in die Gewebesysteme wahrnehmen, insbesondere lässt sich

der Zellen, welche darin ihren Grund hat, dass die neuen Teilungswände sich annähernd rechtwinkelig an die bereits vorhandenen ansetzen.

Der Vegetationspunkt der Wurzeln wird noch von der Wurzelhaube (s. oben S. 33) überdeckt; dieselbe entsteht wie der Wurzelkörper ebenfalls aus dem Urmeristem der Wurzelspitze, jedoch nach der entgegengesetzten Seite. Das jüngste Gewebe der Wurzelhaube liegt dem Urmeristem des Wurzelkörpers am nächsten und geht hervor entweder 1) aus einem besonderen, vom Wurzelkörper scharf abgegrenzten Teilungsgewebe, dem Calyptrogen (Fig. 94 c), z. B. Gramineen, oder 2) aus der jungen Epidermis des Wurzelkörpers, z. B. Helianthus, oder 3) aus einem für Epidermis und die inneren Gewebe des Wurzelkörpers, sowie die Wurzelhaube gemeinsamen Teilungsgewebe, z. B. Leguminosen, oder endlich 4) aus einem mit der Rinde des Wurzelkörpers gemeinschaftlichen Teilungsgewebe, so bei den Gymnospermen. — Die äußersten Zellen der Wurzelhaube werden fortwährend abgestoßen.

§ 38. **Durch Verwundung veranlasste Gewebebildungen.** Die meisten Pflanzenteile besitzen die Fähigkeit, durch Verwundung bloßgelegte Gewebeschichten gegen die äußere Umgebung abzuschließen durch Wundkork, d. h. durch Bildung einer Korkschiebt aus den äußersten unverletzt gebliebenen wachstumsfähigen Zellen. Man kann dies leicht wahrnehmen an verletzten Früchten, Blättern, krautigen Stengeln, an denen die mit Kork

bedeckten Wunden eine graubraune Färbung zeigen. An Kartoffelknollen läßt sich der Vorgang sehr leicht beobachten, indem jedes Stück eines lebenden Gewebes derselben, das nur vor zu raschem Austrocknen geschützt werden muss, sich an seiner ganzen Oberfläche mit einer der normalen Kartoffelschale gleich gebauten Korkschiebt überzieht. — Pflanzen mit stark entwickeltem Holzkörper bilden, besonders wenn durch die Verwundung das Cambium bloßgelegt oder verletzt wurde, nicht sofort Wundkork, sondern alle an die Wunde grenzenden lebensfähigen Zellen wachsen zu einem gleichartigen parenchymatischen Gewebe aus, dem Callus. Ist die Wunde klein, so kommen die von verschiedenen Seiten hervorwachsenden Calluszellen

bald in Berührung und schließen zu einer einzigen Gewebemasse zusammen, die nun an ihrer Außenfläche Kork, im Anschlusse an das alte Cambium aber eine neue, die Lücke ausfüllende Cambiumschicht erzeugt.

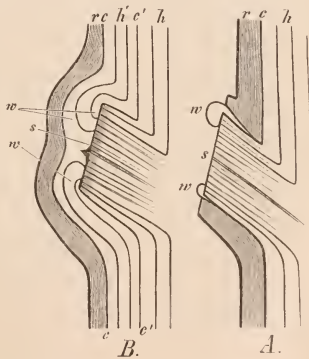


Fig. 92. Schematische Längsschnitte durch den Stamm einer Holzpflanze, A kurze Zeit nach Abschneiden des Seitenzweiges s, B nach Vollendung der Überwallung; r Rinde, c Cambium, h Holz; s Stelle, an der sich zur Zeit der Verwundung das Cambium befand, h' das seit jener Zeit gebildete Holz, w der Überwallungswulst.

Ist die Wunde dagegen groß, so bildet sich Kork und neues Cambium in dem Callus jedes Wundrandes und der vollständige Schluss erfolgt erst nach wiederholtem Aufreißen der einander entgegenwachsenden Calluswülste. Das durch die Verwundung bloßgelegte Holz, das sich unter dem Einfluss der Luft meist dunkel färbt, verwächst natürlich nicht mit dem aus dem neuen Cambium des Callus sich bildenden Holze; daher sind z. B. Inschriften, die in die Rinde (bis zum Holz) eingeschnitten wurden, im Holz später von der entsprechenden Anzahl von Jahresringen bedeckt, leicht aufzufinden. Ähnlich erklärt sich das Überwallen abgeschnittener Zweige, wo der Wulst anfangs ringförmig aus dem Querschnitt des Cambiums hervortritt (Fig. 92 A) und später kappenförmig über dem alten Holzkörper zusammenschließt (Fig. 92 B). Fremde Gegenstände, Pfähle, Steine, Stämme anderer Art können in das Holz des Baumes eingeschlossen, von diesem umwachsen werden, indem die durch den Druck des wachsenden Holzkörpers an den fremden Gegenstand gepresste Rinde an dessen Seiten aufreißt und der hervorwachsende Callus um den Gegenstand herumwachsend sich schließt und neues Cambium erzeugt.

Stämme der gleichen Pflanzenart verwachsen bei gegenseitiger Berührung miteinander, indem der aus den beiderseitigen Rindenrissen hervorwachsende Callus verschmilzt und ein gemeinsames Cambium bildet. Hierauf beruhen auch die verschiedenen Arten der Veredelung, wobei Zweige oder mit Knospen versehene Rindenstücke einer Abart oder nahe verwandten Art mit ihrem Cambium in Berührung mit dem Cambium eines als Unterlage dienenden Stammes gebracht und so zur Verwachsung veranlasst werden. —

Anhangsweise seien hier auch diejenigen Gewebebildungen erwähnt, welche mit dem spontanen Ablösen einzelner Pflanzenteile, so der Blätter der Holzpflanzen im Herbst verbunden sind. Es bildet sich hier einige Zeit vor dem Abfallen an einer bestimmt vorgebildeten Stelle eine Trennungsschicht, deren safterfüllte Zellen in einer geraden Fläche sich durch Spaltung der gemeinsamen Wand unverletzt voneinander lösen. Erst nachträglich bildet sich unter der Trennungsschicht am stehenbleibenden Teile eine Korkschicht, welche sich an die übrige Periderm-Umhüllung der Zweige anschließt. Auf dieselbe Weise werfen manche Pflanzen, so die Kiefern, die beblätterten Kurztriebe ab, manche Bäume (z. B. Eichen, Pappeln) einzelne Zweige.

Zweiter Teil.

Die Lebensvorgänge in der Pflanze (Physiologie).

§ 39. **Aufgabe der Physiologie.** Alle in dem vorhergehenden Teile geschilderten Bestandteile des Pflanzenkörpers, die in seiner äußeren Form hervortretenden Glieder, wie die im Inneren vorhandenen Gewebeformen, stehen im engsten Zusammenhange mit den Lebensvorgängen im Pflanzenkörper; jedes äußere Glied, z. B. Blatt, Wurzel, Haar, in seinen verschiedenen Ausbildungsformen ist das Organ für eine bestimmte Verrichtung; ebenso kommen den Gewebeformen, den Tracheen, Siebröhren, der Epidermis, dem chlorophyllhaltigen Parenchym u. s. w. bestimmte Funktionen zu. Die Ausübung dieser Funktionen ist aber abhängig von äußeren Einwirkungen, durch welche die den einzelnen Organen spezifisch eigentümlichen Arbeitsleistungen veranlasst werden. So ist z. B. den grünen Blättern die Ausübung ihrer Funktion der Assimilation nur bei Gegenwart von Kohlensäure und einer genügenden Lichtintensität ermöglicht. Die Physiologie hat sonach nicht bloß die Aufgabe, die äußere und innere Struktur mit der Verrichtung der betreffenden Organe in Zusammenhang zu bringen, zu erkennen, durch welchen Bau die einzelnen Organe zu ihrer Funktion befähigt werden, sondern sie muss auch die äußeren Bedingungen untersuchen, welche auf die Lebensvorgänge einwirken.

Erstes Kapitel.

Allgemeines über die Eigenschaften und Lebensbedingungen der Pflanzen.

§ 40. **Die Molekularstruktur in ihrer physiologischen Bedeutung.** Wie bereits oben S. 36 angegeben wurde, ist das Protoplasma der Träger aller Lebenserscheinungen; von dessen Zustand hängt Leben und Tod überhaupt ab; aber auch die Zellwände und der übrige Zellinhalt beteiligen sich selbstverständlicherweise an den Lebensvorgängen. Zu deren Verständnis

genügt indes die Kenntnis der sichtbaren Strukturverhältnisse nicht; wir müssen vielmehr aus den der Beobachtung zugänglichen Thatsachen Schlüsse auf die Lagerung der unsichtbaren kleinsten Teilchen ziehen, worüber man zu folgendem Resultat gelangt ist. In allen organisierten Gebilden, dem Protoplasma, den Zellkernen, Membranen, Stärkekörnern u. drgl. sind die aus chemischen Verbindungen bestehenden Moleküle zu größeren, aber nicht direkt sichtbaren Komplexen, den Micellen, vereinigt, welche allseitig von Wasser umgeben werden, ohne dadurch ihren gegenseitigen Zusammenhang zu verlieren. Wird dieses Wasser durch Austrocknung entzogen, so rücken die Micellen aneinander, beim Befeuchten werden sie durch das eindringende Wasser auseinander geschoben; d. h. die organisierten Gebilde sind quellbar, imbibitionsfähig. Hierauf beruht die Diosmose, d. h. der Übertritt von Wasser und darin gelösten Stoffen von einer Zelle in die andere. Sowohl feste Körper, z. B. Salze, Zucker, als auch gasförmige, wie Sauerstoff und Kohlensäure, treten, im Imbibitionswasser gelöst, in die Zellen ein und aus diesen heraus. Zum Verständnis vieler Lebensvorgänge ist es wichtig, hier auf die allgemeinen Gesetze aufmerksam zu machen. Ein in Wasser gelöster Stoff, z. B. Zucker, diosmiert infolge der zwischen ihm und dem Wasser bestehenden Anziehung aus einer Zelle in die benachbarte so lange über, bis Gleichgewicht hergestellt ist, d. h. bis in beiden Zellen gleicher Gehalt der Lösung vorhanden ist. Wird nun in der einen Zelle der Zucker chemisch verändert, z. B. in Stärke verwandelt, so tritt das Gleichgewicht nie ein und die Strömung in jene Zelle, in welcher er verbraucht wird, dauert so lange, als in der anderen Zucker vorhanden ist; so kommt die nach den Verbrauchsorten gerichtete Bewegung, eine von den Verbrauchsorten ausgehende Saugung zu stande, welche in gleicher Weise nicht bloß für gelöste Stoffe, sondern auch für das Imbibitionswasser selbst in Thätigkeit tritt, sobald das Gleichgewicht in der Verteilung durch Verbrauch, sei dies Verlust durch Verdunstung, oder Einlagerung beim Wachstum organisierter Gebilde, gestört wird. Von dem Vorhandensein dieser von den Verbrauchsorten ausgehenden Saugung überzeugt man sich in augenfälliger Weise z. B. an einer Kartoffelknolle, welche austreibt, während sie trocken liegt, somit von außen weder Wasser noch Stoffe aufnehmen kann; in demselben Maße, als der am Scheitel sich entwickelnde Trieb wächst, somit Wasser und Nahrungsstoffe verbraucht, werden die hinteren Partien der Knolle wasserärmer und schrumpfen.

Die Diosmose gelöster Stoffe geht aber nur da in der angegebenen Weise vor sich, wo das Protoplasma den gelösten Stoffen den Durchgang gestattet, was bekanntlich nicht stets der Fall ist. Schon oben S. 38 wurde darauf aufmerksam gemacht, dass das lebende Protoplasma z. B. gelöste Farbstoffe nicht durch sich hindurchgehen lässt, dass sonach nicht selten an eine Zelle mit gefärbtem eine solche mit farblosem Zellsaft angrenzt. Hierdurch kommt auch der Turgor zu stande, d. h. der Druck des Zellsaftes auf die Zellwand. Sowohl die Zellwand als das dieser anliegende Protoplasma gestatten dem von den Molekülen gelöster Stoffe angezogenen Wasser den Eintritt in den Saft Raum der Zelle, welcher sich infolge dessen zu

erweitern sucht, bis die beschränkte Dehnbarkeit der Zellwand dieser Erweiterung ein Ziel setzt. Dieser Gegendruck der elastischen Zellwand würde aber wieder ein Hinausfiltrieren der Lösung veranlassen, wenn nicht das Protoplasma diesem Druck gegenüber undurchlässig wäre. Es ist somit die Zellwand durch das mit Gewalt eingedrungene Wasser gespannt und übt durch ihre Elastizität einen Druck auf den Zellsaft aus; die Zelle turgesziert, d. h. sie ist steif, etwa wie ein aufgeblasener Kautschukballon. Der Turgor spielt eine hervorragende Rolle bei den Wachstumsvorgängen. Durch ungleiche Dehnbarkeit der zu Geweben verbundenen Zellwände kommen Gewebespannungen zu stande, welche in Verbindung mit der Turgeszenz der einzelnen Zellen die Biegefestigkeit der nicht mit Sklerenchym (s. oben S. 78) versehenen Pflanzenteile bedingen, somit der jungen Teile, in welchen die Verholzung noch nicht stattgefunden hat, sowie auch saftiger Früchte, Knollen u. dgl., welche überhaupt kein Sklerenchym besitzen. Sobald denselben Wasser entzogen wird, hört die Turgeszenz auf, sie werden welk und schlaff.

§ 41. **Die äußeren Lebensbedingungen**, welche auf die Prozesse im Pflanzenkörper einwirken, sind die Wärme, das Licht, die Schwerkraft, die Elektrizität und chemische Kräfte.

Vor allem ist die Bewegung, welche wir Wärme nennen, die wichtigste Quelle lebendiger Kraft, durch welche die Lebensbewegungen hervorgerufen werden. Vor der Erörterung der Abhängigkeit des Pflanzenlebens von den Warmezuständen ist aber die Vorfrage zu erledigen, ob dem Pflanzenkörper eine Eigenwärme zukommt. Wie sich aus folgendem (s. § 52) ergeben wird, ist die Wärmebildung in der Pflanze mit wenigen Ausnahmen eine äußerst geringe; es hängt also die Temperatur des Pflanzenkörpers fast ausschließlich von jener der Umgebung ab, mit welcher sie sich zum Teil durch Leitung, zum Teil durch Strahlung ausgleicht. Da die Pflanzenteile schlechte Wärmeleiter sind, d. h. Temperaturveränderungen nur langsam stattfinden lassen, so wird bei raschen und starken Temperaturschwankungen in der Umgebung die Pflanze häufig eine andere, bald höhere, bald niedrigere Temperatur haben müssen, als gleichzeitig in der Umgebung herrscht; wenn diese letztere nur langsam schwankt, wie z. B. im Boden, im Wasser, so werden auch die dort befindlichen Pflanzenteile immer nahezu dieselbe Temperatur haben, wie die Umgebung. Was die Strahlung betrifft, so ist dieselbe bei den Pflanzen, zumal den Blättern, eine sehr wichtige Ursache der Temperaturänderung; bei klarer Luft können daher solche Pflanzenteile hauptsächlich nachts durch Strahlung viel kälter werden als die sie umgebende Luft, worauf auch die Bildung des Taus und Reifes beruht. Eine weitere Ursache der Abkühlung der in der Luft ausgebreiteten Pflanzenteile liegt in der Verdunstung, welche besonders am Tage dahin wirkt, die Blätter unter die Temperatur der umgebenden Luft abzukühlen.

Jeder Vorgang in der Pflanze ist an eine gewisse Temperatur gebunden, d. h. unter einem gewissen Temperaturgrade, dem Minimum, sowie

oberhalb einer gewissen Temperatur, dem Maximum, kann er nicht stattfinden. Es gilt dies für das Wachstum, für die Assimilation, für die Bewegungen des Protoplasmas, für die Thätigkeit der Wurzeln u. s. w. Innerhalb dieser beiden Grenzen, zwischen dem Minimum und Maximum giebt es für jede Funktion, und zwar für jede Pflanze verschieden, ein Optimum, bei welchem die Funktion am intensivsten verläuft. Wenn also die Temperatur bis zum Optimum steigt, wirkt sie mit jedem Grade günstiger; steigt sie aber über das Optimum hinaus bis zum Maximum, so wirkt sie mit jedem Grade ungünstiger.

Man kann im allgemeinen annehmen, dass alle Vegetationserscheinungen unserer einheimischen Pflanzen erst bei einigen Graden über dem Eispunkt beginnen, dann bis ungefähr 25—30° C. sich an Intensität steigern, bei der genannten Temperatur ihr Optimum erreichen und bei Temperaturen über 30 bis ungefähr 45° C. wieder an Energie abnehmen, um bei etwa 50° C. ganz zu erlöschen. Bei Pflanzen heißer Klimate liegt die untere Grenze beträchtlich höher; so keimt z. B. ein Kürbissame erst bei 13° C.

Die Tötung durch zu hohe Temperatur hängt vom Wassergehalt ab; während trockene Erbsensamen eine Stunde lang erst bis über 70° C. erwärmt, ihre Keimkraft verlieren, werden sie, mit Wasser vollgesogen, schon bei einer Temperatur von 54° C. getötet. Die meisten Pflanzenteile ertragen keine höhere Temperatur bei länger dauernder Einwirkung als etwa 50° C. in Luft, 45° C. in Wasser.

Das Erfrieren der Pflanzen, d. h. deren Beschädigung oder Tötung durch Kälte findet erst dann statt, wenn die Temperatur der Pflanze einige, zuweilen selbst viele Grade unter den Eispunkt sinkt, vorausgesetzt, dass die betreffende Pflanze überhaupt im stande ist zu erfrieren; denn viele werden durch Kälte überhaupt nicht getötet, wie die Flechten, manche Moose und Pilze; es sind das gerade diejenigen, welche auch das Austrocknen ohne Nachteil ertragen. Überhaupt sind trockene Pflanzenteile, wie die meisten Samen, die Winterknospen unserer Bäume, sehr unempfindlich, während dieselben, wenn sie mehr Wasser enthalten, sowie die Knospen während der Entfaltung, so überhaupt saftige Pflanzenteile sehr leicht erfrieren. Setzt man einen solchen wasserreichen Pflanzenteil der Kälte aus, so tritt ein der Temperaturenniedrigung entsprechender Teil des Wassers aus den Zellen heraus und gefriert an deren Oberfläche, während sich das Gewebe entsprechend zusammenzieht; innerhalb der Zellen gefriert das Wasser nicht. Das aus den Zellen ausgetretene gefrorene Wasser bildet Massen oder Krusten (*k* Fig. 93), bisweilen lange Kämmе, welche aus einzelnen

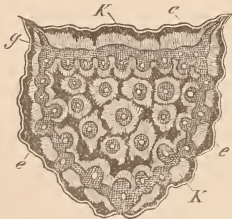


Fig. 93. Eismassen (*k*) zwischen dem zerrissenen Gewebe eines gefrorenen Artischockenblattstieles (*Cynara Scolymus*). Querschnitt. *g* Parenchym, in einzelne, die Fibrovasalstränge enthaltende Partien zerrissen; *e* die Epidermis. Die Hohlräume sind ganz schwarz gehalten (nach Sachs).

tritt ein der Temperaturenniedrigung entsprechender Teil des Wassers aus den Zellen heraus und gefriert an deren Oberfläche, während sich das Gewebe entsprechend zusammenzieht; innerhalb der Zellen gefriert das Wasser nicht. Das aus den Zellen ausgetretene gefrorene Wasser bildet Massen oder Krusten (*k* Fig. 93), bisweilen lange Kämmе, welche aus einzelnen

parallelen Eiskristallen bestehen, und zwar aus fast ganz reinem Eis, da die gelösten Stoffe mit dem Rest des Wassers in konzentrierterer Lösung in den Zellen zurückbleiben. Es ist gewiss, dass diese Eisbildung an und für sich vielen Pflanzen nicht schadet; denn bei langsamem Auftauen nehmen die Zellen das langsam abschmelzende Wasser wieder auf und kehren in ihren ursprünglichen normalen Zustand zurück. Lässt man jedoch das Auftauen rasch vor sich gehen, so findet das plötzlich in großen Mengen abschmelzende Wasser nicht Zeit, wieder in die Zellen einzutreten, sondern stagniert in den Zwischenräumen, wodurch die Pflanzen missfarbig werden und faulen, oder es läuft ab und verdunstet, so dass die Pflanze vertrocknet. Manche Pflanzenteile jedoch, wie z. B. Kürbis- und Georginenblätter, lassen sich auch durch langsames Auftauen nicht vor dem Kälte-tod schützen; es scheint, dass hier schon der Verlust des Wassers während des Gefrierens im Zellinhalte tödliche Veränderungen hervorruft. Ebenso leuchtet ein, dass unter besonderen Umständen, bei sehr lange andauernder Kälte, das außerhalb der Zellen zu Eis erstarrte Wasser durch Verdunstung allmählich entfernt wird, so dass es beim Auftauen an dem zur Herstellung des normalen Zustandes nötigen Quantum Wasser fehlt.

An Baumstämmen treten infolge der Kälte radiale Risse, Frostspalten auf, welche bei steigender Temperatur sich wieder schließen, aber natürlich nur im Rindenteile vernarben können; sie entstehen durch ungleiche Zusammenziehung des Holzes, welche in den äußeren, wasserreicheren Teilen größer ist.

Das Licht übt spezifische Wirkungen auf den Pflanzenkörper und seine Teile aus; es sind zum Teil

1. chemische Vorgänge, welche durch das Licht und zwar vorzugsweise durch die minder brechbaren Strahlen veranlasst werden, nämlich die Chlorophyllbildung und die Assimilation. Da letztere unten (§ 49) bei den Ernährungsvorgängen besprochen werden soll, sei hier nur über die Chlorophyllbildung angegeben, dass im Finstern wohl die Chloroplasten gebildet werden, hingegen der Farbstoff sich nur unvollständig entwickelt, sie färben sich nicht grün, sondern nur gelb. Nur wenige Pflanzenteile, wie die Keimpflanzen der Nadelhölzer und die Blätter der Farne, vermögen im Finsternen zu ergrünen. Es ist jedoch nicht zu vergessen, dass die Chlorophyllbildung auch von der Temperatur abhängt und bei zu niedriger Temperatur nicht erfolgt; daher können Pflanzenteile, welche im ersten Frühjahr bei kalter Witterung aus dem Boden hervorbrechen, trotz des Lichtes Tage lang gelb bleiben, bis wärmere Temperatur eintritt;

2. mechanische Wirkungen, welche vorzugsweise den brechbaren (blauen) Strahlen zukommen. Sie äußern sich darin, dass das Längenwachstum bei genügendem Lichtzutritt anders verläuft, als bei Lichtabschluss (s. unten § 57), sowie dass Veränderungen in der Richtung und Intensität der Beleuchtung bestimmte Bewegungen hervorrufen (s. unten § 59, 60, 63). Es ist ferner hervorzuheben, dass reizbare Pflanzenteile (s. § 58) nur dann auf Reize reagieren, wenn die Pflanze schon längere Zeit in normaler Weise dem Lichte ausgesetzt gewesen ist.

Ebenso sind die Pflanzen der Schwerkraft nicht bloß in derselben Weise, wie alle Naturkörper unterworfen, woraus sich verschiedene Einrichtungen des Baues erklären, welche das Gewicht der Pflanzenteile mit den übrigen Verhältnissen in Einklang bringen, sondern die Pflanzen besitzen auch eine dem Wesen nach noch nicht aufgeklärte Empfindlichkeit für die Richtung, in welcher die Schwerkraft auf ihre Organe einwirkt, und reagieren gegen diese Einwirkung in bestimmter Weise (s. § 63).

Über die Einwirkung der Elektrizität wissen wir nur wenig; es verdient nur Erwähnung, dass stärkere elektrische Reizungen ähnlich wie mechanische Erschütterungen wirken.

Die chemischen Kräfte äußern sich in den Ernährungsvorgängen, deren Schilderung den Gegenstand des folgenden Kapitels bildet, sowie in chemischen Reizen (s. § 66).

Zweites Kapitel.

Die Ernährung.

§ 42. **Die Elementarstoffe der Pflanzennahrung.** Bevor wir in die Schilderung der Vorgänge eintreten, welche eine Vermehrung der Pflanzensubstanz bedingen und sich in der Aufnahme von Nahrungsstoffen, sowie in deren Umänderung innerhalb des Pflanzenkörpers äußern, ist es nötig, sich über die chemischen Bestandteile des Pflanzenkörpers zu orientieren. Wie bereits mehrfach erwähnt und hervorgehoben wurde, enthalten alle Pflanzenteile bedeutende Mengen von Wasser. Dessen Quantität wird durch den Gewichtsverlust bestimmt, welchen ein Pflanzenteil durch Erhitzen auf 100—110° C. erfährt; sie ist natürlich für verschiedene Pflanzenteile verschieden; reife Samen im lufttrockenen Zustande z. B. enthalten an Wasser 12—15 Prozent, krautige Pflanzen 60—80, manche Wasserpflanzen und Pilze selbst bis 95 Prozent ihres Gesamtgewichtes.

Diejenige Substanz, welche beim Erhitzen bis über 100° C. kein Wasser mehr abgiebt, die Trockensubstanz, besteht aus einer sehr großen Anzahl von Stoffen, von chemischen Verbindungen. Dieselben sind zum Teil organische, d. h. Verbindungen des Kohlenstoffs mit anderen Elementen, zum Teil anorganische. Die in der lebenden Pflanze vorkommenden organischen Stoffe enthalten sämtlich (mit Ausnahme der oxalsauren Salze) Wasserstoff; während einzelne, wie manche Öle, nur aus diesen beiden Elementen bestehen, enthalten die in größter Menge auftretenden Cellulose, Stärke, Zucker, sowie die Säuren, und andere Öle, außerdem noch Sauerstoff. Die Eiweißstoffe bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel; anderen stickstoffhaltigen Körpern, wie dem Asparagin, vielen Alkaloiden fehlt der Schwefel; einigen anderen Alkaloiden, wie dem Nikotin, auch der Sauerstoff.

Die organischen Verbindungen werden bei sehr starkem Erhitzen unter Luftzutritt, d. h. beim Verbrennen, in flüchtige Produkte, größtenteils Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verwandelt. Die unorganischen bleiben hierbei als ein weißes (oder, wenn die Verbrennung nicht vollständig vor sich geht, graues) Pulver zurück, die Asche.

Durch chemische Prozesse während der Verbrennung gelangt der Schwefel der organischen Verbindungen als Schwefelsäure in die Asche; auch die bei der Verbrennung entstandene Kohlensäure verbindet sich mit einigen anorganischen Stoffen; dieselbe wird daher bei einer richtigen Darstellung der Aschenzusammensetzung nicht mit in Rechnung gebracht.

Die Asche macht gewöhnlich nur wenige Prozente der Trockensubstanz aus; ein Bild von ihrer Menge und Zusammensetzung geben uns folgende Analysen von verschiedenen Pflanzenteilen.

1000 Teile der Trockensubstanz enthalten:

	Asche	Kali	Natron	Kalk	Mag- nesia	Eisen- oxyd	Phosphor- säure	Schwe- felsäure	Kiesel- säure	Chlor
Wiesenklee in der Blüte	68,3	21,96	1,39	24,06	7,44	0,72	6,74	2,06	1,62	2,66
Weizenkörner	19,7	6,14	0,44	0,66	2,36	0,26	9,26	0,07	0,42	0,04
Weizenstroh	53,7	7,33	0,74	3,09	1,33	0,33	2,58	1,32	36,25	0,90
Kartoffelknollen	37,7	22,76	0,99	0,97	1,77	0,45	6,53	2,45	0,80	1,17
Apfel	14,4	5,14	3,76	0,59	1,26	0,20	1,96	0,88	0,62	—
Erbsensamen	27,3	11,44	0,26	1,36	2,47	0,46	9,95	0,95	0,24	0,42

Diese Aschenbestandteile sind keine zufällige Beimengung; sondern, wie Versuche gezeigt haben, sind gewisse anorganische Stoffe zum Leben der Pflanze unbedingt notwendig. Diejenigen Elemente, welche die Pflanze zu ihrer Ernährung braucht, welche also als Nahrungsstoffe betrachtet werden müssen, sind:

Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff,
Schwefel, Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium,
Eisen.

Außerdem finden sich in vielen Pflanzenaschen noch, sind aber ohne Bedeutung für die Ernährung:

Natrium, Lithium, Mangan, Silicium, Chlor, Jod, Brom, und in seltenen Fällen noch: Aluminium, Kupfer, Zink, Kobalt, Nickel, Strontium, Baryum.

Das Fluor muss wohl auch in der Pflanzenwelt vorkommen, da es in der Zahnschubstanz der sich (mittelbar oder unmittelbar) von Pflanzen ernährenden Tiere in erheblicher Menge sich vorfindet.

§ 43. **Allgemeines über die Ernährungsvorgänge.** In welcher Form und von welchen Organen die Nahrungsstoffe aufgenommen, wie sie im Pflanzenkörper transportiert und verändert werden, soll nun im Folgenden gezeigt werden. Dabei gehen wir von dem typischen Falle einer chlorophyllhaltigen Landpflanze aus, deren grüne Blätter in der atmosphä-

rischen Luft dem Sonnenlichte ausgesetzt sind, während ihre Wurzeln im Boden sich ausbreiten und mit dem darin vorhandenen Wasser, sowie dessen festen Bestandteilen in Berührung treten. Die Nahrungsaufnahme einer solchen Pflanze gliedert sich in zwei Abschnitte: die Bildung der organischen Substanz, die Assimilation, d. h. die Aufnahme des Kohlenstoffes, findet in den chlorophyllhaltigen Zellen, somit hauptsächlich in den Blättern statt; die Aufnahme des Wassers mit den Aschenbestandteilen und Stickstoffverbindungen geschieht durch die Wurzeln. Das Ineinandergreifen dieser beiden Prozesse zeigt sich am deutlichsten darin, dass die assimilierenden Teile einem fortwährenden Wasserverluste durch Verdunstung ausgesetzt sind und eben dadurch ein Aufsteigen des Wassers mit den darin gelösten Stoffen von der Wurzel bis in die assimilierenden Zellen veranlasst wird.

Pflanzen, welche im Wasser untergetaucht leben, verlieren natürlich kein Wasser durch Verdunstung; ihnen fehlt sonach diese gegen die assimilierenden Zellen hin gerichtete Wasserbewegung; sie finden in dem umgebenden Wasser alle notwendigen Nahrungsstoffe und können diese mit ihrer ganzen Oberfläche aufnehmen.

Eine gesonderte Betrachtung (s. § 54) fordert die Aufnahme fertig gebildeter organischer Substanzen, welche bei allen chlorophyllfreien Pflanzen notwendig erfolgen muss, aber auch bei einigen chlorophyllhaltigen Pflanzen in verschiedenartiger Weise vorkommt.

§ 44. Die Verdunstung (Transpiration) gewinnt dadurch, dass sie den von den Wurzeln aufsteigenden Strom von Wasser mit gelösten Nahrungsstoffen veranlasst, hohe Bedeutung für die Ernährungsvorgänge. Jeder an der Luft befindliche Pflanzenteil, der nicht von dicken Korklagen bedeckt ist, verdunstet fortwährend Wasser an die Atmosphäre. Führt man einen beblätterten Stengel bei genügend hoher Temperatur unter eine Glasglocke ein, so beschlägt sich dieselbe mit kleinen Wassertropfen, die aus dem von der Pflanze abgegebenen Wasserdampf kondensiert werden. Die Transpiration ist natürlich desto lebhafter, je höher die Temperatur und je trockener die umgebende Luft ist. Dieser Wasserverlust wird wieder ersetzt durch andere Wassermengen, welche von der Wurzel aus dem Boden aufgenommen und den transpirierenden Teilen zugeführt werden. An besonders heißen Tagen kommt es vor, dass die Blätter der Bäume, krautige Pflanzen mehr verdunsten, als ihnen durch die Wurzel nachgeschafft werden kann; sie werden welk und schlaff. Das Welkwerden tritt bekanntlich an abgeschnittenen Pflanzenteilen ein. Je nach der Organisation der Pflanze und ihrer einzelnen Teile ist die Transpiration verschieden ausgiebig. Die Stämme der meisten Holzgewächse sind durch dicke Korklagen fast vollständig davor geschützt; gering ist die Transpiration auch bei solchen Stämmen und Blättern, die mit einer starken Cuticula überzogen sind, wie die Blätter der Agaven, die Stämme der Cacteen und ähnlicher Pflanzen. Dieselben welken auch abgeschnitten nur sehr wenig und gedeihen in einem sehr trockenen Boden. Einen Schutz gegen zu großen

Wasserverlust der assimilierenden Zellen bildet auch der in der Epidermis stets vorhandene Wasservorrat, welcher bei einigen Pflanzen, wie *Ficus*, *Peperomia* noch durch subepidermales Wassergewebe erhöht wird.

Da die Cuticula für Wasser nur sehr wenig durchgängig ist, so ist auch die Verdunstung an der freien Außenfläche der Blätter nur von ganz untergeordneter Bedeutung und kommt für die wichtige Rolle, welche die Verdunstung im Lebensprozess der Pflanzen spielt, gar nicht in Betracht. Die Verdunstung findet in ausgiebigster Weise von den Zellen des Blattgewebes gegen die luftführenden Intercellularräume hin statt. Da nun diese durch die Spaltöffnungen mit der Außenluft in Verbindung stehen, so sind letztere die Regulatoren der Verdunstung; sind sie geschlossen, so wird die Binnenluft sich bald mit Wasserdampf sättigen und dadurch die weitere Verdunstung hindern. Bei geöffneter Spalte kann sich dagegen die Binnenluft mit der umgebenden Luft ausgleichen und wird sich daher nie vollständig mit Wasserdampf sättigen, somit fortdauernde Verdunstung ermöglichen. Wie bereits oben (S. 82) angedeutet, wird das Öffnen und Schließen der Spaltöffnungen durch äußere Einwirkungen veranlasst, und zwar in der Weise, dass unter dem Einflusse des Sonnenlichts der Turgor der Schließzellen erhöht wird. Durch die eigentümliche Gestaltung ihrer Wand wird dadurch eine Formänderung der Schließzellen in dem Sinne herbeigeführt, dass die Spalte sich erweitert; bei abnehmendem Turgor schließt sie sich wieder. Somit ist die Transpiration der chlorophyllhaltigen Zellen unter denselben äußeren Bedingungen am lebhaftesten, unter welchen, wie wir unten sehen werden, auch ihre assimilierende Thätigkeit am ausgiebigsten ist.

§ 45. **Die Wasserströmung im Holz.** Das durch die Verdunstung abgegebene Wasser wird den chlorophyllhaltigen Zellen zunächst aus den rückwärts angrenzenden Geweben, den Fibrovasalsträngen, ersetzt und in letzter Instanz von den Wurzeln her den transpirierenden Teilen zugeführt. Dass die Bahn, in welcher dieser aufsteigende Wasserstrom sich bewegt, der Holzkörper ist, lässt sich leicht durch den Versuch des Ringschnitts an einem Stamm mit einheitlichem Holzkörper darthun. Wird ein Ring der Rinde entfernt, so dass also in dieser die Leitung unterbrochen ist, so werden die Blätter nicht welk, so lange das Holz erhalten bleibt. Durch die Aufsaugung farbiger Lösungen, z. B. von Anilin, im Holze wird hingegen nichts über das Aufsteigen des Wassers bewiesen; denn der Farbstoff lagert sich z. B. auch in den verholzten Wänden isolierter Sklerenchymelemente ein. Dass die verholzten Elemente des Xylems diese Wasserleitung vermitteln, wird auch noch durch die Thatsache bestätigt, dass untergetauchte Wasserpflanzen, welche ja nicht transpirieren, auch der verholzten Elemente im Xylem entbehren. Ebenso welken selbst bei reichlicher Wasserzufuhr solche Pflanzen, welche aus einem Aufenthalt in feuchter Luft in trockene Luft verbracht werden; der unter dem Einfluss geringerer Transpiration gebildete schwache Holzkörper reicht für den Transport einer größeren Wassermenge nicht aus.

Das im Holzkörper aufsteigende Wasser bildet aber nicht etwa kontinuierlich zusammenhängende Wassermassen in den Tracheen, sondern im Innern der Tracheen und Tracheiden findet man zur Zeit der lebhaftesten Verdunstung nur einzelne, durch verdünnte Luft von einander getrennte Wasseransammlungen. Die Frage nach der Kraft, welche der Schwerkraft entgegen das Wasser bis in die Krone der höchsten Bäume emporhebt, bedarf noch der definitiven Aufklärung; doch kann mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass die osmotische Thätigkeit der an die Tracheen und Tracheiden angrenzenden Markstrahl- und Holzparenchymzellen das Wasser aus den tieferen Tracheiden anzieht und in periodischem Wechsel an die mit geringerem Luftdruck versehenen höher gelegenen Tracheiden abgiebt.

§ 46. **Der Wurzeldruck.** Das Wasser, welches durch die von den transpirierenden Flächen ausgehende Saugung im Holzkörper emporsteigt, wird durch die Wurzeln in unten (§ 47) näher zu besprechender Weise aufgenommen. Diese Thätigkeit der Wurzel ist aber unabhängig vom Verbrauche. Es kann daher der Fall eintreten, dass die Wurzel größere Quantitäten Wasser aus dem Boden aufnimmt, als ihr durch die an der Peripherie stattfindende Transpiration abgenommen wird. Infolge dessen füllen sich die Tracheen mit Wasser, welches von der Wurzel hinaufgepresst wird und aus etwa vorhandenen Wunden ausfließt. So erklärt sich die bekannte Thatsache, dass beschnittene Weinreben im Frühjahr bluten, d. h. aus den Schnittflächen Wasser ausscheiden; bei genauerer Betrachtung zeigt sich deutlich, dass dieses Wasser vorzugsweise aus den Öffnungen der großen Tracheen austritt. Ein ähnliches Bluten beobachtet man auch bei mehreren Bäumen, z. B. Birke und Ahorn, sowie bei allen kräftig wachsenden, mit starken Wurzelsystemen versehenen holzbildenden Stauden; schneidet man eine Sonnenrose oder eine Tabakspflanze einige Centimeter über der Erde ab und schützt die Schnittfläche vor Verdunstung, so beginnt nach einiger Zeit das Ausfließen von Saft aus der Schnittfläche, welches, wenn dieselbe vor Verdunstung geschützt ist, selbst mehrere Tage lang anhält. Dieses Wasser wird mit so bedeutender Kraft hinaufgepresst, dass es bisweilen einer Quecksilbersäule von ansehnlicher Höhe bedarf, um diesem Wurzeldruck das Gleichgewicht zu halten. Dieser Wurzeldruck verursacht auch bisweilen Ausscheidung von Wassertropfen an bestimmten Stellen der Pflanze, so an der Blattspitze vieler Araceen, sehr schön an den Zähnen des Blattes von *Alchemilla vulgaris*, wo die Erscheinung fast an jedem Sommermorgen zu beobachten ist, aber gewöhnlich mit dem Tau verwechselt wird. Bei trockener Luft wird die Bildung von Tropfen an den betreffenden Stellen dadurch verhindert, dass das emporgepresste Wasser sofort verdunstet.

Bei krautigen Pflanzen enthält das von der Wurzel herausgepresste Wasser fast nur einige Salze in Lösung, bei der Rebe und einigen Bäumen aber gewöhnlich auch organische Stoffe, besonders Zucker.

Diese Bewegung des Wassers infolge des Wasserdruckes findet im Frühjahr, überhaupt zur Zeit des kräftigsten Wachstums statt. An Pflanzen,

welche vorher stark transpiriert haben, tritt nach Durchschneidung des Stammes kein Wasser aus dem Wurzelstock hervor, sondern erst nach mehr oder minder langer Zeit, wenn die Wurzeln wieder neues Wasser aufgenommen haben; es zeigt dies zunächst, dass der Wurzeldruck bei stark transpirierenden Pflanzen gar nicht vorhanden sein kann, und folglich, dass er zum Ersatz des transpirierenden Wassers nicht direkt mitwirkt.

Dem Wesen nach ganz verschieden hiervon ist das sog. Blüten abge-schnittener Holzstücke, welche im Winter oder zeitigen Frühjahr in warme Luft verbracht werden; der hier erfolgende Wasseraustritt geschieht lediglich infolge der bei steigender Temperatur eintretenden Ausdehnung der Luftblasen, welche sich zwischen dem Wasser in den Elementen des Holzes befinden; bei sinkender Temperatur wird durch Zusammenziehung der Luft wieder Wasser eingesogen.

§ 47. Die Aufnahme des Wassers und der Nährstoffe aus dem Boden geschieht durch die Wurzeln, bei den wurzellosen Pflanzen durch Haare, Sprosse oder Thalluszweige, welche deren Stelle vertreten. An den Wurzeln sind es die Epidermiszellen und deren Haare (Fig. 94 *h*), welche mit den Bodenteilchen und dem diesen adhärierenden Wasser in Berührung kommen. Einige Nährstoffe sind in diesem Wasser des Bodens gelöst und gelangen unmittelbar mit diesem durch Diffusion in die Wurzelzellen; andere werden durch den sauren Saft, der in den Wurzelzellen enthalten ist und auch deren Membranen durchtränkt, zersetzt und gelangen als Salze organischer Säuren in die Pflanze; lässt man Wurzeln über polierte Marmorplatten hinwachsen, so wird an den Stellen, welche unmittelbar von den Wurzeln berührt werden, der kohlensaure Kalk zersetzt und man erhält so einen Abdruck des ganzen Wurzelsystems auf der Platte. Eine dritte Gruppe von Nährstoffen endlich wird im Boden auf eigentümliche Weise festgehalten, so dass sie durch Wasser nicht ausgewaschen, wohl aber von der Pflanze aufgenommen werden können; sie sind im Boden absorbiert. Deren Aufnahme, so wie die der in fester Form vorhandenen Stoffe, wird der Pflanze hauptsächlich dadurch ermöglicht, dass die Wurzelhaare mit den Bodenteilchen aufs innigste verwachsen; zieht man eine kräftig wachsende Pflanze aus dem Boden, so sind diejenigen Wurzelstücke, welche mit Haaren überzogen sind (nicht die Spitzen und nicht die ältesten Teile), dicht von Erdpartikelchen eingehüllt, welche ohne Zerreißen der Haare nicht abgetrennt werden können. Dadurch, dass die Wurzelhaare in einer bestimmten Entfernung von der Wurzelspitze entstehen und später wieder



Fig. 94. Wurzelhaare (*h*) an der Hauptwurzel (*w*) einer in Wasser erwachsenen Keimpflanze des Buchweizens, *Polygonum fagopyrum*, *hc* hypokotyles Glied, *c* Kotyledonen.

neue erscheinen, rückt der der Nahrungsaufnahme dienende Teil der Wurzel im Boden fortwährend weiter. Die Bedeutung der Wurzelhaare zeigt sich auch darin, dass eine frisch versetzte Pflanze längere Zeit welk bleibt, da die Wurzeln erst dann wieder hinreichende Mengen von Wasser aufzunehmen vermögen, wenn sie durch neugebildete Haare wieder mit den Bodenteilchen verwachsen sind.

Die aufnehmende Thätigkeit der Wurzeln ist, wie alle Lebensvorgänge, auch von der Temperatur abhängig; wird z. B. der Boden zu stark abgekühlt, so wird diese dadurch gelähmt, und die Pflanze welkt.

Die Stengel und Blätter sind nicht im stande, mit unverletzter Außenfläche erhebliche Quantitäten Wasser oder Wasserdampf aufzunehmen; die Beobachtung, dass welke Pflanzen nach Benetzung mit Tau oder Regen oder an feuchten Abenden straff werden, erklärt sich einerseits durch die größere Wasseraufnahme aus dem befeuchteten Boden, andererseits durch die verminderte Transpiration bei feuchter Atmosphäre.

§ 48. Die aus dem Boden aufgenommenen Nährstoffe wandern mit dem im Holzkörper aufsteigenden Wasser in gelöster Form in die oberirdischen Pflanzenteile. Es sind dies mit Ausnahme des Kohlenstoffs sämtliche oben S. 95 genannte Nahrungsstoffe, und zwar zunächst die sich in den Aschenbestandteilen findenden Elemente in der Form von schwefelsauren, phosphorsauren, Kali-, Kalk-, Magnesia- und Eisensalzen. Von der Rolle dieser Nahrungsstoffe wissen wir nur so viel, dass zunächst die schwefelsauren und phosphorsauren Salze zur Bildung von Eiweißstoffen und ähnlichen Verbindungen unbedingt notwendig sind; mit ihrer Aufnahme in Form von Kalksalzen lässt sich wahrscheinlich die Bildung der Krystalle von oxalsaurem Kalk in Zusammenhang bringen, indem das aus dem Boden aufgenommene Kalksalz durch die Oxalsäure zersetzt, der unlösliche oxalsaure Kalk ausgeschieden und die Säure noch weiter zersetzt wird. Die Kalisalze verraten eine nähere Beziehung zu den Kohlehydraten, da sie hauptsächlich in solchen Pflanzenteilen getroffen werden, welche reich an Stärke, Zucker u. dgl. sind, wie die Kartoffeln, Runkelrüben, Weintrauben. Über die Rolle der Magnesiasalze ist nichts bekannt; hingegen wissen wir, dass das Eisen, wenn es auch nur in geringen Mengen angetroffen wird, unumgänglich notwendig zur Entstehung des Chlorophyllfarbstoffs ist. Pflanzen, welche sorgfältig ohne Eisen erzogen werden, bilden nach Erschöpfung ihres eigenen Eisenvorrats weiße Blätter; diese, chlorotisch oder bleichsüchtig genannt, erhalten ihre grüne Färbung unter Chlorophyllbildung alsbald, wenn man dem Boden Eisen zusetzt oder auch nur ihre Oberfläche mit einer sehr verdünnten Eisenlösung bestreicht.

Der Stickstoff, bekanntlich ein wesentlicher Bestandteil der Eiweißstoffe, entstammt ebenfalls dem Boden, und zwar sind es salpetersaure Salze und Ammoniakverbindungen, welche von der Wurzel aufgenommen werden; der freie Stickstoff, obwohl sehr reichlich in der Atmosphäre vorhanden, wird nur von wenigen Pflanzen, so den Leguminosen, in erheblicher Menge aufgenommen.

Die hier in Kürze mitgeteilten Resultate über die Notwendigkeit der aus dem Boden stammenden Nahrungsstoffe ergeben sich weniger aus den ihre allgemeine Verbreitung darthuernden Analysen von Pflanzenaschen, als vielmehr wesentlich aus Kulturversuchen mit künstlichen Nährstofflösungen. Fehlt in einer Nährstofflösung, welche übrigens nur wenige pro mille feste Substanz enthalten darf, nur ein einziger der für das Leben der Pflanze notwendigen Elementarstoffe, so kann die Pflanze ihre normale Entwicklung nicht erreichen. Die für die Pflanze notwendigen Elementarstoffe sind beispielsweise in beiden folgenden Nährstofflösungen, aber auch in anderen ebenfalls möglichen in geeigneter Form enthalten:

1.	2.
Salpetersaurer Kalk.	Salpetersaurer Kalk.
Salpetersaures Kali.	Salpetersaures Ammoniak.
Saures phosphorsaures Kali.	Schwefelsaures Kali.
Schwefelsaure Magnesia.	Phosphorsaure Magnesia.
Phosphorsaures Eisen.	Eisenchlorid.

Der Umstand, dass eine solche Nährstofflösung infolge der Kultur ihre Zusammensetzung verändert, somit häufig erneuert werden muss, zeigt, dass die Pflanze nicht alle Stoffe in gleicher Menge aufnimmt; ebenso ergeben die Analysen von verschiedenen Pflanzen, welche im Freien auf demselben Substrate erwachsen sind, doch gewöhnlich eine verschiedene Zusammensetzung ihrer Asche. Dieses Verhalten, welches man als Wahlvermögen bezeichnet hat, erklärt sich daraus, dass je nach der Natur der Pflanzen die verschiedenen Stoffe in verschiedener Menge verbraucht werden und nach den Diffusionsgesetzen je nach dem Verbräuche auch die in die Pflanzenwurzel eintretende Quantität verschieden ist.

Die Notwendigkeit gewisser Aschenbestandteile für das Leben der Pflanze ist eine Thatsache, die für die Landwirtschaft hervorragende Bedeutung gewonnen hat. Alle Aschenbestandteile und die Stickstoffverbindungen werden jährlich durch die Ernte in bedeutenden Mengen von den Feldern hinweggeführt. Diejenigen, welche im Boden in verhältnismäßig geringer Menge vorkommen, wie Phosphorsäure, Kali und Stickstoffverbindungen müssen wieder ersetzt werden, und dieser Ersatz ist die Aufgabe der Düngung.

Die oben erwähnte Methode der Wasserkulturen hat auch gelehrt, dass eine Anzahl von Elementen, welche teils häufiger, teils seltener in den Pflanzenaschen gefunden werden, für deren normale Existenz nicht notwendig sind; es gilt dies zunächst für das Natrium, welches ohnehin allgemein verbreitet ist, ferner für das Chlor, für Zink und Kupfer, welche von Pflanzen aus einem daran sehr reichen Boden aufgenommen werden, für Lithium, das sich in der Asche mancher Tabaksorten findet, für Jod und Brom, die in vielen Meerespflanzen, besonders Algen, vorkommen und aus diesen gewonnen werden.

Nächst dem Natrium ist von diesen unwesentlichen Aschenbestandteilen am weitesten die Kieselsäure verbreitet, welche in den Zellwänden

mancher Pflanzen, wie der Diatomeen, Equiseten, vieler Gräser u. a., in besonders großer Menge abgelagert ist. Es erfolgt diese Anhäufung aber erst mit zunehmendem Alter der Organe; hieraus geht hervor, dass sie mit den chemischen Vorgängen der Ernährung unmittelbar kaum in Zusammenhang steht. Außerdem hat man Pflanzen, die sonst reich daran sind, zu anscheinend normaler Entwicklung gebracht, auch ohne dass sie Kieselsäure aufnehmen konnten.

§ 49. **Die Aufnahme des Kohlenstoffs (Assimilation).** Das Material, aus welchem die chlorophyllhaltige Pflanze ihren Kohlenstoff bezieht, ist einzig und allein die Kohlensäure der atmosphärischen Luft (oder für Wasserpflanzen auch die im Wasser enthaltene Kohlensäure), welche unter der Einwirkung des Lichts von den chlorophyllhaltigen Zellen zersetzt wird. Setzt man eine Wasserpflanze (z. B. ein abgeschnittenes Blatt von *Potamogeton natans* oder ein Stengelstück der Wasserpest, *Elodea canadensis*) in kohlenensäurehaltigem

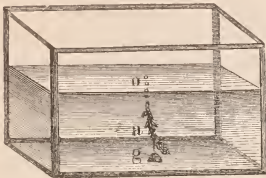


Fig. 95. Sauerstoffauscheidung einer Wasserpflanze (*Elodea canadensis*); a der abgeschnittene Stengel, g ein Gewicht, das den Stengel in aufrechter Stellung hält, o die aus der Schnittfläche aufsteigenden Gasblasen.

Wasser dem Sonnenlichte aus, so bemerkt man alsbald, dass aus der Schnittfläche des Stengels oder Blattstiels in regelmäßigen Zwischenräumen Gasblasen aufsteigen (Fig. 95). Dieselben bestehen aus

Sauerstoff. Die Kohlensäure wird nämlich in den Chlorophyllkörnern in der Weise zersetzt, dass ein Teil ihres Sauerstoffs an die Atmosphäre zurückgegeben wird, der Rest aber sich mit den Elementen des Wassers verbindet, zu organischen Verbindungen, welche Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, letzteren aber in geringerer Menge, als er in der Kohlensäure (CO_2) vorhanden ist. Da fast sämtliche Nahrungsstoffe der Pflanze (nicht bloß die Kohlensäure) sehr sauerstoffreiche Verbindungen sind, zum größten Teil sogar von höchstmöglichem Sauerstoffgehalt, die in der Pflanze erzeugten Stoffe aber alle arm an Sauerstoff, zum Teil sogar sauerstofffrei sind, so geht hieraus schon mit Notwendigkeit hervor, dass bei der Ernährung der Pflanze große Mengen von Sauerstoff abgeschieden werden müssen. Die erste organische Verbindung, welche wir als Produkt der Assimilation nachweisen können, ist bei den meisten Pflanzen die Stärke ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$), welche in Form kleiner Körnchen in den Chlorophyllkörnern auftritt; seltener findet sich dort an deren Stelle Zucker oder fettes Öl. Außer einer gewissen Temperatur ist die Mitwirkung des Lichtes bei diesem Prozesse unentbehrlich; im Dunkeln wird kein Sauerstoff ausgeschieden und ebenso wenig ist die Bildung der Stärkeeinschlüsse in den Chlorophyllkörnern beobachtet; von den einzelnen Strahlen, welche das weiße Sonnenlicht zusammensetzen, sind diejenigen die wirksamsten, welche vom Chlorophyllfarbstoff (beziehungsweise den denselben bei gewissen Algen vertretenden Farbstoffen) in höchstem Maße absorbiert werden. Das Organ der Pflanzen

für die Assimilation sind die chlorophyllreichen Teile, insbesondere die Laubblätter.

Auf anderem Wege wird von den grünen Pflanzen kein Kohlenstoff assimiliert; außer diesem Vorgange kennen wir in der Natur überhaupt keine Umwandlung der Kohlensäure in sauerstoffärmere organische Verbindungen, es stammt daher sämtlicher Kohlenstoff, auch in den organischen Verbindungen des tierischen Körpers, aus der in den Chlorophyllkörnern zersetzten Kohlensäure.

§ 50. **Der Stoffwechsel.** Die durch die Assimilation in den Chlorophyllkörnern gebildeten Stoffe, in der bei weitem größten Mehrzahl der Pflanzen also die Stärke, sind das Material, von welchem die Bildung aller anderen organischen Stoffe in der Pflanze ausgeht; es geschieht dies unter Mitwirkung der aus dem Boden aufgenommenen Stickstoffverbindungen und Mineralbestandteile sowie des atmosphärischen Sauerstoffs. Die Stärkekörner (oder die äquivalenten Stoffe) werden immer wieder aufgelöst und aus den Chlorophyllkörnern fortgeführt; bei normalem Leben der Pflanze am Licht überwiegt die Neubildung über den Verbrauch; daher findet man die Stärkeeinschlüsse regelmäßig in den Chlorophyllkörnern; bringt man aber eine Pflanze in Dunkelheit, so verschwinden die Stärkekörnchen nach und nach vollständig.

Von den Stoffen, die in der Pflanze erzeugt werden, sind diejenigen von hervorragender Bedeutung, aus welchen die Substanz der Membranen und des Protoplasma gebildet wird; sie werden als Baustoffe bezeichnet.

Die Membranen bestehen aus Cellulose, welcher die Zusammensetzung $C_6H_{10}O_5$ zukommt; die Untersuchung hat gezeigt, dass Stärke, Zucker, Inulin (welche eine ähnliche Zusammensetzung haben) und die Fette das Material für die Bildung der Cellulose liefern, also die Baustoffe der Membranen sind

Das Protoplasma besteht wesentlich aus Eiweiß-(Protein-)stoffen; dieselben enthalten alle Stickstoff und Schwefel; solche Eiweißstoffe und andere stickstoffhaltige Verbindungen, wie das Asparagin, sind die Baustoffe für das Protoplasma und die ihm angehörigen Bildungen, wie die Chlorophyllkörner.

Die durch die Assimilation erzeugten Baustoffe werden von den Assimilationsorganen, den Blättern, nach den Verbrauchsorten hin fortgeleitet; solche Verbrauchsorte sind zunächst alle wachsenden Teile, so die jungen Triebe der Stengel und Zweige, ebenso auch die weiter wachsenden Wurzeln. Bei den Holzpflanzen wird ein Teil der assimilierten Substanz zur Holzbildung verwendet und wandert dem entsprechend von der Krone gegen den Stamm eines Baumes zu; von der Quantität der assimilierten Substanz, somit auch von der Anzahl der Blätter, Äste und Zweige, hängt die Menge des sich bildenden Holzes ab, welche indes nicht nach der Jahresringbreite allein, sondern dem Zuwachs, d. h. dem Flächeninhalt der Jahresringe, zu beurteilen ist: Bäume, welche bis zur Basis mit blättertragenden Ästen besetzt sind, haben natürlich in ihren unteren Teilen mehr

Material zur Holzbildung zur Verfügung, als in den oberen, daher ist die Form des Stammes dann nach oben stark konisch verjüngt, während lange astfreie Stämme sich der zylindrischen Form nähern.

Die Baustoffe werden aber nicht alle sogleich weiter verbraucht, sondern ein mehr oder minder großer Teil wird zeitweilig abgelagert, zuweilen auch für längere Zeit in besonderen Organen angehäuft, um erst später verbraucht zu werden; diese sind die Reservestoffe. Solche Organe, Reservestoffbehälter, sind alle Samen, welche fast immer außer dem Keimpflänzchen auch die für dessen erste Entwicklung nötige Nahrung enthalten, ferner die Knollen und verdickten Wurzeln (wie Kartoffeln, Dahlienknollen, Rüben), überhaupt die ausdauernden Teile mehrjähriger Pflanzen, bei den Stauden die Rhizome, bei den Bäumen und Sträuchern das Markstrahl- und Holzparenchym der Äste und des Stammes, bei den immergrünen Gewächsen auch die Blätter selbst.

Die Kartoffelknolle z. B. enthält bekanntlich große Mengen von Stärke; wenn deren Knospen zu Trieben und neuen Pflanzen auswachsen, verschwindet die Stärke in demselben Maße, als neue Zellmembranen gebildet werden; in derselben Weise wird die Stärke der Getreidesamen, der Rohrzucker der Runkelrübe, das Inulin der Dahlienknollen, das fette Öl der Samen von Raps, Kürbis, Sonnenrose u. v. a. verbraucht, um die Membranen der neuen Pflanze zu bilden. Gewisse Zellschichten, besonders die Markstrahlzellen der Bäume, enthalten im Winter viel Stärke, welche beim Heranwachsen der neuen Triebe im Frühjahr aufgelöst und verbraucht wird. Auch Cellulose selbst findet sich als Reservestoff in den Samen der Dattel und anderer Palmen; die starken Verdickungen der Endospermzellen werden bei der Keimung aufgelöst und dienen zum Wachstum der Keimpflanze.

Die oben § 20 beschriebenen Proteinkörner sind die Form, in welcher die eiweißartigen Stoffe als Reserve im Samen niedergelegt sind.

Lässt man die Samen im Dunkeln keimen oder die Triebe aus anderen Reservestoffbehältern, wie Kartoffeln u. dgl., im Dunkeln sich entwickeln, so kann keine Assimilation stattfinden und sämtliche neugebildete Zellen sind auf Kosten der Reservestoffe herangewachsen; welchen Grad von Entwicklung eine solche im Dunkeln wachsende Pflanze erreicht, hängt von der Ausgiebigkeit der Reservenernährung ab, welche je nach den Pflanzenarten verschieden ist. Aus dem winzigen Samenkorn des Tabaks z. B. wächst im Dunkeln eine nur sehr kleine Keimpflanze heran, während die Kartoffelknolle, die Runkelrübe mächtige Pflanzen ernähren können.

Die als Reservenernährung abgelagerten Baustoffe werden durch Fermente in lösliche Verbindungen umgewandelt und gehen eine Reihe von Umwandlungen ein, bis sie ihr Endziel, die Cellulose oder die Eiweißstoffe des Protoplasmas, erreicht haben. Die Baustoffe der Membranen, mögen sie nun als Stärke, Rohrzucker, Inulin, fettes Öl oder Cellulose abgelagert sein, werden immer zum Teil in Traubenzucker verwandelt, dessen Lösung in den Parenchymzellen mittelst Diffusion an die Verbrauchsorte, die Bildungs-

stätten der neuen Zellen hingeleitet wird; sehr häufig findet außerdem in den leitenden Geweben, vorzugsweise in den Strangscheidern, vorübergehende, transitorische Stärkebildung statt.

Die Zwischenprodukte der eiweißartigen Reservestoffe sind wenig bekannt; ein großer Teil derselben wandert in den dünnwandigen langgezogenen Zellen des Phloëms; bei einigen Pflanzen tritt als Zwischenprodukt Asparagin auf, welches im Parenchymgewebe fortgeleitet wird.

In derselben Weise, wie die Stärke der Reservestoffbehälter, wird die Stärke aus den Chlorophyllkörnern den Verbrauchsorten zugeleitet, zum Teil, um sofort zum Wachstum neuer Organe verwendet zu werden; zum Teil, um in den Reservestoffbehältern in einen der oben angeführten Stoffe sich umzuwandeln und aufbewahrt zu werden.

In den Pflanzen findet sich noch eine große Anzahl anderer Kohlenstoffverbindungen, welche nicht in unmittelbarer Beziehung zum Aufbau der neuen Zellen stehen; es sind dies Nebenprodukte des Stoffwechsels, welche zum Teil als notwendige Zersetzungsprodukte bei der Umwandlung der Baustoffe entstehen, teils aber andere noch vielfach unbekannte Funktionen zu verrichten haben. Solche Nebenprodukte sind die Gerbstoffe, Farbstoffe, Säuren, Alkaloide, flüchtigen Öle u. s. w. Dieselben bilden sich auch aus den Reservestoffen, welche somit niemals vollständig zum Aufbau neuer Organe verwendet werden.

Die Degradationsprodukte endlich sind Endglieder des Stoffwechsels, welche im Organismus keine weitere Verwendung erfahren und aus den organisierten Bestandteilen entstehen. Dahin gehören außer den oben § 34 genannten Sekreten die meisten Gummiarten; das Tragantgummi z. B., welches von mehreren Astragalusarten ausgeschieden wird, lässt noch die Organisation der Zellhäute, die aber sehr quellungsfähig geworden sind, erkennen; das Kirschgummi entsteht ebenfalls durch Verflüssigung von Zellhäuten, ist aber in Wasser nicht löslich; das arabische Gummi endlich, welches von Akazien abstammt, besteht aus so weit veränderten Membranen, dass es wirklich in Wasser löslich ist.

§ 54. **Die Aufnahme organischer Nahrungsstoffe.** Da nach dem oben § 49 Gesagten das chlorophyllhaltige Protoplasma das Organ für die Bildung organischer Substanz ist, so leuchtet ein, dass diejenigen Pflanzen, welche kein Chlorophyll besitzen, auch keine organische Substanz erzeugen können, sondern dieselbe fertig gebildet aufnehmen müssen; solche chlorophyllfreie Pflanzen sind z. B. sämtliche Pilze, von höheren Pflanzen Cuscuta, Orobanche, Monotropa, Neottia u. a.; wenn auch in einigen der zuletzt genannten geringe Mengen von Chlorophyll nachgewiesen wurden, so kommen diese für die Ernährung der betreffenden Pflanzen doch nicht in Betracht. Die fertig gebildeten organischen Verbindungen entnehmen nun die chlorophyllfreien Pflanzen entweder anderen lebenden Pflanzen oder Tieren, oder toten Resten von Organismen. Die Pflanzen mit letzterer Lebensweise heißen Saprophyten, Fäulnisbewohner; solche sind z. B.

Monotropa und Neottia, welche im Humus des Waldbodens leben, viele ebendort vorkommende Pilze, die Schimmel- und Hefenpilze, welche in Pflanzensäften vegetieren, Saprolegnia, welche Tierleichen bewohnt u. a. Einige Pilze, wie die eben erwähnten Hefenpilze, sowie auch viele chlorophyllfreie Schizophyten zeigen noch die Besonderheit, dass sie ihr Substrat nicht bloß im Verhältnis der für sie notwendigen Nahrungsaufnahme zersetzen, sondern durch Ausscheidung von Fermenten einen raschen Zerfall des Substrates, d. h. Gährung und Fäulnis verursachen.

Diejenigen Pflanzen dagegen, welche ihre Nahrung anderen lebenden Organismen entnehmen, heißen Schmarotzer oder Parasiten, sie sind meistens an ganz bestimmte Nährpflanzen, allgemein: Wirte, gebunden, so z. B. die Orobanchen, Rostpilze, besitzen besondere Organe und Einrichtungen, um mit dem Gewebe der Nährpflanze in Verbindung zu treten, so z. B. die Saugwurzeln der Cuscuten, und verursachen gewöhnlich Erkrankungen ihrer Nährpflanze, indem sie ihnen zum mindesten Nahrungsstoffe entziehen, bisweilen aber auch krankhafte Wucherungen hervorrufen (Hexenbesen der Weißtanne, von einem Rostpilz, *Aecidium elatinum*, erzeugt). Seltener sind pflanzliche Parasiten in Tieren, so die krankheits-erregenden Schizophyten, Pilze wie *Empusa*, *Cordyceps* in Insekten. Von diesen Parasiten können einige ihren Entwicklungsgang wenigstens teilweise auch in saprophytischer Lebensweise durchlaufen, so z. B. die eben- genannte *Cordyceps*; solche nennt man fakultative Saprophyten. Andererseits werden die beiden Typen der Parasiten und Saprophyten noch verbunden durch die fakultativen Parasiten, d. h. Pflanzen, welche in beiderlei Lebensweise, der saprophytischen und der parasitischen, sich annähernd gleichgütig zu entwickeln vermögen, so z. B. unter den Pilzen *Agaricus melleus*, der sowohl auf totem Holze, als auch in lebenden Pflanzen seine normale Entwicklung erreicht.

Es giebt indes auch Parasiten, welche reichlich Chlorophyll besitzen und demgemäß selbst organische Substanz bilden, so die Mistel, *Viscum*, welche auf verschiedenen Bäumen schmarotzt, die Rhinanthaceen, *Thesium*, deren Wurzeln durch eigentümliche Saugorgane mit den Wurzeln anderer Pflanzen verwachsen sind. Obwohl die Ernährungsverhältnisse dieser chlorophyllhaltigen Parasiten noch nicht genügend aufgeklärt sind, lässt sich doch die Vermutung aussprechen, dass sie außer der von ihren eigenen grünen Blättern assimilierten Substanz wenigstens die sonst dem Boden entnommenen Nahrungsstoffe in einer gewissermaßen vorbereiteten Form ihren Nährpflanzen entziehen.

Das Verhältnis zwischen Parasit und Wirt ist öfters eigenartig kompliziert, so z. B. zwischen den als »Flechten« bekannten *Ascomyceten* und den von diesen bewohnten Algen, welche von Seite des Parasiten mit Wasser und unorganischen Nahrungsstoffen versorgt werden müssen. — Alle mannigfaltig abgestuften Fälle der Abhängigkeit zweier Organismen unter sich in Bezug auf die Ernährung fasst man unter dem allgemeinen Begriff der Symbiose zusammen. Hier sind auch jene als Mykorrhiza beschriebenen Bildungen zu erwähnen, welche in einer Durchwachsung [der Wurzeln

gewisser Pflanzen mit Pilzhypfen bestehen; das ernährungsphysiologische Verhältnis zwischen Wurzel und Pilz ist aber noch nicht genügend aufgeklärt.

Eine eigentümliche Art von Aufnahme organischer Substanz zeigen die sogenannten fleischfressenden Pflanzen, welche mit Hilfe ihrer Blätter kleine Tierchen fangen, festhalten und aus diesen stickstoffhaltige Bestandteile aufnehmen. Von den sehr mannigfaltigen Formen der Fangapparate sei hier beispielsweise *Drosera* erwähnt, deren Blätter am Rande und an der Oberfläche mit drüsigen Anhängseln (Fig. 96 A, d) besetzt sind. Diese Drüsen sezernieren stets einen klebrigen fermenthaltigen Saft. Kleine Insekten bleiben daran kleben und verursachen einen Reiz des Anhängsels, welches sich infolge dessen einkrümmt (Fig. 96 B), so dass das Insekt nunmehr von allen Drüsen berührt wird: diese scheiden alsdann auch eine Säure aus, unter deren Mitwirkung die Eiweißstoffe durch das Ferment peptonisiert und in die Pflanze übergeführt werden; nur Fett und Chitin bleiben zurück. In letzterer Beziehung verhalten sich andere fleischfressende Pflanzen, wie *Nepenthes*, *Utricularia*, ebenso; nur die Einrichtungen zum Fange der Tierchen sind äußerst mannigfaltig.



Fig. 96. Blatt von *Drosera rotundifolia* (4mal vergr.). A im ausgebreiteten Zustande, d die Anhängsel des Randes, m die kurzgestielten Drüsen des Mittelfeldes. B durch Berührung des Insektes x sind die Anhängsel größtenteils einwärts gekrümmt.

§ 52. **Der Sauerstoff; Atmung.** Bei der Ernährung werden beständig große Mengen von Sauerstoffverbindungen in die Pflanze eingeführt; und da die aus diesen Verbindungen entstehenden assimilierten Stoffe sauerstoffarm sind, wird bei der Assimilation ein sehr großer Teil dieses in Verbindungen enthaltenen Sauerstoffes abgeschieden und aus der Pflanze entfernt. — Im Gegensatz zu diesem Vorgange, welcher ausschließlich in den chlorophyllhaltigen Zellen und unter Mitwirkung des Lichtes stattfindet, nehmen nun aber alle Pflanzenteile und zu jeder Zeit aus der Atmosphäre Sauerstoff auf, um dafür Kohlensäure anzusecheiden. Dieser Vorgang ist die Atmung, welche man von dem entgegengesetzten Prozess der Assimilation streng zu unterscheiden hat. Dass die Pflanze, indem sie durch die Assimilation Kohlensäure zersetzt, und umgekehrt bei der Atmung Kohlensäure erzeugt, dennoch an Gewicht zunimmt und Kohlenstoffverbindungen in sich anhäuft, erklärt sich einfach daraus, dass eben die Atmung der Pflanzen für gewöhnlich eine sehr schwache, die Assimilation unter günstigen Umständen eine

äußerst ausgiebige ist. Pflanzen, welche im Finstern wachsen, also keine Möglichkeit haben, zu assimilieren, müssen deshalb notwendig an Trockengewicht abnehmen und endlich durch Stoffverlust zu Grunde gehen.

Die Stoffe, welche die bei der Atmung abgegebene Kohlensäure liefern, sind die Kohlenhydrate, welche offenbar durch die Thätigkeit des Protoplasmas oxydiert werden. Die Atmung ist für das Leben der Pflanze unbedingt notwendig; in sauerstofffreier Atmosphäre unterbleiben die Lebensvorgänge; die Bewegungen des Protoplasmas stehen still; das Wachstum unterbleibt, die Reizbarkeit beweglicher Blätter (wie von Mimosa, Oxalis, s. § 60) erlischt; zuletzt tritt der Tod der ganzen Pflanze ein.

Die nachteiligen Folgen des Sauerstoffmangels zeigen sich sehr augenfällig an dem Absterben von Pflanzen, deren Wurzeln nicht genügend mit Luft in Berührung kommen; es ist dies der Fall, wenn durch zu reichliches Begießen die Zwischenräume zwischen den Bodenteilchen sich mit Wasser füllen, oder wenn, wie in den Straßen der Städte, der Boden zu fest ist, um eine genügende Luftzirkulation zu ermöglichen. — Pflanzen, welche normal in einem mit Wasser durchtränkten Boden wurzeln, wie alle Sumpfpflanzen, besitzen dem entsprechend im Inneren große Lufträume, die sich von den oberirdischen Teilen aus nach abwärts erstrecken und so den unterirdischen Teilen im Innern der Pflanze die nötige Luft, d. h. Sauerstoff zuführen.

Durch die Atmung werden Kräfte gewonnen und neue chemische Prozesse angeregt.

Wie bei allen Oxydationsvorgängen wird auch in der Pflanze hierdurch Wärme frei; da aber bei der Pflanze die Abkühlung durch andere Faktoren sehr begünstigt ist, wird für gewöhnlich keine Temperaturerhöhung durch die Atmung bemerkbar. Dieselbe tritt nur in einzelnen Fällen hervor, wo die Atmung sehr ausgiebig und die Abkühlung sehr beschränkt ist, so bei

der Keimung von Samen, welche dicht beisammen liegen, wie z. B. die Gerstenkeime bei der Malzbereitung; dieselbe besteht nämlich darin, dass Gerstenkörner durch Feuchtigkeit und Wärme zum Keimen gebracht werden, um die Stärke in Zucker zu verwandeln; dabei tritt eine erhebliche Erhöhung der Temperatur ein. In manchen Blüten, z. B. von Araceen, hat man eine Selbsterwärmung von 4—5, selbst bis 40° C. über die Luft-



Fig. 97. Apparat zur Beobachtung der Selbsterwärmung kleiner, sich öffnender Blüten oder keimender Samen. Dieselben werden auf dem Trichter *r* möglichst dicht zusammengehäuft und dieser in ein unten Kaliumhydroxid (*l*) enthaltendes Gefäß (*f*) gesteckt. Dieselbe absorbiert die bei der Atmung gebildete Kohlensäure. Das Ganze wird mit einer Glocke (*g*) bedeckt, durch deren Hals ein feines Thermometer geführt wird, dessen Kugel zwischen den Objekten steckt. Die Temperatur wird in diesem Apparat höher sein als in einem zweiten ebensolchen, zum Vergleich aufgestellten, in dem die Pflanzenteile durch Papierstücke u. dgl. ersetzt sind (nach Sachs).

temperatur beobachtet. In geeigneten Aparaten, wie Fig. 97, lässt sich eine solche Selbsterwärmung auch für beliebige andere, selbst kleine Blüten, sowie für keimende Samen leicht nachweisen.

In den wenigen Fällen endlich, in denen ein Leuchten (Phosphoreszenz) lebender Pflanzen sicher konstatiert wurde, wie bei mehreren Pilzen (z. B. *Agaricus melleus*), hängt dieses mit der Sauerstoffaufnahme zusammen; es findet nur statt, so lange der Pilz lebt und von sauerstoffhaltiger Atmosphäre umgeben ist. Die alten Angaben über das Leuchten verschiedener Blüten haben sich nicht bestätigt.

Drittes Kapitel.

Das Wachstum.

§ 53. **Begriff des Wachstums.** Die Pflanzen und ihre Organe wachsen, d. h. sie nehmen an Volumen zu und verändern dabei ihre Gestalt, und zwar infolge innerer Vorgänge, welche bleibende Veränderungen hervorrufen. Ein welk gewordener Pflanzenteil, in Wasser gelegt, vermehrt auch sein Volumen, es ist dies aber kein Wachstum; denn wenn man ihm das Wasser wieder entzieht, kehrt er wieder auf seine frühere Größe zurück; es wird also keine bleibende Veränderung hervorgerufen. Anders verhält sich hingegen die Sache, wenn einem reifen Samen Wasser zugeführt wird; derselbe keimt, d. h. das in ihm eingeschlossene Keimpflänzchen wächst heran, wächst aus dem Samen heraus; hier sind bleibende Veränderungen vor sich gegangen; wenn man auch das Wasser wieder entzieht, sind dieselben doch nicht wieder rückgängig zu machen.

Die inneren Vorgänge, welche diese bleibenden Veränderungen unmittelbar herbeiführen, bestehen der Hauptsache nach in der Einlagerung neuer fester Teilchen sowohl, als von Wasser in die wachsenden Zellwände durch Vermittelung des Protoplasmas, wobei der Turgor der Zellen eine wesentliche Rolle spielt.

Eine notwendige Bedingung des Wachstums ist das Vorhandensein von Baustoffen; damit ist aber nicht gesagt, dass eine wachsende Pflanze gleichzeitig Nahrungsstoffe aufnehmen, sich ernähren müsse; gewöhnlich werden die Nahrungsstoffe aus älteren, nicht mehr wachsenden Teilen einer Pflanze den jüngeren, wachsenden zugeleitet und dort verwendet; diese älteren Teile können nun Reservestoffbehälter sein, wie z. B. Kartoffelknollen, welche austreiben, oder es sind assimilierende Blätter, wie am deutlichsten bei den einjährigen Gewächsen, z. B. der Tabakpflanze; die ausgewachsenen Blätter assimilieren und auf Kosten der Baustoffe wachsen die Stengel und jüngeren Blätter.

Das Wachstum wird durch innere Ursachen bedingt; es giebt Pflanzenteile, welche, wenn sie eine gewisse Größe und Form erreicht haben, überhaupt nicht mehr fähig sind zu wachsen, so z. B. die meisten Blätter; andere

(z. B. die Knoten der Grashalme) können unter Umständen noch einmal zu wachsen anfangen. Der ganze Körper einer Pflanze aber erreicht, von einigen niedrig organisierten Formen abgesehen, niemals einen ausgewachsenen stationären Zustand, in welchem die Lebensprozesse sich nur noch auf Ernährung, auf Erhaltung der gebildeten Teile beschränken würden, wie bei den Tieren, sondern die Pflanze zeigt, so lange sie lebt, an gewissen Teilen immer noch Wachstumsprozesse; es ist ja auch die Anzahl der Glieder eines Pflanzenkörpers im allgemeinen unbegrenzt.

§ 54. **Die Phasen des Wachstums.** Die räumliche und zeitliche Verteilung der Wachstumsvorgänge lässt sich am einfachsten an einer wachsenden Wurzel beobachten. Trägt man an einer solchen (Fig. 98 A) Marken in gleichen Abständen auf und beobachtet dieselbe etwa nach Verlauf eines Tages wieder, so sieht man (Fig. 98 B), dass diese Marken in ungleichem



Fig. 98. Eine wachsende Keimwurzel der Erbse in zwei aufeinanderfolgenden Stadien, A früheres, B späteres Stadium.

Verhältnis auseinander gerückt sind, dass das Wachstum nicht gleichmäßig verteilt ist. Während an der Spitze der Wurzel, ebenso wie in der weiter rückwärts gelegenen Region ein bemerkbares Wachstum nicht stattgefunden hat, war dieses in einer mittleren Strecke am lebhaftesten; hier sind die Marken am weitesten auseinandergerückt, nach beiden entgegengesetzten Richtungen hin nimmt die Ausgiebigkeit des Wachstums allmählich ab. Nun sind aber die beiden Regionen, in welchen ein Wachstum nicht stattgefunden hat, von sehr ungleicher Beschaffenheit. Die Region an der Spitze besteht (abgesehen natürlich von der Wurzelhaube, s. oben S. 33) aus Urmeristem, die rückwärts der wachsenden Zone gelegene aus Dauergewebe, in

welchem noch die Ausbildung der Gewebeelemente erfolgt. Ebenso wie hier, können wir sonach an jedem aus Gewebe bestehenden wachsenden Pflanzenteil drei verschiedene Regionen unterscheiden:

1. Das Urmeristem oder embryonale Gewebe, in welchem Wachstum, d. h. Vergrößerung und Gestaltsänderung der Zellen nur in ganz geringem Maße stattfindet; die Zellen haben sehr dünne Zellwände, große Zellkerne und gewöhnlich keinen Saft Raum; die Zellteilungen erfolgen rasch nacheinander; hier findet auch die normale Anlage neuer Glieder statt.

2. Den in Streckung befindlichen Teil; hier erfolgt ausgiebiges Wachstum, wobei insbesondere der Saft Raum der Zelle sich vergrößert, somit lebhaftere Wasseraufnahme des wachsenden Gewebes stattfindet. Zellteilungen treten gewöhnlich noch ein, hier beginnt auch die Differenzierung der Gewebe.

3. Den ausgewachsenen Teil, in welchem kein Wachstum mehr erfolgt, wohl aber die innere Ausbildung der Gewebe ihrer Vollendung entgegengeht.

Es braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden, dass diese drei Zustände, die wir hintereinander antreffen, von jeder Zelle der Reihe nach durchlaufen werden. Jede im Urmeristem entstandene Zelle fängt langsam an zu wachsen, erreicht zu einer gewissen Zeit die größte Geschwindigkeit, um dann allmählich wieder aufzuhören zu wachsen. Da nun dies bei allen auf gleicher Höhe liegenden Zellen in gleicher Weise der Fall ist, so findet sich eine Strecke am wachsenden Teil, wo das Wachstum am ausgiebigsten ist, von welcher aus es nach beiden Seiten hin an Geschwindigkeit abnimmt.

Die Stengel, welche bedeutende Längen erreichen, verhalten sich bezüglich der gegenseitigen Lage dieser drei Regionen im ganzen und großen ebenso wie die Wurzeln, indem am Scheitel durch Teilung Zellgewebe gebildet wird, welches weiter nach rückwärts in Streckung übergeht, an den älteren Partien aber nicht mehr wächst. Wo jedoch scharf abgegliederte Internodien vorhanden sind, treten weitere Komplikationen dadurch ein, dass einmal die Knoten schon frühzeitig aufhören sich zu verlängern, während die Internodien noch längere Zeit fortwachsen, sowie dass ferner innerhalb eines jeden Internodiums wieder ähnliche Verschiedenheiten des Wachstums auftreten.

Die Blätter bestehen anfangs, wenn sie aus dem Urmeristem des Stammes hervorgehen, aus sich teilendem Urgewebe; dieses geht nun entweder überall ziemlich gleichmäßig, oder zumeist an der Spitze zuerst (z. B. Gräser), seltener an der Basis zuerst (z. B. Farne) in Streckung und Dauerzustand über; ein Vegetationspunkt für dauerndes Wachstum bleibt hier in der Regel nicht mehr übrig.

An den stetig fortwachsenden Pflanzenteilen, den Stengeln und Wurzeln, werden die embryonalen Gewebe durch die hinter ihnen erfolgende Streckung immer weiter auseinandergeschoben. Das junge, im Samen eingeschlossene Keimpflänzchen einer höheren Pflanze (es gilt das Gleiche aber auch für niedriger organisierte Pflanzen) besteht ganz und gar aus Urmeristem, embryonalem Gewebe; dieses wird getrennt in das der Wurzel und das des Stengels, indem das zwischen den Scheiteln dieser beiden gelegene Gewebe in Wachstum übergeht; dieselbe Abtrennung wiederholt sich bei jeder Verzweigung, und es ist sonach sämtliches an den Spitzen des Pflanzenkörpers verteilte Urmeristem seinem Ursprung nach auf das Urmeristem der Keimpflanze zurückzuführen, wie bereits oben S. 85 erwähnt wurde. Natürlicherweise hat inzwischen eine Vermehrung der Gesamtmenge des embryonalen Gewebes stattgefunden.

Was in Vorstehendem für die Mehrzahl der Pflanzen, deren Körper aus Zellgewebe besteht, ausgeführt wurde, gilt ebenso auch für solche, welche nur aus einer einzigen Zelle bestehen und dabei Längenwachstum besitzen. Auch hier zeigt Zellwand und Inhalt embryonalen Charakter am Scheitel, weiter rückwärts erfolgt die Streckung, noch weiter rückwärts findet keine Größen- und Gestaltsänderung mehr statt.

Jeder Pflanzenteil zeigt bezüglich der Geschwindigkeit seines Wachstums eine große Periode, d. h. er fängt langsam an zu wachsen, wächst

zu einer gewissen Zeit am raschesten; von da ab erlischt das Wachstum allmählich, bis zuletzt das ganze Organ ausgewachsen ist. Abgesehen von der zunehmenden und abnehmenden Geschwindigkeit des Wachstums kommt auch die Dauer in Betracht, während welcher ein Pflanzenteil wachsen kann, und dessen Fähigkeit, eine bestimmte Länge zu erreichen. Man bemerkt z. B. sehr leicht, dass an den meisten Stengeln die untersten Internodien kurz bleiben, die nächstoberen größer sind, an einer gewissen Stelle des Stengels am größten und die obersten wieder kurz. Ebenso nimmt meistens auch die definitive Größe der zugehörigen Blätter von unten bis etwa zur Mitte zu und dann wieder ab. In der allmählichen Abnahme des Wachstums und der Länge der Jahrestriebe liegt auch die Ursache dafür, dass »die Bäume nicht in den Himmel wachsen«.

§ 55. **Turgor und Gewebespannung in wachsenden Teilen.** Der Turgor ist eine wesentliche Voraussetzung des Wachstums, eine der wichtigsten Ursachen des Flächenwachstums der Zellwände. Welche Pflanzenteile wachsen überhaupt nicht. Gewebespannung ist infolge des Turgors ohnehin in jedem wachsenden Pflanzenteil vorhanden; sie wird aber selbst durch Verschiedenheiten im Wachstum der einzelnen Gewebeschichten hervorgerufen. Wenn man ein wachsendes Internodium (ebenso einen Blattstiel oder eine Rippe) der Länge nach halbiert, so klaffen die beiden Längshälften weit auseinander; es rührt dies daher, dass das Mark von allen Geweben am meisten zu wachsen, sich auszudehnen bestrebt ist, an der vollkommenen Ausdehnung aber durch die äußeren Gewebeschichten gehindert wird; die letzteren werden durch das stärker wachsende Mark gedehnt, sind passiv gespannt. An einer Wurzel verhalten sich die Längshälften gerade umgekehrt, dieselben werden gegeneinander konkav, weil hier der passiv gedehnte Fibrovasalstrang axil verläuft, vom parenchymatischen Gewebe rings umgeben wird. Mit den Längsspannungen sind notwendigerweise auch Querspannungen verbunden; die letzteren zeigen sich besonders deutlich an Stämmen mit Dickenwachstum, indem die Rinde durch die Thätigkeit des Cambiums gedehnt wird; ein abgelöster Rinderring klappt, lässt sich ohne große Kraftanwendung nicht mehr mit seinen Rändern über dem Holz zusammenschließen.

Eine besonders auffallende Wirkung des Turgors tritt an den eben ausgewachsenen Teilen der Wurzeln ein; dieselben verkürzen sich, wobei die Epidermis Querrunzeln erhält; dadurch werden Keimpflanzen, wohl aber auch die kurzen Stämme mit Blattrosetten, wie z. B. *Taraxacum*, *Plantago* u. a., in den Boden hinabgezogen. Hebt man durch Wasserentziehung den Turgor solcher Wurzeln auf, so verlängert sich die betreffende Strecke. Diese Thatsache erklärt sich dadurch, dass hier die Zellwände in der Querrichtung dehnbarer sind als in der Längsrichtung, sonach durch den Turgor eine Ausdehnung in der Querrichtung mit Verkürzung in der Längsrichtung hervorgerufen wird, während bei allen anderen wachsenden Teilen das umgekehrte Verhältnis, größere Dehnbarkeit in der Längsrichtung, stattfindet.

§ 56. **Ungleichseitiges Wachstum.** Sehr viele Pflanzenteile sind so organisiert, dass die verschiedenen Seiten nicht in gleichem Maße wachsen, ohne dass die äußeren Bedingungen dies verursachen würden; so wachsen z. B. die jungen Blätter anfangs auf ihrer unteren Seite stärker, so dass sie sich über dem Stammende zusammenlegen, während die spätere Entfaltung durch ein stärkeres Wachstum der Oberseite herbeigeführt wird. An vielen Keimpflanzen (s. z. B. Fig. 101, S. 118) bildet der Stengel unter seiner Spitze einen Bogen, so dass diese selbst mit den jungen Blättern gegen die Basis zurückgekrümmt ist; auch dies beruht darauf, dass die eine Seite des Stengels anfangs stärker wächst als die andere und daher konvex wird.

Indem die stärker wachsende Seite nicht immer die nämliche bleibt, werden durch dieses ungleichseitige Wachstum Bewegungen herbeigeführt, welche man als Nutationen bezeichnet. Findet die Bewegung bloß von hinten nach vorne, oder von rechts nach links statt, indem nämlich bald die hintere (rechte) Seite abwechselnd stärker wächst, und bald die vordere (beziehungsweise linke), so ist das die einfache Nutation; findet sie aber nach allen Seiten hin statt, indem nämlich alle Seiten nacheinander im Wachstum überwiegen, so kommt die revolutive Nutation zu stande.

§ 57. **Einfluss äußerer Bedingungen auf die Wachstumsvorgänge.** Es wurde bereits erwähnt, dass ein gewisser Wasservorrat zum Zustandekommen des Turgors nötig ist, sonach auch Voraussetzung des Wachstums ist; ebenso gilt bezüglich der Abhängigkeit der Wachstumsvorgänge von der Wärme das oben § 41 allgemein darüber Gesagte. Hingegen müssen die Einwirkungen der Schwerkraft und des Lichtes näher besprochen werden. Diese Kräfte beeinflussen sowohl die Bildung von Vegetationspunkten, als den Verlauf der Streckung, und rufen ferner, wie im nächsten Kapitel gezeigt werden soll, durch Änderung in ihrer Richtung Reizbewegungen an wachsenden wie ausgewachsenen Pflanzenteilen hervor.

Die Schwerkraft wirkt bei mehreren Pflanzen dahin, dass neue Sprossknospen an den aufwärts gerichteten Enden abgeschnittener Teile, Wurzeln an den abwärts gerichteten entstehen; es kommt dabei freilich auch die innere Disposition der Pflanze in Betracht.

Das Licht hindert vielfach, z. B. beim Epheu, die Wurzelbildung an der beleuchteten Seite und ruft sie an der Schattenseite hervor; durch die Beleuchtungsrichtung wird die Ausbildung der Seiten an dorsiventralen Prothallien, Thallus von Lebermoosen u. dgl. bestimmt.

Die Abhängigkeit der Streckung von den äußeren Bedingungen ist insbesondere für das Licht der Erscheinung nach genauer bekannt, und zwar übt das Licht eine beeinträchtigende, retardierende Wirkung auf das Wachstum; es ist eine alte Erfahrung, dass Stengel, die sich im Finstern entwickeln, z. B. Kartoffeltriebe im Keller, viel länger werden, viel längere Internodien besitzen, als die normal am Licht wachsenden. Solche im Fin-

stern erwachsene und daher in ihrer Form abnorm entwickelte Pflanzen werden als etioliert bezeichnet. Ihre Internodien sind sehr lang, die Blätter sind nicht grün, sondern gelb, aber häufig viel kleiner, als die normalen; es rührt dies letztere von einer krankhaften Entwicklung her, da ja das Licht für andere Lebensvorgänge notwendig ist. Die retardierende Wirkung des Lichts äußert sich auch in einer täglichen Periodicität. Wenn nämlich die Temperatur möglichst konstant ist, so erreicht das Wachstum infolge der Dunkelheit in den Morgenstunden sein Maximum, nimmt unter dem Einfluss des Tageslichtes allmählich ab, um vom Eintritt der Dunkelheit an wieder zuzunehmen. Es gilt dies nicht bloß für die in konstanter Finsternis sich überverlängernden Stengel, sondern auch für die Blätter.

Viertes Kapitel.

Die Reizbewegungen.

§ 58. **Begriff der Reizbarkeit.** Als Reizbarkeit bezeichnet man die nur den lebenden Organismen eigentümliche Art, auf äußere Einwirkungen zu reagieren; es ist die Art und Weise, wie die Pflanze mit der Außenwelt in Verkehr tritt. Die Reizbarkeit, als Eigentümlichkeit des lebenden Organismus, wird durch das Protoplasma vermittelt; wir sehen bald direkt dasselbe durch eine äußere Einwirkung, durch einen Reiz, beeinflusst, so in den im § 59 zu erwähnenden Fällen; bald werden aber auch unter Mitwirkung anderer komplizierter Einrichtungen Bewegungen der Pflanzenteile veranlasst, welche teils ohne bleibende Veränderung an ausgewachsenen Pflanzenteilen stattfinden, teils mit bleibenden Veränderungen verbunden sind, d. h. als eine Beeinflussung des Wachstums auftreten. Die äußeren Einwirkungen, die Reize, sind Veränderungen in Richtung und Intensität der Beleuchtung, Änderungen in der Richtung, in welcher die Schwerkraft einwirkt, mechanische Berührungen oder Erschütterungen, ferner einseitige Erwärmung, einseitige Befeuchtung, die Strömungsrichtung des Wassers, sowie einseitige Einwirkung gewisser Stoffe. Es ist eine charakteristische Eigentümlichkeit der Reizbewegungen, dass verhältnismäßig schwache Reize, z. B. geringe Berührung, den Anstoß geben zu intensiven Bewegungen; auch ist die Wirkung des Reizes eine spezifische, d. h. bedingt durch die reizbare Struktur der Organe. Legt man z. B. einen wachsenden Stengel horizontal, so wird die Schwere zunächst vielleicht ein Herabsinken der Spitze bewirken, wie an jedem leblosen biegsamen Gegenstande; ein Reiz der Schwerkraft liegt aber darin, dass die wachsende Zone dieses Stengels eine bleibende Krümmung nach aufwärts annimmt; die spezifische reizbare Struktur zeigt sich darin, dass eine Wurzel, ebenso behandelt, eine Krümmung nach abwärts ausführt. Gewisse periodische Bewegungen vollziehen sich, ohne dass die äußeren Einwirkungen sich verändern; hier

müssen wir eine innere Veränderung der Pflanzenteile annehmen. — Die Reizbewegungen erfolgen nur, wenn die Pflanze sich in normalem, reizbarem Zustande befindet; derselbe wird aufgehoben durch zu niedrige oder zu hohe Temperatur, durch längeren Aufenthalt im Dunkeln, durch Sauerstoffmangel.

§ 59. **Reizbarkeit protoplasmatischer Gebilde.** Am klarsten tritt die Reizbarkeit als Eigenschaft des Protoplasmas da hervor, wo dieses selbst durch den Reiz entweder zu einer Bewegung veranlasst oder bezüglich der Richtung seiner Bewegung beeinflusst wird. Letzteres ist der Fall bei den sich bewegenden Schwärnzellen der Algen und Pilze. Dieselben bewegen sich, wie bereits oben S. 38 erwähnt, unter Drehung um ihre Längsachse vorwärts. Die Reizbarkeit zeigt sich darin, dass viele dieser Schwärnzellen, sowohl chlorophyllhaltige als chlorophyllfreie, sich mit ihrer Längsachse in die Richtung des einfallenden Lichtes stellen und bei mäßig starker Beleuchtung sich gegen die Lichtquelle hin bewegen; bei sehr intensiver Beleuchtung schwimmen sie von der Lichtquelle hinweg.

Auf einer Bewegung des Protoplasmas beruht auch die Ortsveränderung der Chlorophyllkörner und ähnlicher Gebilde bei wechsell-

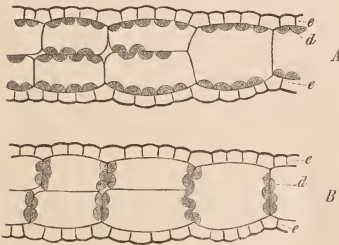


Fig. 99. Schematische Darstellung der Ortsveränderung der Chlorophyllkörner im Thallus von Lemna (in Querschnitten, vergr.); *e* Epidermis; *d* Chlorophyllkörner; *A* Stellung bei mäßiger Beleuchtung, *B* im Dunkeln und bei intensiver Beleuchtung (nach Stahl).



Fig. 100. Blatt von Oxalis in der Tag- (*T*) und Nachtstellung (*N*); in letzterer ist jedes der drei Blättchen an seiner Mittelrippe nach einwärts gebogen und zugleich abwärts gesenkt.

der Beleuchtung. An den einschichtigen Blättern der Moose und an Prothallien lässt sich leicht beobachten, dass bei mäßig starker Beleuchtung die Chlorophyllkörner sich an den Außenwänden, welche vom Lichte in ihrer Fläche getroffen werden, in einfacher Schicht lagern, bei Verdunkelung sich an die Seitenwände zurückziehen, mittelst deren die einzelnen Zellen aneinander grenzen. Ähnlich verhalten sich die Chlorophyllkörner in den mehrschichtigen Blättern vieler höherer Pflanzen, im Thallus von Lemna (Fig. 99); hier entfernen sie sich bei Verdunkelung, aber auch bei intensiver Beleuchtung von den Außenwänden des Chlorophyllparenchyms.

Darauf ist auch die schon früher gemachte Beobachtung zurückzuführen, dass viele Blätter bei intensiver Beleuchtung eine hellere Färbung annehmen.

§ 60. **Die Schlafbewegungen der Laub- und Blumenblätter.** Ähnlich, wie die eben erwähnten Chlorophyllkörner je nach der Beleuchtung eine Licht- und eine Dunkelstellung annehmen, so finden wir auch an vielen Blüten- und Laubblättern zwei verschiedene, mit dem Wechsel der Beleuchtung periodisch eintretende Stellungen; die Tagstellung, bei welcher die einzelnen Teile im allgemeinen ausgebreitet sind (Fig. 100 T), und eine Nachtstellung, welche durch ein Zusammenlegen oder Zusammenschließen der einzelnen Teile charakterisiert ist (Fig. 100 N). Während wir aber die nächste Ursache für die Ortsveränderung der Chlorophyllkörner direkt in einer Bewegung des reizbaren Protoplasmas finden können, sind hier weitgehende Komplikationen vorhanden, die noch nicht vollständig im Einzelnen erkannt sind.

Bei den periodisch beweglichen Blumenblättern (z. B. Tulpe, Crocus, Adonis u. a.) beruht die Bewegung auf ungleichzeitigem Wachstum, welches durch Änderungen der Temperatur und der Beleuchtung hervorgerufen wird; die sich streckende Zone dieser Blumenblätter liegt an deren Basis und es wird durch steigende Temperatur und Beleuchtung die innere Seite zu stärkerem Wachstum veranlasst: die Blüte öffnet sich; hingegen bei Abnahme von Temperatur und Beleuchtung wächst die äußere Seite stärker: die Blüte schließt sich. Mit diesen periodisch sich öffnenden und schließenden Blüten ist die äußerlich ähnliche Erscheinung nicht zu verwechseln, dass die Blüten mancher Pflanzen (z. B. von *Convolvulus*) am Morgen sich öffnen, aber bis zum Abend abblühen und dann sich schließen, um sich natürlich nie wieder zu öffnen.

Die periodisch beweglichen Laubblätter dagegen besitzen an der Basis der beweglichen Teile besondere Bewegungsorgane, welche äußerlich als Gelenke oder Polster erscheinen, und in welchen die Stellungsänderung durch eine Ausstoßung des Wassers auf einer Seite veranlasst wird. Beispiele hierfür bieten z. B. der Sauerklee, *Oxalis* (Fig. 100), bei welchem die drei Teilblättchen in der Tagstellung flach ausgebreitet, in der Nachtstellung längs der Mittelrippe gefaltet und herabgeschlagen sind, die Blätter der gemeinen Akazie, *Robinia*, deren Fiederblättchen sich nachts mit ihren Oberseiten gegeneinanderlegen, die Sinnpflanze, *Mimosa pudica*, deren Fiederblättchen sich an den sekundären Blattstielen bei Dunkelheit ebenso aneinanderlegen, während die sekundären Blattstiele, sowie der gemeinsame Blattstiel sich senken, die Feuerbohne u. a.

§ 61. **Mechanische Reizbarkeit.** Die eben erwähnten Blätter der *Mimosa* zeigen die oben geschilderte Nachtstellung nicht nur als Folge von Verdunkelung, sondern auch nach mechanischer Erschütterung. Bei sehr reizbaren Exemplaren genügt die leise Berührung der kleinen Härchen, welche sich an den Fiederblättchen finden, um die Nachtstellung herbeizuführen.

Dabei kann man leicht beobachten, wie der beispielsweise an den äußersten Blättchen stattgefundene Reiz sich nach rückwärts auf die übrigen Blättchen und die Gelenke der Rippen und des Stieles langsam fortpflanzt; es geschieht diese Fortpflanzung des Reizes durch die Fibrovasalstränge. Nach einiger Zeit kehren die Blätter wieder in die Tagstellung zurück. In ähnlicher Weise sind auch die Staubblätter mancher Pflanzen für Berührung reizbar, so jene von Berberis, welche sich nach innen hin krümmen, jene vieler Compositen, welche sich infolge der Berührung verkürzen und, da sie mit der Kronenröhre verwachsen sind, dadurch auch die übrigen derselben Blüte erschüttern. —

Nur kurz erwähnt sei, dass manche periodisch bewegliche Blätter ihre Stellungsänderung auch unter konstanten äußeren Bedingungen ausführen; so zeigt Mimosa den periodischen Wechsel zwischen Tag- und Nachtstellung auch dann noch, wenn sie in dauernde Dunkelheit verbracht wird; die Blättchen von *Hedysarum gyrans*, einer aus Ostindien stammenden Papilionacee, führen fortwährend kreisende Bewegungen aus, die sich schon innerhalb 2—5 Minuten wiederholen.

§ 62. **Die Bewegungen der Ranken.** Während bei den Blättern von Mimosa und einigen Staubblättern durch mechanische Berührung oder Erschütterung eine Bewegung ausgewachsener Teile hervorgerufen wird, veranlasst bei den Ranken (s. oben S. 26 und 32) die Berührung mit der Stütze eine Änderung des Wachstums und es erfolgen sonach bleibende Veränderungen, und zwar ist es hier nur die Unterseite, welche, so lange die Ranke noch im Wachstum begriffen ist, durch Berührung mit der Stütze gereizt und dadurch konkav wird. Da durch diese Krümmung immer wieder neue benachbarte Punkte der Unterseite mit der Stütze in Berührung kommen, so schreitet die Krümmung fort, bis der ganze freie Teil der Ranke sich um die Stütze gewunden hat. Der Reiz, der durch den Druck bewirkt wird, pflanzt sich auch auf das zwischen der Stütze und der Basis der Ranke liegende Stück derselben fort, welches sich korkzieherartig rollt und dadurch den Stengel näher an die Stütze heranzieht (s. S. 32 Fig. 24 A. s).

§ 63. **Geotropismus und Heliotropismus.** Oben § 59 und 60 haben wir einige Beispiele dafür kennen gelernt, dass ein Wechsel in der Intensität der Beleuchtung Reizbewegungen verursacht; bei den ebendort erwähnten Schwärmzellen war indes auch schon die Richtung der Lichtstrahlen maßgebend. Ähnlich finden wir nun, dass die wachsenden Pflanzenteile allgemein empfindlich sind für die Richtung, in welcher sie von der Schwerkraft sowie den Lichtstrahlen getroffen werden. Eine Änderung in dieser Richtung wirkt als Reiz und ruft durch ungleichseitiges Wachstum eine Krümmung hervor, welche, da ja auf Wachstumsvorgängen beruhend, eine bleibende ist. Wir können in dieser Beziehung zweierlei verschiedene Arten von Pflanzenteilen unterscheiden, nämlich orthotrope, welche ihre Längsachse in die Richtung der Lichtstrahlen und des Erdradius zu

stellen suchen, und plagiotrope, deren Längsachse eine andere, unten näher zu besprechende Richtung einnimmt.

Zunächst seien die Wirkungen der Schwerkraft und des Lichts auf wachsende orthotrope Pflanzenteile genauer betrachtet. Dass die Schwerkraft das Wachstum beeinflusst, ergibt sich schon aus der einfachen Beobachtung, dass zahlreiche Stengel, die Bäume gerade aufwärts von der Erdoberfläche emporwachsen, und zwar an allen Punkten der Erdoberfläche in der Richtung des verlängert gedachten Erdradius; in derselben Weise wachsen die Hauptwurzeln gerade abwärts. Legt man einen wachsenden Stengel horizontal, so krümmt sich (Fig. 101 *s*) der von nun an wachsende Teil auf seiner Oberseite konkav, auf der Unterseite konvex, so dass das freie Ende aufwärts gerichtet wird und nachher senkrecht weiter wächst. In derselben Weise krümmt sich das wachsende Ende einer horizontal gelegten Wurzel abwärts (Fig. 101 *w*). Diese Krümmungen erfolgen stets in gleicher Weise, welche Seite des Stengels oder der Wurzel nach unten zu

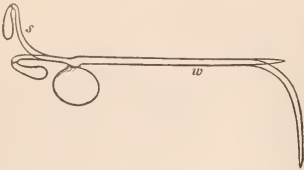


Fig. 101. Schwerkraftskrümmung einer horizontal gelegten Keimpflanze der Erbse. Die stärkere Kontur giebt deren ursprüngliche Lage an; der Stengel (*s*) hat sich während des Weiterwachsens aufwärts, die Wurzel (*w*) abwärts gekrümmt; die Spitze des Stengels zeigt eine von der Schwerkraft unabhängige Nutation.

liegen kommen mag. Die Krümmung hat in beiden Fällen dann ihr Ende erreicht, wenn alle Seiten rings um die Längsachse in gleicher Weise von der Schwerkraft affiziert werden, und dies ist eben bei senkrechter Stellung der Fall. Diese Eigenschaft, in der besprochenen Weise auf die Schwerkraft zu reagieren, wird als Geotropismus bezeichnet, und zwar sind die Hauptwurzeln, welcher der Schwerkraft folgen, positiv geotropisch, die aufrecht wachsenden Stengel negativ geotropisch. Lässt man

in geeigneten Apparaten Keimpflanzen in einer horizontalen Ebene um einen Mittelpunkt rotieren, so folgt die Wurzel ebenso wie unter gewöhnlichen Umständen der Schwerkraft, so hier der Zentrifugalkraft, und wächst vom Mittelpunkt hinweg in Richtung des Radius nach außen, während der Stengel der Zentrifugalkraft entgegen, gegen den Mittelpunkt zu wächst. Dass die anziehende, richtende Kraft unter gewöhnlichen Umständen wirklich die Schwerkraft ist, geht nicht bloß aus der an allen Punkten der Erdoberfläche gleichmäßig mit dem Erdradius zusammenfallenden Richtung der betreffenden Pflanzenteile hervor, sondern wird noch durch den direkten Versuch bestätigt. In einem ganz langsam um horizontale Achse rotierenden Apparat nämlich sind die Pflanzen der Schwerkraft entzogen, da diese in jedem Moment in anderer Richtung wirkt und diese Wirkungen sich einander aufheben; in einem solchen Apparat nun wachsen Keimpflanzen, Wurzeln wie Stengel, nach allen beliebigen Richtungen.

Der Geotropismus ist auch an der Bewegung der windenden Stengel (z. B. Hopfen, Bohne, Winde, s. S. 29 und 32 Fig. 24 *B*) beteiligt, welche mit der oben (S. 113) erwähnten revolutiven Nutation begabt sind. Deren

Spitze wird dadurch in einer aufsteigenden Spirale herumgeführt, welche anfangs flach und locker ist, nachträglich steiler und enger wird, wodurch der Stengel sich der von ihm erfassten Stütze fest anschmiegt. Dabei treten aus mechanischen Gründen Torsionen, d. h. Drehungen um die Längsachse ein. Die meisten Schlingpflanzen winden links, nur wenige, wie z. B. der Hopfen, winden rechts.

In ähnlicher Weise suchen sich orthotrope Pflanzenteile in die Richtung der Lichtstrahlen zu stellen; einseitig beleuchtete Stengel z. B. von Pflanzen, welche an einem Zimmerfenster stehen, krümmen sich innerhalb der wachsenden Region an der beleuchteten Seite konkav, an der gegenüberliegenden Seite konvex, und dieses ungleichseitige Wachstum geht erst dann wieder in gleichseitiges über, wenn alle Seiten des Stengels in gleicher Weise vom Lichte getroffen werden, d. h. wenn die Längsachse mit der Beleuchtungsrichtung zusammenfällt. Man nennt diese Eigenschaft der Pflanzenteile positiven Heliotropismus; seltener findet sich negativer Heliotropismus, d. h. die Eigenschaft, in der Beleuchtungsrichtung von der Lichtquelle weg zu wachsen, wie bei manchen Wurzeln. Man glaubte früher den positiven Heliotropismus daraus erklären zu können, dass infolge der oben angegebenen retardierenden Einwirkung des Lichtes einfach die Schattenseite des Stengels im Wachstum überwiegt; es stimmen aber mit dieser Theorie verschiedene Thatsachen nicht überein, und man nimmt daher an, dass das Licht ebenso wie die Schwerkraft einen Reiz ausübt und dadurch die Wachstumsrichtung beeinflusst. In der jüngsten Zeit wurden in der That Bewegungen des Protoplasmas gegen die konkav werdende Seite hin beobachtet.

Für einen im Freien befindlichen, von keiner Seite beschatteten Stengel wirken nun der positive Heliotropismus und der negative Geotropismus in gleicher Weise dahin, dass der Stengel aufrecht emporwächst. Bei einseitiger Beleuchtung dagegen ist die Richtung, welche er annimmt, die Resultierende aus den beiden Richtungen, in welche ihn einerseits die Schwerkraft, andererseits die Beleuchtung zu stellen sucht, und es kommt hierbei wesentlich auf die Empfindlichkeit an, mit welcher die betreffende Pflanze auf die beiden richtenden Einflüsse reagiert. So kann es kommen, dass unter völlig gleichen Bedingungen, z. B. an einer Mauer, einem Waldrand, die Stengel der einen Pflanzen gerade aufrecht wachsen, weil sie für Licht weniger empfindlich sind, diejenigen anderer sich fast völlig in die Beleuchtungsrichtung stellen, weil bei ihnen der Heliotropismus den Geotropismus fast völlig überwiegt.

An den orthotropen Stengeln oder sonstigen Pflanzengliedern stehen aber Seitenglieder, als Zweige, Blätter, Seitenwurzeln u. dgl., welche, wie die einfachste Beobachtung lehrt, andere Wachstumsrichtungen einschlagen; diese letzteren sind nicht orthotrop, sondern plagiotrop; ihre Achsen bilden stets Winkel sowohl mit der Beleuchtungsrichtung als mit der Lotlinie. Es braucht nun durchaus nicht angenommen zu werden, dass die Wirkung des Lichts und der Schwerkraft auf solche plagiotrope Pflanzenteile eine wesentlich andere wäre, als auf orthotrope; diese ver-

schiedenen Stellungen erklären sich einfach daraus, dass außer den genannten äußeren richtenden Kräften noch innere Ursachen wirken, dass solche Teile aus inneren Ursachen ein ungleichseitiges Wachstum besitzen, oder ihre verschiedenen Seiten für die äußeren Kräfte in verschiedenem Grade empfindlich sind. Es spricht sich diese Verschiedenheit häufig schon in ihrem Bau aus, indem hierher sämtliche dorsiventrale Pflanzenteile gehören; aber auch radiäre oder im engeren Sinne bilateral gebaute Teile können auf verschiedenen Seiten verschieden auf die richtenden Faktoren reagieren. Es tritt der Zusammenhang mit dem dorsiventralen Bau deutlich z. B. an den Blättern hervor, welche ihre Oberseite ungefähr rechtwinkelig zur Beleuchtungsrichtung zu stellen suchen; sie erreichen dies teils durch Drehungen und Krümmungen der Spreite, teils durch Drehungen der Stiele, ja selbst der Internodien. Ähnlich verhalten sich viele Lebermoose, Flechten u. a. Wenn auch die Mechanik der Vorgänge noch vielfach unklar ist, so steht doch soviel fest, dass alle Richtungen der Pflanzenteile die Resultierenden sind aus den Einflüssen des Lichts, der Schwere und den inneren Wachstumsursachen.

§ 64. Als **Thermotropismus** bezeichnet man die Eigenschaft wachsender Pflanzenteile, in ihrer Wachstumsrichtung durch einseitige Erwärmung beeinflusst zu werden; positiv thermotropisch, d. h. sich gegen die Wärmequellen zu krümmend, sind die Stengel der Maispflanze, negativ, d. h. sich hinwegkrümmend, die Keimstengel von *Lepidium*, die Fruchträger von *Phycomyces*; die untersuchten Wurzeln von Mais, Erbsen und Linsen erwiesen sich bei hoher Temperatur negativ, bei niedriger positiv thermotropisch.

§ 65. **Hydrotropismus und Rheotropismus.** Das Wasser übt in zweifacher Weise einen Reiz auf wachsende Pflanzenteile und auf die Bewegung des Protoplasmas aus. Ist ein wachsender Pflanzenteil auf zwei entgegengesetzten Seiten einer ungleichen Feuchtigkeit ausgesetzt, so tritt der Hydrotropismus in die Erscheinung; positiv hydrotropisch sind die Wurzeln, die Wurzelhaare von *Marchantia*, indem sie sich auf der feuchteren Seite konkav krümmen, sich dem feuchten Substrat anschmiegen, die Plasmodien der *Myxomyceten*, indem sie den feuchteren Teilen des Substrates zuströmen; negativ hydrotropisch sind die Fruchträger von *Phycomyces* und anderen Pilzen, indem sie sich auf der feuchteren Seite konvex krümmen, folglich sich senkrecht auf das feuchte Substrat stellen, die erwähnten Plasmodien dann, wenn sie sich zur Sporenbildung anschicken. Verschieden davon ist der Rheotropismus, der durch die Richtung der strömenden Flüssigkeit hervorgerufen wird. Die Plasmodien der *Myxomyceten* bewegen sich dem strömenden Wasser entgegen, die Wurzeln des Mais wachsen demselben entgegen, sind sonach positiv rheotropisch; hingegen sind die Hyphen von *Mucorinen* negativ rheotropisch, d. h. sie wachsen mit dem Wasserstrom gleichsinnig.

§ 66. **Chemische Reize** erfolgen durch ungleiche Verteilung gewisser Stoffe in der Umgebung. So sammelt sich das Plasmodium von Myxomyceten da an, wo reichlichere Nährstoffe vorhanden sind, und zieht sich von schädlichen Substanzen zurück; die beweglichen Bakterien bewegen sich in der Richtung der reichlicher vorhandenen Nährstoffe, auch des reichlicher vorhandenen Sauerstoffes hin, werden jedoch bei zu hohem Konzentrationsgrade abgestoßen. Die Spermatozoiden der Farne und Moose werden durch bestimmte, nicht gerade zur Ernährung dienende Stoffe, erstere durch Äpfelsäure, letztere durch Rohrzucker veranlasst, sich in der Richtung dahin zu bewegen, wo diese in größerer Menge (aber nicht zu hoher Konzentration) vorhanden sind. Ähnliche Wirkungen können auch für andere Zellen, besonders von Parasiten, die an bestimmtes Substrat gebunden sind, vermutet werden. Auch die durch gewisse, besonders stickstoffhaltige Stoffe veranlasste Reizbewegung der Haare von Drosera und ähnliche Fälle schließen sich hier an.

Dritter Teil.

Die Fortpflanzung.

§ 67. **Allgemeines.** Unter Fortpflanzung im weitesten Sinne kann man die Bildung neuer Individuen verstehen. Diese vollzieht sich in einfacher Weise z. B. dadurch, dass manche Sprosse (besonders unterirdische Rhizome, kriechende Stengel u. s. w.) sich verzweigen und von rückwärts her fortwährend absterben und verwesen, so dass die einzelnen Zweige nun ebensoviele vollständig isolierte Pflanzen darstellen. Künstlich kann man auch von vielen Pflanzen einzelne Zweige, auch Blätter abschneiden, welche sich unter geeigneten Bedingungen bewurzeln und neue Pflanzen bilden. Einige Pflanzen haben die Fähigkeit, durch Abtrennung von Brutknospen (s. oben S. 34) sich zu vermehren. Alle diese noch viel mannigfaltigeren Vorgänge werden als vegetative Vermehrung zusammengefasst und zeigen wenigstens für die höheren Pflanzen (mit Ausnahme gewisser Thallophyten) das Gemeinsame, dass zur Erzeugung der neuen Individuen keine besonderen, von den Vegetationsorganen wesentlich verschiedenen Organe gebildet werden.

Die eigentliche Fortpflanzung im engeren Sinne jedoch, von welcher hier die Rede sein soll, geschieht durch besondere Organe, Fortpflanzungsorgane, welche ausschließlich diesem Zwecke dienen und in ihrem Bau, ihrer Entstehungsweise und in der Stellung, welche sie im Entwicklungsgang einer Pflanze einnehmen, von allen Vegetationsorganen so weit verschieden sind, dass wir sie in der obigen morphologischen Darstellung unberücksichtigt lassen mussten und hier ihren Bau im Zusammenhang mit ihrer Funktion und dem Entwicklungsgang der Pflanzen in einem besonderen Teil behandeln.

Diese eigentliche Fortpflanzung tritt auf als

1. ungeschlechtliche durch Sporen, d. h. einzelne Zellen, welche frei werden und ohne Mitwirkung anderer Pflanzenteile im Stande sind, zu keimen und neue Pflanzen zu reproduzieren.

2. Die zweite Form der Fortpflanzung, die geschlechtliche oder sexuelle, besteht darin, dass zwei Zellen gebildet werden, welche durch ihre Vereinigung erst ein entwickelfähiges Produkt liefern. Die Organe, in welchen diese Sexualzellen gebildet werden, heißen die Sexualorgane.

§ 68. **Die Befruchtung.** Diese Vereinigung zweier Zellen, deren jede für sich allein nicht entwicklungsfähig ist, zu einem entwicklungsfähigen Produkt kann allgemein als Befruchtung bezeichnet werden. Wie bereits oben S. 50 angegeben wurde, lässt sich in vielen Fällen zeigen, dass bei dieser Vereinigung die gleichwertigen Teile der beiden Zellen miteinander verschmelzen. Die Befruchtungsvorgänge im Pflanzenreich sind je nach den Abteilungen und Klassen ziemlich mannigfaltig, und wir werden im folgenden Teile wiederholt darauf zurückkommen müssen. Es sei daher hier nur in allgemeinen Zügen auf die verschiedenen Hauptformen, die wir unterscheiden können, aufmerksam gemacht.

1. Am klarsten ist der Befruchtungsvorgang da, wo zwei nackte Primordialzellen sich miteinander vereinigen, wie bei den meisten Algen, den Bryophyten und Pteridophyten.

a) Den einfachsten Fall finden wir in der sog. Konjugation oder Kopulation, nämlich dann, wenn die beiden sich vereinigenden Zellen (Gameten) an Form und Größe nicht verschieden sind, somit eine Differenz ihres Geschlechts nicht erkennbar ist. Vielfach sind diese Zellen in gleicher Weise aktiv beweglich, so bei den mit Bewegungsorganen versehenen Schwärmzellen vieler Thallophyten, welche sich außerhalb, oft in bedeutender Entfernung von ihrer Mutterpflanze kopulieren (Planogameten, s. Fig. 109 B). In anderen Fällen tritt der Protoplasmakörper aus benachbarten Zellen aus und vereinigt sich sofort (Desmidiaceen, viele Diatomeen); endlich können auch die Wände derjenigen Zellen, in welchen die Geschlechtszellen entstehen, zuerst einen Kanal bilden, und die Vereinigung der Protoplasmakörper erfolgt dann in diesem Kanal, oder in einer der beiden Zellohlungen (Spirogyra, s. Fig. 50 S. 50); in letzterem Falle ist dann eine der beiden Zellen unbeweglich und wenigstens hierin, wenn auch durch sonst nichts, von der anderen verschieden. In all diesen verschiedenen Fällen ist die Vereinigung der gleichwertigen Teile des Protoplasmakörpers evident, bei den Schwärmzellen vereinigen sich die beiderseitigen farblosen Vorderenden gewöhnlich zuerst, hernach das übrige Protoplasma; über Spirogyra s. S. 50 Fig. 50. Bei mehreren Algen kopulieren nur die in verschiedenen Mutterzellen entstandenen Schwärmzellen miteinander.

b) Bei anderen Pflanzen (vielen Algen, sämtlichen Bryophyten und Pteridophyten) ist außer der ungleichen Beweglichkeit auch eine erhebliche Verschiedenheit in Form und Größe der Geschlechtszellen vorhanden; wir unterscheiden dann eine weibliche Zelle, auch Eizelle oder Ei genannt, welche unbeweglich, vielmal größer als die männliche, und im allgemeinen von kugelig oder eiförmiger Gestalt ist; andererseits sind die männlichen Zellen, die Spermatozoiden, aktiv beweglich, viel kleiner und von länglicher Gestalt, bisweilen stäbchenförmig, bei den Characeen, Bryophyten und Pteridophyten schraubenförmig gewunden. Die sehr bedeutende Größendifferenz zwischen Ei und Spermatozoid rechtfertigt den Ausdruck, dass letzterer in das Ei aufgenommen und dieses dadurch zur Weiterentwicklung befähigt, »befruchtet« wird. Es ist mehrfach sicher

konstatiert, dass durch die Aufnahme eines einzigen Spermatozoiden die Befruchtung vollzogen wird, wenn auch die gelegentliche Aufnahme mehrerer, also eine Vereinigung mehrerer Zellen nicht unmöglich erscheint.

Die Organe, in welchen die Spermatozoiden gebildet werden, heißen allgemein *Antheridien*; die Eier entstehen einzeln (seltener zu mehreren) in einer Mutterzelle, welche entweder für sich allein das weibliche Organ vorstellt und dann *Oogonium* genannt wird (s. z. B. Fig. 112 B), oder in einem höher differenzierten weiblichen Organ, dem *Archegonium*, enthalten ist. Häufig wird ein Teil des Protoplasmas der Mutterzelle von der Eibildung ausgeschlossen. In der Regel erfolgt die Befruchtung innerhalb des weiblichen Organs; nur bei den *Fucaceen* wird die Eizelle aus dem *Oogonium* nach außen entleert und dort befruchtet.

2. Bei den *Phanerogamen* ist, wie später ausführlicher gezeigt werden soll, nur die weibliche Zelle eine nackte *Primordialzelle*; als männliche Zelle fungiert hier der aus dem Pollenkorn erwachsende, mit Membran versehene *Pollenschlauch*, dessen Protoplasma keine Spermatozoiden erzeugt, sondern durch die Membran zur Eizelle übertritt; bei den *Angiospermen* durchwandert dieses männliche Protoplasma erst noch eine oder zwei andere Zellen. Der Zellkern des Pollenschlauches erscheint nach dieser Übertragung im Protoplasma der Eizelle wiederum, um mit deren Zellkern zu verschmelzen.

3. Bei einigen Pilzen und den *Rhodophyceen* sind beide sich vereinigende Zellen mit Membran umgeben. Bei den *Zygomyceten* wird die Wand zwischen den beiden sich vereinigenden Zellen resorbiert und dadurch deren Inhalt vereinigt; bei den *Peronosporeen* fließt der Inhalt aus der geöffneten männlichen Zelle zur Eizelle über. Bei *Rhodophyceen* kann jedoch eine offene Kommunikation nicht sicher nachgewiesen werden, und die weibliche Zelle wird hier befruchtet durch isolierte, passiv bewegliche, mit Membran umgebene Zellen, die *Spermastien* (s. Fig. 117 A). Diese letzteren setzen sich an bestimmte vorgebildete, oft haarförmige Fortsätze (*Trichogyne*) der weiblichen Zelle an.

Besonders merkwürdig ist, dass bei verschiedenen *Rhodophyceen* die befruchtete Zelle sich erst noch mit einer anderen Zelle vereinigt, bevor sie sich zum eigentlichen Geschlechtsprodukt entwickelt.

§ 69. Das Geschlechtsprodukt; der Generationswechsel. Eizellen, welche im Momente der Befruchtung nackte *Primordialzellen* sind, zeigen als erste Folge derselben die Bildung einer *Cellulosemembran* (die abweichenden Vorgänge bei den *Gymnospermen* sollen später erwähnt werden); ebenso auch die aus Vereinigung zweier gleicher Gameten hervorgegangenen Zellen. Entwickelt sich die befruchtete Eizelle sofort weiter, so heißt das Jugendstadium des daraus hervorgehenden Produktes *Keim* oder *Embryo*.

Wenn wir von einigen Fällen absehen, deren Vergleich mit der großen Mehrzahl einige Schwierigkeiten bietet, so können wir nach der Ausbildung des Geschlechtsproduktes folgende Reihe aufstellen:

1. Das Geschlechtsprodukt stellt eine einzelne, frei werdende, entwicklungsfähige Zelle vor, welche demnach als Spore zu bezeichnen ist und je nach ihrer Entstehung durch Konjugation oder aus einer differentiellen Eizelle Zygosporie oder Oosporie genannt wird. Dieselbe entwickelt sich entweder

a) zu nur einem einzigen neuen Individuum, so bei Spirogyra, Chara, Fucus;

b) durch Teilung während der Keimung zu mehreren neuen Individuen, so bei Volvox, Ulothrix, Coleochaete.

2. Das Geschlechtsprodukt entwickelt sich zu einer Sporenfrucht, Sporocarpium, d. h. einem mehrzelligen Körper, welcher von dem die Sexualorgane tragenden Pflanzenkörper verschieden ist und dessen Zellen entweder sämtlich oder zum Teil zu Sporen werden; jede Spore vermag sich zu einem mit Sexualorganen versehenen Individuum zu entwickeln; dies ist der Fall bei den Rhodophyceen, Moosen. Bei letzteren ist die mit Sexualorganen versehene Pflanze ein flacher Thallus oder ein beblätterter Stamm; das Sporocarpium ist eine meist gestielte Kapsel, in deren Innerem die Sporen entstehen.

3. Das Geschlechtsprodukt wird zu einem gegliederten Pflanzenkörper, Sporophyt, welcher aber von der Geschlechtspflanze verschieden ist und an bestimmten Stellen Sporen erzeugt. Diese entwickeln sich wieder zu Geschlechtspflanzen. Ein derartiger Entwicklungsgang kommt den Pteridophyten zu; das Farnkraut z. B. ist der Sporophyt, auf dessen Blättern in kleinen Kapseln die Sporen entstehen; die Spore entwickelt sich bei der Keimung zu einem kleinen Thallus, welcher die Sexualorgane trägt, sonach die Geschlechtspflanze vorstellt; aus der befruchteten Eizelle geht wieder die Farnpflanze hervor. An diese schließen sich, wie später ausführlich gezeigt werden soll, die Phanerogamen an, bei welchen die Geschlechtspflanze nicht mehr als selbständige Pflanze abgetrennt wird.

In den unter 2. und 3. aufgeführten Fällen erfolgt sonach im vollständigen Entwicklungsgange einer Pflanze eine zweimalige Fortpflanzung, eine geschlechtliche und eine ungeschlechtliche; der Entwicklungsgang einer Pflanze wird, mit anderen Worten, durch die geschlechtliche Fortpflanzung in zwei voneinander verschiedene Abschnitte, Generationen, zerlegt. Die erste oder geschlechtliche Generation wird dargestellt durch die sich geschlechtlich fortpflanzende Pflanze, z. B. bei den Moosen durch die Moospflanze, bei den Farnen durch den Thallus; die zweite oder ungeschlechtliche Generation ist wohl geschlechtlich entstanden, pflanzt sich aber ungeschlechtlich durch Sporen fort, z. B. die Mooskapsel, die Farnpflanze; sie besitzt stets einen anderen Bau, als die erste Generation. Diese beiden Generationen stehen in dem Verhältnis der notwendigen Aufeinanderfolge, und diese sich wiederholende Abwechslung wird als embryonaler Generationswechsel bezeichnet.

Von einem solchen kann streng genommen nicht mehr die Rede sein einerseits bei den Phanerogamen, deren Geschlechtsgeneration keine selbst-

ständige Pflanze vorstellt, sondern in der Mutterpflanze eingeschlossen bleibt, andererseits bei den oben unter 4. aufgeführten Thallophyten, bei welchen die Eizelle nicht zu einer Mehrzahl von Sporen, sondern selbst direkt zur Spore wird, sonach eine besondere ungeschlechtliche Fortpflanzung nicht stattfindet.

Alle Sporen, welche als wesentliche Glieder dieses eben geschilderten Entwicklungsganges, des embryonalen Generationswechsels auftreten, werden als Carposporen bezeichnet und dadurch unterschieden von anderen Sporen, welche außerdem noch, besonders häufig bei den Thallophyten, auftreten und den Entwicklungsgang der einzelnen Pflanze erweitern. Diese letzteren heißen Gonidien, Brutzellen; sie leiten die Bildung neuer Individuen ein, ohne dass dadurch der embryonale Generationswechsel sich abspielt, in gewisser Beziehung ähnlich, wie dies auch durch die vegetative Vermehrung stattfindet. Auch hierbei kann ein Generationswechsel zu stande kommen, indem nach einer bestimmten oder unbestimmten Anzahl von Generationen, die nur durch Gonidien entstanden sind, eine Generation mit Sexualorganen auftritt und den embryonalen Generationswechsel einleitet. Für manche Fortpflanzungsorgane der Thallophyten ist es wegen unserer unvollständigen Kenntnis des Entwicklungsganges nicht mit Bestimmtheit anzugeben, ob sie als Carposporen oder als Gonidien zu bezeichnen sind; ihnen verbleibt vorläufig die allgemeine Benennung: Sporen.

§ 70. Verteilung der Fortpflanzungsorgane nach Individuen und Lebensdauer. Pflanzen mit geschlechtlicher Fortpflanzung tragen die männlichen und weiblichen Sexualorgane entweder auf demselben Individuum vereinigt: monöcische (einhäusige) Pflanzen, oder auf verschiedene Individuen verteilt: diöcische (zweihäusige); in letzterem Falle giebt es also männliche und weibliche Individuen*). Als Beispiele für monöcische Pflanzen seien genannt die Vaucherien, Saprolegnien, die meisten Moose und Pteridophyten, die meisten Nadelhölzer und Angiospermen; diöcisch hingegen sind z. B. in der Regel die Spirogyren, da die Konjugation normal zwischen Zellen verschiedener Fäden stattfindet, manche Moose, wie Marchantia, Arten von Fissidens u. a., die Geschlechtsgeneration der heterosporen Pteridophyten, von Coniferen Taxus, von Angiospermen die Weiden, Spargel, Hanf u. a. Bei monöcischen Pflanzen kommt es nicht selten vor, dass trotz der Anwesenheit beider Geschlechter auf demselben Individuum doch eine wirksame Befruchtung nur dann erfolgt, wenn die sich vereinigenden Zellen von verschiedenen Individuen stammen, wie dies für viele Phanerogamen bekannt ist; eine Annäherung an dieses Verhältnis findet sich schon bei manchen Algen, wo nur die verschiedenen Mutterzellen entstammenden Schwärmzellen konjugieren (z. B. Acetabularia).

*) Der Kürze halber wendet man für männliche Pflanzen, Blüten u. s. w. das Zeichen ♂, für weibliche das Zeichen ♀ an; ⚥ bedeutet zwitterig.

Bei denjenigen Pflanzen, deren ungeschlechtliche Generation eine mehr oder minder selbständige Entwicklung erfährt, sind deren Individuen natürlich geschlechtslos, neutral, so die Früchte der Moose, die Pflanzen der meisten Pteridophyten (dass bei einigen Gruppen dieser letzteren schon die Sporen verschiedenen Geschlechts sind, soll später ausführlich gezeigt werden); ebenso giebt es bei Thallophyten geschlechtslose, neutrale Individuen, welche sich nur durch Gonidien fortpflanzen. Hiermit darf nicht verwechselt werden, dass jüngere Individuen geschlechtlicher Pflanzen ebenfalls geschlechtslos erscheinen, weil die Sexualität sowie die Fähigkeit zur Fortpflanzung überhaupt sehr häufig erst in späterem Alter sich einstellt.

Es ist ferner von Wichtigkeit, ob eine Pflanze nur einmal Fortpflanzungsorgane, seien dies nun geschlechtliche oder ungeschlechtliche, erzeugt und hiermit ihr Leben abschließt, oder ob diese Bildung sich im Lebenslauf des Individuums öfter, im allgemeinen unbegrenzt, wiederholen kann. Man unterscheidet hiernach monokarpische und polykarpische Pflanzen. Monokarpisch sind z. B. die Conjugaten, Sphaeroplea, Coleochaete, bei welchen allen mit der Reife der Geschlechtsprodukte das Individuum abstirbt, die Mycelien der meisten Mucor-Arten, die Moosfrüchte, die Prothallien der meisten Pteridophyten, die Sporenpflanze von Salvinia, zahlreiche Phanerogamen, wie die Getreidearten, Hanf, Corypha. Polykarpisch dagegen sind z. B. Fucus, die ungeschlechtlichen Pflanzen von Penicillium, die perennierenden Mycelien von Uredineen, wie Gymnosporangium, die meisten Geschlechtspflanzen der Moose, die meisten Sporenpflanzen der Pteridophyten, zahlreiche Phanerogamen, so alle Bäume. Unter den höheren Pflanzen sind die polykarpischen sämtlich mehrjährig, Stauden (♂) oder Holzpflanzen (♂); die monokarpischen höheren Pflanzen dagegen sind Kräuter, meist einjährig, annuell (⊙), wenn sie in einer Vegetationsperiode ihren Lebenslauf vollenden, z. B. die Getreidearten, Tabak, oder zweijährig, biennes (⊙), indem sie erst im zweiten Sommer Fortpflanzungsorgane tragen, seltener mehrjährig, z. B. die Palme Corypha.

§ 71. **Parthenogenesis, Apogamie und Aposporie.** Von dem normalen Verlauf der geschlechtlichen Fortpflanzung kommen bei einzelnen Pflanzen Abweichungen in der Art vor, dass dasselbe Produkt, welches normal durch den Sexualakt entstehen sollte, ohne einen solchen zu stande kommt. Parthenogenesis wird derjenige Fall genannt, dass die weiblichen Sexualorgane und die Eizelle in völlig normaler Weise gebildet werden, dass aber letztere, ohne mit einer männlichen Zelle in Berührung gekommen zu sein, sich dennoch weiter entwickelt. Ein unbestrittenes Beispiel solcher echter Parthenogenesis im Pflanzenreich bietet Chara crinita, welche Species überhaupt fast niemals männliche Organe entwickelt.

Wesentlich verschieden hiervon ist die Apogamie, nämlich die Erscheinung, dass die Sexualorgane nicht gebildet werden oder wenigstens nicht funktionieren, sondern das Gebilde, welches normal Geschlechtsprodukt sein sollte, durch Sprossung aus der Mutterpflanze hervorgeht. So

entsteht bei einigen Farnen (z. B. *Pteris cretica*) die beblätterte sporenbildende Pflanze, welche normal aus der befruchteten Eizelle der Geschlechts- pflanze hervorgehen sollte, direkt durch Sprossung aus dem Gewebe der Geschlechts- pflanze, so bei einigen Phanerogamen (z. B. *Funkia*, *Coelebogyne*) Embryonen anstatt aus einer Eizelle, durch Knospung aus dem den Em- bryosack umgebenden Gewebe. In weiterem Sinne kann man hierher alle Fälle rechnen, in denen eine Pflanze überhaupt keine oder nur höchst selten Sexualorgane entwickelt, sondern nur auf ungeschlechtlichem Wege sich fortpflanzt, so z. B. manche Moose, deren Früchte noch unbekannt sind, viele Pilze, manche *Allium*-Arten u. a.

Eine analoge Erscheinung, ist die Aposporie, das Überspringen der ungeschlechtlichen Sporenbildung bei wenigen Farnen, deren Geschlechts- pflanzen aus dem Gewebe des Sporophyten hervorgehen; bei Moosen kann dieses Verhalten künstlich hervorgerufen werden, indem Stücke von Fruchtstielen auf feuchtem Substrat wieder die Anfänge der Geschlechts- pflanze aus sich hervorgehen lassen.

§ 72. **Hybridität.** Es ist im Vorigen stillschweigend als selbstverständ- lich vorausgesetzt worden, dass die sich vereinigenden Geschlechtszellen der nämlichen Pflanzenart angehören. Wenn nun auch eine Befruchtung zwischen Pflanzen aus verschiedenen größeren Gruppen des Systems un- möglich ist, so kommt es doch nicht gerade selten vor, dass Geschlechts- zellen, von zwei nahe verwandten Arten abstammend, ein entwicklungs- fähiges Produkt liefern. Doch wirken außer der Nähe der Verwandtschaft noch andere unbekannte Faktoren mit; während z. B. zwischen dem nahe verwandten Apfel- und Birnbaum eine Befruchtung nicht möglich ist, findet eine solche statt zwischen zahlreichen Arten der Gattungen *Salix*, *Cirsium* u. a., ohne dass die sich am leichtesten gegenseitig befruchtenden auch gerade die nächsten Verwandten wären. Auch zwischen Arten, welche verschiedenen Gattungen gehören, hat man Bastarde erzielt oder beobachtet (z. B. bei Orchideen, Gräsern). Das durch die Befruchtung zwischen ver- schiedenen Arten entstandene Produkt zeigt in seinen Eigenschaften eine Mischung der Eigenschaften seiner beiden Stammpflanzen und heißt Bastard oder hybrid. Man hat insbesondere bei zahlreichen Phanero- gamen solche Bastarde künstlich erzeugt oder beobachtet, und dabei gefun- den, dass in vielen Fällen die sexuelle Fähigkeit des Bastards geschwächt ist, insbesondere die männlichen Zellen, die Pollenkörner mangelhaft aus- gebildet und nicht funktionsfähig sind; ähnlich sind auch die Sporen man- cher ihren Eigenschaften nach für Bastarde zu haltenden Farne und Equi- seten verkümmert; von anderen Kryptogamen hat man bei den Moosen Bastarde (Früchte) zu finden geglaubt, bei einer Alge (*Fucus*) wurde die Eizelle künstlich mit den Spermatozoiden einer verwandten Art befruchtet und entwickelte sich auch weiter.

Vierter Teil.

Systematische Übersicht des Pflanzenreiches.

Einleitung. Bei einer systematischen Einteilung der Pflanzen kann man auf zweierlei Weise verfahren. Entweder will man nur die große Zahl der verschiedenen Pflanzenformen nach irgend einem Prinzip so einteilen, dass überhaupt durchgreifende Ordnung entsteht, vermittelt deren man im stande ist, jeder Pflanze einen Platz anzuweisen und sie wiederzufinden. Derartige Systeme sind früher vielfach aufgestellt worden und führen den Namen künstliche Systeme. Es wird hierbei das Einteilungsprinzip mehr oder weniger willkürlich im voraus bestimmt, ohne Rücksicht darauf, ob bei der so getroffenen Einteilung auch immer die wirklich verwandten Pflanzenformen zusammenkommen, die weniger verwandten auseinandergehalten werden. Das bekannteste derartige System ist das sogenannte Sexualsystem von Linné, welcher die Pflanzen nach der Zahl und Verwachsungsweise der Sexualorgane einteilte. Dieselben waren aber zu seiner Zeit nur für die Phanerogamen (die Samenpflanzen) bekannt; für die große Zahl der Kryptogamen, welche bei Linné gleichsam nur als Anhang erscheinen, lässt sich dieses Prinzip nicht durchführen.

Das natürliche System, für dessen Entwicklung gerade die genauere Kenntnis der Fortpflanzung der Kryptogamen von der höchsten Bedeutung war, hat die Aufgabe, die Pflanzen nach ihren inneren Verwandtschaften zusammen zu ordnen; da diese aber von der Natur ein- für allemal gegeben sind, hängt die Aufstellung des natürlichen Systems nicht von der Wahl eines willkürlichen Einteilungsprinzips ab, sondern ist bedingt durch den Stand unserer Kenntnisse dieser inneren Verwandtschaften. Dieselben sprechen sich vorwiegend in der Struktur und den sonstigen Eigenschaften der Fortpflanzungsorgane, sowie in den Beziehungen der Fortpflanzung zum Generationswechsel aus.

Dies gilt hauptsächlich für die Aufstellung der größeren Abteilungen des Pflanzenreiches; innerhalb jeder einzelnen Abteilung aber kann sich die Verwandtschaft bald in dieser, bald in jener Weise kenntlich machen, ohne dass man im stande wäre, allgemeine Regeln für die Feststellung näherer Verwandtschaften aufzustellen.

Da die Forschungen über diesen Gegenstand noch lange nicht abgeschlossen sind, so ist auch das natürliche System noch nicht vollkommen ausgebildet; die verschiedenen übersichtlichen Darstellungen, welche man als solche bezeichnet, sind daher nur mehr oder minder vollkommene Annäherungen an die Wahrheit. Somit kann auch das hier in Folgendem zu Grunde gelegte System nicht als das einzig richtige betrachtet werden; es wurde nur deshalb gewählt, weil die hier gegebene Einteilung dem gegenwärtigen Stand der Morphologie und Verwandtschaftslehre am besten zu entsprechen scheint.

Vorläufig mag folgende Übersicht die Hauptabteilungen zur Anschauung bringen:

I. Gruppe. **Die Thallophyten.** *Pflanzen von sehr einfachem Bau, meist ohne Sonderung von Blatt und Stamm, ohne echte Wurzeln und Gefäßbündel.*

Abteilung A. **Myxomyceten.**

Klasse 1. Myxomyceten.

Abteilung B. **Schizophyten.**

Klasse 2. Schizophyten.

Abteilung C. **Algen.**

Klasse 3. Conjugaten.

- 4. Bacillariaceen.
- 5. Chlorophyceen.
- 6. Phaeophyceen.
- 7. Characeen.
- 8. Rhodophyceen.

Abteilung D. **Fungi.**

Klasse 9. Fungi (echte Pilze).

II. Gruppe. **Die Bryophyten (Muscineen).** *Aus der Spore entsteht die meist in Stamm und Blatt gegliederte, aber der Gefäßbündel und Wurzeln entbehrende Pflanze, welche die Sexualorgane trägt; aus der befruchteten Eizelle wird eine sporenbildende Kapsel.*

Klasse 10. Lebermoose (Hepaticae).

- 11. Laubmoose (Musci).

III. Gruppe. **Die Pteridophyten.** *Aus der Spore entsteht ein kleines Prothallium, welches die Sexualorgane trägt; aus der befruchteten Eizelle wird die in Stamm, Blatt, Wurzeln gegliederte Pflanze mit Gefäßbündeln, welche wieder Sporen erzeugt.*

Klasse 12. Filicinen.

- 13. Equisetinen.
- 14. Lycopodinen.

IV. Gruppe. **Die Gymnospermen.** *Die aus der befruchteten Eizelle hervorgehende Pflanze ist ebenfalls in Stamm, Blatt und Wurzeln gegliedert und besitzt Gefäßbündel; die aus*

den Sporen entstehenden Prothallien leben nicht selbständig, sondern auf der Mutterpflanze: erst der durch Befruchtung entstandene Embryo wird eingeschlossen im Samen abgeworfen.

Klasse 15. Cycadeen.

- 16. Coniferen.

- 17. Gnetaceen.

V. Gruppe. **Die Angiospermen.** *Gliederung und Samenbildung wie bei vorigen; aber es werden keine Prothallien gebildet.*

Klasse 18. Monokotyledonen.

- 19. Dikotyledonen.

Hebt man die mehreren Gruppen gemeinsamen Merkmale den übrigen gegenüber hervor, so stehen den beiden letzten Gruppen, den Phanerogamen, als samentragenden Pflanzen, die drei übrigen Gruppen zusammen als sporenbildende oder Kryptogamen gegenüber. Die Thallophyten und Bryophyten erfahren ihre vegetative Gliederung in der geschlechtlichen Generation, während das Geschlechtsprodukt einer solchen entbehrt; sie können daher als Progamophyten bezeichnet und den Epigamophyten, d. h. den Pteridophyten und Phanerogamen gegenübergestellt werden, deren vegetative Gliederung am Geschlechtsprodukt erfolgt. Erstere sind zugleich »Zellenpflanzen«, d. h. sie entbehren der echten Gefäße, während letztere Gefäßpflanzen, d. h. meist mit Gefäßbündeln versehen sind. Den blattlosen Thallophyten stehen endlich die anderen als Kormophyten, d. h. in Stamm und Blatt gegliederte gegenüber. Berücksichtigt man noch die Übereinstimmung im Bau der weiblichen Sexualorgane, der Archegonien, bei den Gruppen II, III, IV, so kann man diese als Archegoniaten zusammenfassen. Diese Beziehungen werden durch folgende Übersicht deutlich hervortreten:

Progamo- phyten; Zellenpflanzen	{	1. Thallophyten	}	Kryptogamen
		2. Bryophyten		
		3. Pteridophyten	}	Arche- goniaten
Epigamo- phyten; Gefäßpflanzen	{	Cormophyten	}	Phanero- gamen
		4. Gymnospermen		
		5. Angiospermen		

Die oben angeführten Klassen sind von sehr ungleichem Umfang; während einzelne (wie z. B. die Equisetinen) nur wenige, zum Teil einander sehr nahe verwandte Formen enthalten, finden sich in anderen (z. B. bei den Dikotyledonen, den Pilzen) eine ungeheure Anzahl, viele Tausende verschiedener Formen; diese Ungleichheit liegt im Wesen des natürlichen Systems begründet; denn einerseits ist es ja nicht notwendig, dass innerhalb eines durch eine Klasse repräsentierten Bildungstypus sich eine große Mannigfaltigkeit entfalte; andererseits darf man mit Grund annehmen, dass die jetzt lebenden wenigen Repräsentanten mancher Klassen (so besonders

z. B. der Lycopodinen) nur spärliche Überreste zum Teil untergegangener mannigfaltiger und massenhaft entwickelter Abteilungen sind.

Diejenigen Klassen, welche eine hinreichende Zahl von Formen enthalten, werden noch in Unterabteilungen eingeteilt, nämlich in Reihen (*series*), diese in Ordnungen (*ordines*), diese in Familien (*familiae*), diese in Zünfte (*tribus*) und je nach Bedürfnis diese Abteilungen wieder in Unterordnungen (*subordines*) etc. Doch herrscht in der Anwendung dieser Namen auf die verschiedenen Unterabteilungen große Willkür. Die beiden engsten systematischen Begriffe, die *Gattung* (*genus*) und die *Art* (*species*), dienen zugleich zur Bezeichnung des Namens jeder einzelnen Pflanze. Zu einer Art rechnet man alle diejenigen Individuen, welche untereinander so übereinstimmen, als ob sie die unmittelbaren Nachkommen eines Individuums wären. Geringe Verschiedenheiten innerhalb einer Art, welche aber doch bei ihrer Fortpflanzung sich konstant erhalten können, führen zur Unterscheidung von Varietäten. Mehrere Arten, welche untereinander so auffallend übereinstimmen, dass sie schon durch ihre Gesamterscheinung sich als nahe verwandt darstellen, werden zu einer Gattung zusammengefasst. Die Umgrenzung der Gattungen ist dem entsprechend keine feste, sondern nach der Auffassung des Einzelnen veränderlich. Innerhalb größerer Gattungen werden die Arten wieder zu Untergattungen (*subgenera* oder *Gattungssektionen*) gruppiert.

Der wissenschaftliche Name jeder Pflanze besteht nach der durch Linné eingeführten Namengebung aus zwei Worten, deren erstes die Gattung, deren zweites die Art bezeichnet; so sind z. B. der gemeine Wegerich, *Plantago maior*, und der Spitzwegerich, *Plantago lanceolata*, zwei Arten der Gattung *Plantago*. Da oft dieselben Pflanzen, zumal in früheren Zeiten, von verschiedenen Botanikern mit verschiedenen Namen und andererseits verschiedene Pflanzen mit dem gleichen Namen belegt worden sind, so ist es, um Verwechslung zu vermeiden, in wissenschaftlichen Werken nötig, dem Namen der Pflanze noch den Namen desjenigen Botanikers, des *Autors*, (und zwar die häufigeren in Abkürzung) beizusetzen, der ihr diesen Namen gegeben hat. So bedeutet z. B. *Plantago lanceolata* L., dass Linné der Pflanze diesen Namen gegeben hat, und zugleich, dass wirklich die von Linné beschriebene Pflanze gemeint ist. Oder z. B. die Weißtanne heißt *Abies pectinata* DC. (De Candolle), während dieselbe Pflanze von Linné in die Gattung *Pinus* mit dem Namen *Pinus Picea* L. gestellt worden war; diese beiden Namen sind also gleichbedeutend, *synonym*; hingegen *Pinus Picea* Duroi ist eine andere Pflanze, die Rottanne oder Fichte.

In welcher Weise jeder Pflanze ihr Platz im natürlichen Systeme angewiesen ist, zeigen folgende Beispiele von *Plantago maior* und vom Fliegen-schwamm, *Amanita muscaria*.

1. Gruppe : Angiospermen.
 Klasse : Dicotyledones.
 Unterklasse : Sympetalae.
 Reihe : Anisocarpeae.
 Unterreihe : Hypogynae.
 Ordnung : Tubiflorae.
 Familie : Plantaginaceae.
 Gattung : Plantago.
 Art : maior.

2. Gruppe : Thallophyten.
 Klasse : Fungi.
 Ordnung : Basidiomycetes.
 Unterordnung : Hymenomycetes.
 Familie : Agaricinae.
 Gattung : Amanita.
 Art : muscaria.

Erste Gruppe.

Die Thallophyten.

Die Gruppe der Thallophyten wird von den niedrigst organisierten Pflanzen gebildet, deren Vegetationskörper meist noch keine Gliederung in Stamm und Blatt erfahren hat, daher als Thallus zu bezeichnen ist, auch niemals echte Wurzeln oder Fibrovasalstränge besitzt. Die einfachsten Formen sind einzellig, d. h. sie bestehen zeitlebens aus einer einzigen Zelle; doch können mehrere solcher unter sich gleichwertiger Zellen zu einer Kolonie verbunden sein und bilden, wenn die Teilung stets in der gleichen Richtung stattfindet, Fäden, an welchen ein Gegensatz von Basis und Scheitel nicht vorhanden ist. Hieran schließen sich unmittelbar Formen, deren mehrzelliger Vegetationskörper von Zellreihen, Zellflächen oder Zellkörpern mit ausgesprochenem Gegensatz von Spitze und Basis gebildet wird. Den höchst entwickelten Formen der Algen kommen echte beblätterte Stämme zu.

Die Zellen der Thallophyten enthalten je einen oder mehrere Zellkerne oder außer diesen noch Chromatophoren. Der Farbstoff der letzteren ist teils reines Chlorophyll, teils andere ähnliche Farbstoffe, so dass sie ledergelb, braun oder rot erscheinen; diese Farbstoffe sind meist innerhalb gewisser Verwandtschaftskreise konstant. Vielen Thallophyten fehlt das Chlorophyll vollständig und es sind diese daher nicht im stande, sich selbständig zu ernähren.

Geschlechtliche Fortpflanzung existiert bei den niedrigsten Formen überhaupt nicht, bei den übrigen finden wir sie in Form von Konjugation oder Befruchtung einer weiblichen Zelle; die Sexualorgane sind von verschiedener Gestalt und Ausbildung; doch fehlt ihnen durchgehends der

charakteristische Bau, den wir in der folgenden Gruppe kennen lernen werden. Das Geschlechtsprodukt ist entweder eine Spore, welche einer oder mehreren neuen Pflanzen den Ursprung giebt, oder eine Sporenfucht, d. h. eine Anzahl echter Sporen mit oder ohne Hülle. Außer der geschlechtlichen Fortpflanzung und der damit verbundenen Bildung echter Sporenfüchte finden sich häufig noch Gonidien. — Wenn auch die Sexualorgane noch lange nicht für alle Formen nachgewiesen sind, dürfen wir doch deren Anwesenheit für viele Formen voraussetzen und werden hierzu durch die übrigen Verwandtschaftsbeziehungen der betreffenden Formen zu solchen mit zweifelloser Sexualität veranlasst; hingegen scheint in der Klasse der Pilze die sexuelle Fortpflanzung nur auf die niedrigste Gruppe der Phycomyceten beschränkt zu sein.

Als eine Eigentümlichkeit dieser Gruppe, welche aber durchaus nicht allen Abteilungen derselben zukommt, sind die Schwärmzellen (Zoo-sporen) namhaft zu machen, hautlose Primordialzellen, welche durch wiederholte Zweiteilung, freie Zellbildung oder Vollzellbildung entstehen, mit Bewegungsorganen, den Cilien, versehen sind und längere Zeit sich aktiv im Wasser umherbewegen. Es sind teils Gonidien, welche, zur Ruhe gekommen, sich mit Membran umgeben und zu neuen Pflanzen heranwachsen, teils aber auch bewegliche Sexualzellen (Gameten).

Man pflegte die Gruppe in zwei Klassen, die Algen und Pilze einzuteilen, und fasste in ersterer die chlorophyllhaltigen, meist im Wasser oder an feuchten Orten lebenden Formen zusammen, in letzterer die chlorophyllfreien. Berücksichtigt man aber zum Zwecke einer natürlichen Einteilung der Gruppe sämtliche Charaktere, so ergiebt sich, dass allerdings die bisherige Klasse der Pilze nach Ausscheidung einiger heterogener Formengruppen eine zusammengehörige Entwicklungsreihe vorstellt, dass aber die bisherige Klasse der Algen in eine größere Anzahl der Pilzreihe gleichwertiger Reihen aufzulösen ist, welche als ebenso viele Klassen der höheren Einheit »Algen« unterzuordnen sind; wir erhalten dann folgende Übersicht, in welcher die wichtigsten Charaktere gegenübergestellt sind, viele Eigentümlichkeiten aber nicht ausgedrückt werden können

- A. Myxomycetes. Vegetationskörper eine hautlose Protoplasmamasse mit zahlreichen Zellkernen, ohne Chromatophoren.

Klasse I. Myxomycetes.

- B. Schizophyta. Zellen ohne Chromatophoren, Protoplasma farblos oder gefärbt. Pflanzen vom einfachsten Bau, ohne geschlechtliche Fortpflanzung.

Klasse II. Schizophyta.

- C. Algae. Zellen stets mit Zellkernen und Chromatophoren.

- a) Geschlechtliche Fortpflanzung durch Konjugation, keine Schwärmzellen.

Klasse III. Conjugatae. Chloroplasten.

Klasse IV. Diatomeae. Chromatophoren ledergelb.

- b) Geschlechtliche Fortpflanzung durch Konjugation oder Befruchtung einer weiblichen Zelle; meist mit Schwärmzellen.

Klasse V. Chlorophyceae. Schwärmzellen multilateral; Chloroplasten.

Klasse VI. Phaeophyceae. Schwärmzellen dorsiventral; statt der Chloroplasten braune oder olivengrüne Phaeoplasten.

- c) Befruchtung einer weiblichen Zelle; keine Schwärmzellen; Vegetationskörper meist hoch differenziert.

Klasse VII. Characeae. Geschlechtsprodukt eine Oospore, erzeugt nur eine neue Pflanze; Chloroplasten.

Klasse VIII. Rhodophyceae. Sporenfrucht; statt der Chloroplasten meist rote Rhodoplasten.

D. Fungi. Vegetative Zellen mit Membran, Zellkernen, aber ohne Chromatophoren.

Klasse IX. Fungi. Konjugation oder Befruchtung einer weiblichen Zelle, meist Sporenfrucht.

Die Klasse der Chlorophyceen ist als Hauptreihe zu betrachten, welche von sehr einfachen, vielleicht wirklich geschlechtslosen Formen ausgehend bis zu hoch entwickelten fortschreitet; an diese Reihe schließen sich, außer der folgenden Gruppe der Bryophyten, zunächst die Phaeophyceen, Characeen und Rhodophyceen an; ferner dürfen wir von ihnen auch die Reihe der Fungi ableiten; die Conjugaten und Diatomeen, sowie die Schizophyten dagegen sind niedrig organisierte Gruppen ohne Anschluss an höhere, während die Myxomyceten eine ganz isolierte Stellung einnehmen.

Abteilung A.

Klasse I.

Myxomycetes, Schleimpilze.

Chlorophyllfreie Pflanzen, deren Vegetationskörper eine membranlose Protoplasmamasse ist; die Sporen entstehen im Inneren von Sporangien, seltener frei.

Die dieser Klasse angehörigen Organismen weichen in vielen Punkten von allen übrigen Pflanzen weit ab. Sie bilden während ihrer Vegetationszeit keine Zellen oder Gewebe, sondern kriechen als nackte Protoplasmamassen, Plasmodium genannt (Fig. 102A), in oder auf dem Substrat,

Lohe, Erde und Blättern des Waldbodens umher. Zugleich finden im Innern der Protoplasmamasse lebhaftere Strömungen statt. Bei der Fruchtbildung zerfällt entweder das Plasmodium in einzelne Sporen, oder zumeist verwandelt sich das ganze Plasmodium in Sporangien, nämlich meist kugelige Gebilde, welche den gleichnamigen Organen mancher Pilze, sowie den Fruchtkörpern der Staupilze ähnlich sehen (Fig. 402 B). Bei einigen Formen sind zahlreiche Sporangien zu einem größeren Fruchtkörper, einem Aethalium, vereinigt. In deren Innerem werden die Sporen gebildet, bei einigen ausschließlich, bei anderen zwischen sterilen Fäden, dem Capil-

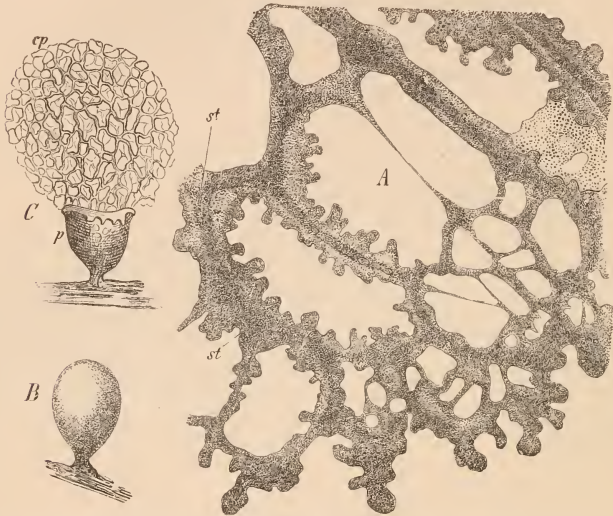


Fig. 102. A Stück eines Plasmodiums von *Didymium leucopus* (350); B ein noch geschlossenes Sporangium von *Arcyria incarnata*; C dasselbe nach Zerreißung der Wandung *p* und Ausdehnung des Capillitiums *cp* (20) (nach Sachs).

litium (Fig. 402 C, *cp*). Bei der Keimung entlässt jede Spore ihren Protoplasmakörper, welcher entweder amöbenartig umherkriecht, oder wie eine Schwärmzelle mit einer einzigen Cilie schwimmt. Durch Zusammentreten und Vereinigung zahlreicher solcher kleiner Protoplasmakörper kommen die großen Plasmodien zu stande.

Bei der Abteilung *Myxogasteres* werden die Sporen im Inneren geschlossener Sporangien, seltener an der Oberfläche platten- bis säulenförmiger Fruchtkörper gebildet.

Fuligo varians, die Lohblüte, kriecht mit großen (viele Quadratcentimeter einnehmenden) gelben Plasmodien in der Gerberlohe umher und bildet schwefelgelbe, im Innern schwarzbraune Klumpen von Sporangien. — *Trichia rubiformis*, *Didymium*

Serpula sind kleinere Formen, die in Wäldern nicht selten vorkommen; die Sporangien der ersteren erscheinen als braune eiförmige, etwa 2—3 mm lange Körperchen; *Lycogala* auf faulem Holz.

Die *Phytomyxinae* leben parasitisch im Innern lebender Pflanzenzellen; die Sporen entstehen durch Teilung des Plasmodiums, ohne Umhüllung; hierher *Plasmodiophora Brassicae*, deren Plasmodium im Innern der Kohlpflanzen lebt und deren Erkrankung verursacht. Wahrscheinlich gehört hierher auch der in den Wurzelknöllchen der Leguminosen vorkommende Organismus, *Phytomyxa (Rhizobium) Leguminosarum*.

Klasse II.

Schizophyta.

Pflanzen von einfachstem Bau, ohne sexuelle Fortpflanzung, ohne Schwärmzellenbildung; die Vermehrung geschieht ausschließlich durch Zellteilung; nur für wenige Formen sind Sporen, d. h. Dauerzellen mit dickerer Membran, bekannt. Die meist sehr kleinen Zellen enthalten je einen Zellkern, welcher aber erst durch besondere Methoden in neuester Zeit wahrgenommen wurde, aber keine Chromatophoren, sind farblos oder mit gleichmäßig gefärbtem Protoplasma versehen; sie sind zu Fäden, Flächen oder Zellkörpern vereinigt oder leben einzeln.

Ordnung 1. Cyanophyceae.

Mit blaugrünem Protoplasma.

Die Zellteilung findet bei einigen Gattungen nach den drei Richtungen des Raumes statt, so bei *Gloeocapsa* (Fig. 103), bei welcher die einzelnen

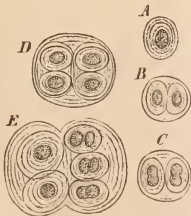


Fig. 103. *Gloeocapsa* (300) in verschiedenen Alterszuständen; durch wiederholte Teilungen wird A zu B, C, D, E (nach Sachs).

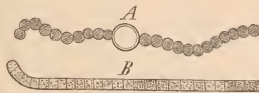


Fig. 104. A Ein Faden von *Nostoc*; B Ende eines Fadens von *Oscillaria* (300).

Zellen von den gallertig aufquellenden Membranen umhüllt bleiben, und bisweilen zu umfangreichen Kolonien vereinigt sind; diese letzteren erscheinen als schwärzliche oder dunkelblaugrüne Überzüge an Felsen, auf

Moospflanzen. Seltener ist die Bildung von Zellflächen (*Merismopodia*), häufiger dagegen die Bildung von Zellreihen, welche sich durch Querteilung sämtlicher Gliederzellen (mit Ausnahme der sich eigenartig ausbildenden Grenzzellen von *Nostoc*) vergrößern. Dies ist der Fall bei *Oscillaria* (Fig. 404 B), deren Fäden eigentümlich kreisende Bewegungen ausführen; dieselbe findet sich häufig in stagnierenden Gewässern in Form schwimmender blaugrüner oder bräunlicher Rasen, welche einen sehr unangenehmen Geruch verbreiten. — Bei *Nostoc* (Fig. 404 A), dessen Gliederzellen sich abrunden und dem Faden dadurch die Gestalt einer Perlschnur verleihen, liegen die Fäden in eine Gallertmasse eingebettet, welche nach Regenwetter sich auf Wegen, sandigen Plätzen oft in großer Menge bemerkbar macht, im trockenen Zustande zu unscheinbaren schwärzlichen Klumpen zusammenschrumpft. Eigentümlich ist das konstante Vorkommen von *Nostoc* in Höhlungen höherer Pflanzen (von Lebermoosen bei *Blasia*, *Anthoceros*, von Pteridophyten bei *Azolla*, von Phanerogamen bei *Gunnera* u. a.). — Ähnliche Formen, wie *Cylindrospermum* u. a., bilden einzelne Gliederzellen zu größeren, dickwandigen Sporen aus. — Ähnlich gehen bei den *Rivularien*, deren Fäden in polsterartigen Rasen auf untergetauchten Steinen und Wasserpflanzen radienartig angeordnet sind, die untersten Gliederzellen in Dauerzustand über.

Ordnung 2. Schizomycetes. Spaltpilze.

Mit farblosem Protoplasma.

Winzig kleine Gebilde, an denen man kaum mehr als ihre Umrisse erkennen kann, welche daher auch leicht mit ganz heterogenen Dingen verwechselt werden können. Nur bei *Sarcine*, welche im Mageninhalt des Menschen vorkommt, findet Teilung nach den drei Richtungen des Raumes statt, bei allen übrigen nur in einer einzigen Richtung. Die einzelnen Zellen sind teils kugelig (*Micrococcus*, Fig. 405 a), teils stäbchenförmig (*Bacterium*, Fig. 405 b), bisweilen zu geraden (*Bacillus*, Fig. 405 c) (*Crenothrix* u. a.), oder gewundenen (*Spirillum*, Fig. 405 d) Fäden aneinandergereiht. Die Bildung von Sporen, welche zumeist gegen schädliche Einwirkungen resistenter sind, geschieht bei den endosporen Formen (*Bacillus* und einige Spirillen) durch Neubildung im Inneren der Gliederzellen (Fig. 405 c); bei den arthrosporen werden einzelne Gliederzellen direkt zu Sporen oder es besteht überhaupt keine Verschiedenheit zwischen den vegetativen Gliederzellen und den Sporen.



Fig. 105. Schizomyceten, etwa 600 mal vergr. a) *Micrococcus*; b) *Bacterium*; c) *Bacillus* mit Sporen; d) *Spirillum*.

Verschiedene Formen (z. B. *Bacterium Termo*) erregen durch ihren Vegetationsprozess die Fäulnis organisierter Substanzen; einige erzeugen Farbstoffe (z. B. *Micro-*

coccus prodigiosus die rote Farbe des sog. »blutenden Brodes«), andere erzeugen aus geeignetem Substrat bestimmte Zersetzungsprodukte, so erregt *Micrococcus aceti* die Essigsäuregärung, *Micrococcus lacteus* die Milchsäuregärung, *Bacillus Amylobacter* die Buttersäuregärung. Diesen sämtlich saprophytischen Formen schließen sich noch *Crenothrix* u. a. an, welche in Form langer Fäden in Gewässern mit organischen Substanzen vorkommen.

Parasitisch treten Spaltpilze im Blute der Menschen und Tiere auf; am genauesten bekannt ist hiervon *Bacillus Anthracis*, welcher den Milzbrand erzeugt, seine Sporen aber nur bei saprophytischer Lebensweise bildet; die Lebensgeschichte der mit anderen Krankheiten, wie z. B. Tuberkeln, Typhus, Cholera, Diphtherie (wirklich oder mutmaßlich) ursächlich zusammenhängenden Spaltpilze ist noch nicht vollständig bekannt.

Abteilung B.

Algae.

Die unter dem Namen Algen zusammengefassten Thallophyten nach Ausschluss der früher ebenfalls hierher gerechneten chlorophyllhaltigen Schizophyten sind diesen gegenüber durch die Differenzierung des Protoplasmas, den übrigen Thallophyten gegenüber durch den Chlorophyllgehalt ausgezeichnet. Die Chromatophoren sind an Gestalt außerordentlich mannigfaltig und enthalten bald Chlorophyll, bald andere diesem ähnliche (braune, rote u. a.) Farbstoffe. Die Algen stimmen auch in der Lebensweise untereinander überein, indem sie sämtlich im Wasser oder an wenigstens zeitweise feuchten Orten vorkommen.

Klasse III.

Conjugatae.

Chlorophyllgrüne Pflanzen, deren Zellen sich stets in der gleichen Richtung teilen, einzeln leben oder zu unverzweigten Fäden vereinigt sind, ohne Schwärmzellenbildung; sexuelle Fortpflanzung durch Konjugation der ganzen Protoplastkörper je zweier vegetativer Zellen zu einer Zygospore.

Ordnung 4. Zygnemaceae.

Zellen stets radiär, zylindrisch, zu Fäden vereinigt, welche sich in großen schwimmenden Rasen in vielen Gewässern finden und durch die schöne grüne oder gelbliche Färbung, sowie die Zartheit ihrer Fäden zu erkennen geben. Die Chloroplasten haben die Form von Spiralbändern, so bei *Spirogyra* (Fig. 106 a), Sternen (*Zygnema*, Fig. 107 A). Die Konjugation erfolgt in der Regel zwischen zwei Zellen verschiedener

Fäden; aus der Zygospore erwächst nach längerer Ruhe nur eine neue Pflanze.

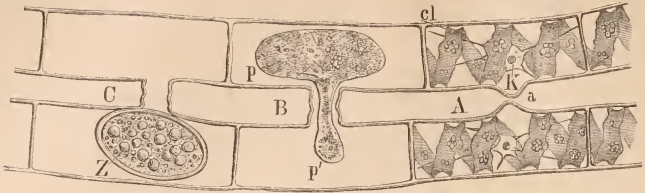


Fig. 106. Spirogyra (400). A vegetative Zellen, die Konjugation vorbereitend; cl Chloroplast. B Konjugation; C Zygospore.

Ordnung 2. Mesocarpeae.

Das Kopulationsprodukt wird nur teilweise zur Zygospore, indem peripherische Zellen davon abgetrennt werden. — Mougeotia mit plattenförmigen Chloroplasten.

Ordnung 3. Desmidiaceae.

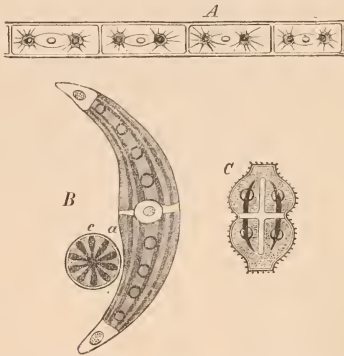


Fig. 107. A Stück eines Fadens von Zygema; in jeder Zelle zwei sternförmige Chloroplasten, verbunden durch eine farblose Protoplasmaabücke, in welcher der Zellkern liegt. B Closterium moniliferum, c vom spitzen Ende gesehen (200). C Euastrium (300).

Zellen meist bilateral oder dorsiventral, meist einzeln lebend, von mannigfaltiger, oft äußerst zierlicher Form, z. B. Closterium (Fig. 107 B), Cosmarium, Euastrium (Fig. 107 C) u. a. Die Konjugation findet meist außerhalb der Zellwände statt; aus der Zygospore erwachsen eine, zwei oder vier neue Pflanzen.

Klasse IV.

Bacillariaceae (Diatomeae).

Zellen mit ledergelben Chromatophoren, nur in einer Richtung teilungsfähig, meist bilateral, mit verkieselten Membranen, einzeln oder zu Fäden vereinigt; keine Schwärmzellen; Fortpflanzung durch Auxosporen, welche bei einigen durch Konjugation entstehen.

Die Membran jeder Zelle besteht aus zwei Schalen, welche übereinandergreifen, wie der Deckel über eine Schachtel (Fig. 408 a). Die Teilung erfolgt der Länge nach zwischen den beiden Schalen, und die neu hinzuwachsenden Schalen der Tochterzellen werden am Rande von den Schalen der Mutterzellen umfasst; es werden daher bei fortgesetzter Teilung die Individuen, wenigstens teilweise, immer kleiner. Sind so Individuen einer bestimmten Kleinheit entstanden, so tritt die Auxosporenbildung ein, nämlich Bildung sehr großer Zellen, bald durch bloßes Wachstum, bald aber auch durch Konjugation zweier Protoplasmakörper. — Die Membranen sind mit äußerst feinen und zierlichen Verdickungen versehen. Einzelne frei lebende Formen, wie z. B. *Navicula*, *Pinnularia*, Fig. 408, sind mit einer eigentümlichen, gleichsam kriechenden Ortsbewegung begabt; bei anderen (z. B. *Melosira*) sind die Zellen zu langen Fäden aneinander gereiht und grenzen dann natürlich mit den Schalenseiten, d. h. den der jedesmaligen Teilungswand parallelen Flächen, aneinander.

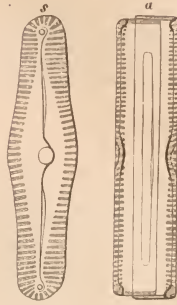


Fig. 108. *Pinnularia*, eine Diatomee (vergr. und schematisiert). a von der Gürtelseite; die beiden übereinandergreifenden Schalen sind sichtbar; s von der Schalenseite, d. h. von der Fläche der einen Schale.

Die Bacillariaceen finden sich sehr häufig und zahlreich in allen Gewässern, sowohl in süßen, als im Meere, bisweilen auch in feuchter Erde, zwischen Moosen. Die verkieselten Zellmembranen sind auch aus früheren Erdperioden erhalten geblieben und finden sich, Kieselgubr oder Infusorienerde genannt, stellenweise in großen Massen.

Klasse V.

Chlorophyceae.

Meist chlorophyllgrüne Pflanzen von verschiedenem Bau. Die meisten bilden Schwärmzellen, welche an ihrem vorderen farblosen Ende zwei oder mehr Cilien tragen, seltener an ihrer ganzen Oberfläche mit kürzeren Cilien besetzt sind. Ihrer Bedeutung im Entwicklungsgang nach sind diese Schwärmzellen teils Gonidien, teils Gameten; bei der gleichen Art sind sehr häufig erstere größer (Makrozoosporen) als letztere (Mikrozoosporen). Bei den höher entwickelten Formen findet die sexuelle Fortpflanzung nicht mehr durch Konjugation von Schwärmzellen statt, sondern die weiblichen Zellen sind unbeweglich und bilden sich einzeln, seltener zu mehreren, aus dem Protoplasma ihrer Mutterzellen, der Oogonien. Die männlichen Zellen, Spermatozoiden, den Mikrozoosporen der niedrigeren Formen mehr oder minder ähnlich gestaltet, entstehen zahlreich in den Antheridien. Das

Geschlechtsprodukt ist meistens eine ruhende Spore, welche häufig bei der Keimung zunächst mehrere Schwärmzellen bildet und dadurch mehreren neuen Pflanzen den Ursprung giebt; seltener tritt die Entwicklung zu einer neuen Pflanze sofort ein.

Wir teilen die Klasse in folgende drei Ordnungen ein, deren jede eine oder mehrere von niedrigeren zu höheren Formen fortschreitende Reihen enthält, sowohl bezüglich der Fortpflanzung als auch des vegetativen Baues.

Ordnung 4. Protococcoideae.

Die Zellen leben einzeln für sich oder sind zu Kolonien, aber fast niemals fadenförmig verbunden; Kolonien, in welchen die Anordnung der einzelnen Zellen nicht durch die Teilungsrichtung bestimmt wird, werden als Cönobien unterschieden. Die Vermehrung geschieht durch vegetative Zweiteilung oder Schwärmzellenbildung; sexuelle Fortpflanzung durch Konjugation von Schwärmzellen oder Befruchtung einer Eizelle.

Fam. 4. Volvocaceae. Die vegetativen Zustände, entweder einzelne Zellen, oder Kolonien, sind aktiv beweglich. Geschlechtliche Fortpflanzung durch kopulierende Gameten oder Befruchtung von Eizellen.

Die Zellen von *Sphaerella pluvialis* (*Haematococcus*, *Chlamydococcus*) sind teilweise rot gefärbt und mit einer mantelartig abstehenden Zellhaut umgeben; sie leben stellenweise in Pfützen, schmelzendem Schnee, welche dadurch rot gefärbt erscheinen; Copulation kommt hier nicht vor, wohl aber bei der ähnlichen *Chlamydomonas*.

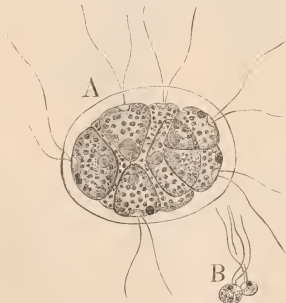


Fig. 109. *Pandorina* Morum (400 mal vergr.). A eine schwärmende Kolonie, B zwei Schwärmzellen, in Konjugation begriffen.

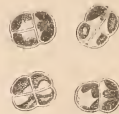


Fig. 110. *Pleurococcus* vulgaris (540 mal vergr.).

Bei *Pandorina* vermehren sich die ungefähr kugeligen Kolonien (Fig. 109 A) dadurch, dass ihre Zellen sich wiederholt teilen und dadurch je einer neuen Kolonie, welche sich löst, den Ursprung geben. Fortpflanzung durch Kopulation von Schwärmzellen (Fig. 109 B), welche ebenfalls durch Teilung der vegetativen Zellen entstehen.

Bei *Folvox* stellt die Kolonie eine Hohlkugel vor; einzelne der in einfacher Schicht angeordneten Zellen werden zu Oogonien mit je einer großen Eizelle, andere zu Antheridien, indem sie sich in zahlreiche kleine Spermatozoiden teilen. Aus der keimenden Spore entstehen, wie bei voriger, mehrere neue Pflanzen.

Fam. 2. Tetrasporaceae und 3. Pleurococcaceae. Die vegetativen Zustände sind ruhend; es findet vegetative Zellenvermehrung statt, bei letztgenannter Familie kommen keine Schwärmzellen vor.

Pleurococcus vulgaris (Fig. 410) findet sich regelmäßig in den grünen Überzügen an Baumrinden, feuchten Steinen.

Fam. 4. Protococcaceae und 5. Hydrodictyaceae. Vegetative Zellenvermehrung findet nicht statt.

Bei der Gattung *Hydrodictyum*, Wassernetz, sind die langen zylindrischen, mit mehreren Zellkernen versehenen Zellen zu einem hohlen Netz (Cönobium) vereinigt; neue solche Netze entstehen dadurch, dass in den Zellen zahlreiche Schwärmzellen gebildet werden, welche im Innern ihrer Mutterzelle eine Zeit lang umherschweben und sich dann zu einem Netze ordnen, welches durch Auflösung der Wand der Mutterzelle frei wird. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von Mikrozoosporen; das Geschlechtsprodukt geht erst auf Umwegen wieder in die Bildung von Netzen über.

Ordnung 2. Confervoidea.

Die vegetativen Zellen enthalten je einen oder mehrere Zellkerne und sind meist zu Zellreihen oder auch Zellflächen verbunden, nicht aktiv beweglich; die Schwärmzellen werden durch (Vollzellbildung oder) wiederholte Zweiteilung gebildet.

a) Zellen mit nur je einem Zellkern.

Fam. 4. Ulvaceae. Die Zellen teilen sich nach zwei Richtungen und bilden eine zusammenhängende ein- oder zweischichtige Fläche; Konjugation der Schwärmzellen.

Ulva Lactuca und andere Arten sind große blattartige Formen im Meere, *Enteromorpha* von Gestalt eines hohlen Schlauches mit einschichtiger Wandung, auch im süßen Wasser.

Fam. 2. Ulothrichaceae. Unverzweigte Fäden; Konjugation der Schwärmzellen häufig beobachtet. Bei *Ulothrix* entstehen in den Gliederzellen entweder 4 bis 4 mit vier Wimpern versehene Gonidien, oder 8 bis 32 kleinere, mit zwei Wimpern versehene Gameten, aus deren Konjugation eine Spore hervorgeht; letztere entlässt bei der Keimung 2 bis 14

Schwärmzellen. Mikrozoosporen, welche in ihrer Mutterzelle zurückbleiben, können auch ohne Kopulation zu neuen Fäden auswachsen.

Ulothrix zonata mit an der Basis festgewachsenen Fäden bildet dunkelgrüne Rasen in Bächen, Bassins. *Conferva* mit frei schwimmenden Fäden.



Fig. 111. *Ulothrix zonata*; A Teil eines Fadens mit ausschwärmenden Gameten, und bereits entleerten Zellen; B Gameten; C dieselben in Konjugation; E—G Keimungsstadien der Zygosporen.

Fam. 3. Chaetophoraceae. Verzweigte Zellreihen; Konjugation der Schwärmzellen.

Bei *Trentepohlia* (*Chroolepus*) enthalten die Zellen außer dem Chlorophyll noch rotgefärbte Tropfen; *T. Jolithus* mit Veilchengeruch auf kieselhaltigen Gesteinen; *T. aurea* an feuchten Steinen, Holz, häufig; *T. umbrina* auf Baumrinden häufig, besonders auf Birkenrinde auffallend sichtbar.

Fam. 4. Oedogoniaceae.

Unverzweigte oder verzweigte Fäden mit Oogonien und Antheridien. Die vegetativen Zellen sind durch eigentümliche Kapfen ausgezeichnet, deren Entstehung durch eine besondere Art der Membranbildung (queres Aufreißen der Membran und Streckung eines Celluloserings) bei der Zweiteilung bedingt ist. Die Schwärmzellen entstehen einzeln in ihren Mutterzellen und tragen an ihrem vorderen Ende einen Kranz von Cilien (s. Fig. 49, S. 49). Einzelne Gliederzellen schwellen bedeutend an und werden zu Oogonien (Fig. 412, A, B, og), andere derselben oder verschiedener Fäden durch öfter wiederholte Teilung zu Antheridien (Fig. 412 D). Bei einigen Arten (so bei der in Fig. 412 A dargestellten) gehen hieraus nicht direkt die Spermatozoiden hervor, sondern kleine Schwärmzellen, welche sich außen am Oogonium festsetzen, zu einem wenigzelligen Faden, dem sog. Zwergmännchen (Fig. 412 A, B, m), auswachsen und nun erst die Spermatozoiden entlassen.

Oedogonium mit unverzweigten, und *Bulbochaete* mit verzweigten, an der Spitze in Haare endigenden Fäden, erstere mit zahlreichen, häufigeren Arten in fließenden und stehenden Gewässern.

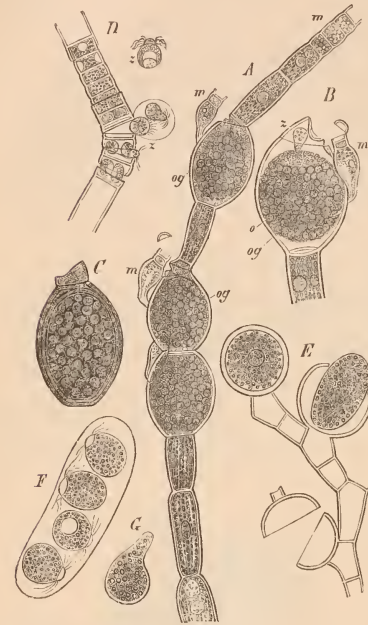


Fig. 112. A *Oedogonium ciliatum* (250); og befruchtete Oogonien; m die Zwergmännchen, welche ihre Spermatozoiden schon entlassen haben; sie sind erwachsen aus Schwärmzellen, die in den Zellen m am oberen Ende der Figur gebildet werden. B ein Oogonium derselben Pflanze im Augenblicke der Befruchtung; og Oogonium, o Eizelle, m Zwergmännchen, z Spermatozoid. C reife Oospore derselben Pflanze. D Oedogonium gemmiparum; die Spermatozoiden z treten aus ihren Mutterzellen aus. E Stück aus einer Pflanze von *Bulbochaete*. F die durch Teilung der Oospore von *Bulbochaete* entstandenen vier Schwärmzellen, deren jede zu einer neuen Pflanze auswächst (G) (nach Sachs).

Fam. 5. Coleochaetaceae. Verzweigte Fäden, welche, radial angeordnet, flache Scheiben oder halbkugelige Polster bilden; Oogonien

und Antheridien. Erstere stehen an der Spitze der Äste, laufen in einen oben sich öffnenden Hals aus und umgeben sich nach der Befruchtung mit einer den benachbarten Zellen entstammenden Hülle. Die Oospore teilt sich bei der Keimung in mehrere Zellen, deren jede eine Schwärmzelle entlässt, und nähert sich hierdurch der Bildung einer Sporenfrucht.

Die einzige Gattung *Coleochaete* findet sich in wenigen Arten an untergetauchten Wasserpflanzen.

b) Die vegetativen Zellen mit zahlreichen kleinen Zellkernen.

Fam. 6. *Cladophoraceae*. Die Zellen sind zu einfachen oder verzweigten Fäden vereinigt; Zoosporen; Konjugation von Gameten.

Cladophora mit verzweigten, rau anzufühlenden Fäden, in zahlreichen Arten in stehenden und fließenden Gewässern.

Fam. 7. *Sphaeropleaceae*. Die frei schwimmenden Fäden der Gattung *Sphaeroplea* bestehen aus langen Zellen, in welchen der chlorophyllgrüne Inhalt durch farblose Vakuolen unterbrochen wird; bei der Fortpflanzung entstehen in einzelnen Gliederzellen zahlreiche kugelige Eizellen, in anderen sehr zahlreiche Spermatozoiden. Die Oosporen entlassen bei der Keimung zahlreiche Schwärmzellen, welche außerdem an der Pflanze nicht auftreten.

S. annulina stellenweise an überschwemmten Plätzen.

Ordnung 3. Siphoneae.

Die vegetativen Zellen enthalten zahlreiche kleine Zellkerne und teilen sich bei ihrem Wachstume nicht; die Schwärmzellen entstehen durch freie Zellbildung oder Vollzellbildung.

Fam. 1. *Botrydiaceae*. Vegetationskörper aus einer vorne blasig erweiterten chlorophyllhaltigen Zelle bestehend, welche hinten farblos und verzweigt ist.

Bei *Botrydium* (Fig. 113) entstehen außer der Bildung von Schwärmzellen und anderen besonderen Vermehrungsarten im vorderen Teile der Zelle sog. Sporen, welche nach längerer Ruhezeit Schwärmzellen entlassen; diese kopulieren und das Kopulationsprodukt kann sich sofort weiter entwickeln.

Fam. 2. *Vaucheriaceae*. Die vegetativen Zellen sind schlauchartig verlängert. Befruchtung von Eizellen.

Bei der einzigen Gattung *Vaucheria*, welche in mehreren Arten in Gewässern, auf feuchter Erde, in Form kräftiger sattgrüner Rasen vorkommt, stehen seitlich an den schlauchförmigen vegetativen Zellen (Fig. 114 *F*) Oogonien (Fig. 114 *F*, *og*) und Antheridien (*h*) in verschiedener Anordnung. Aus der Oospore erwächst

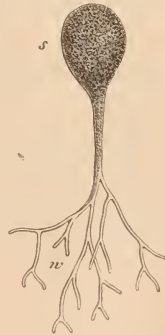


Fig. 113. *Botrydium granulatum* (6 mal vergr.); *s* der chlorophyllhaltige Teil, *w* die wurzelnden Äste der Zelle.

nach längerer Ruhe eine einzige neue Pflanze. Außerdem bilden manche Arten Schwärmzellen, welche in besonderen, an der Spitze der Schläuche abgegrenzten Zellen durch Vollzellbildung entstehen (Fig. 114 A), und an

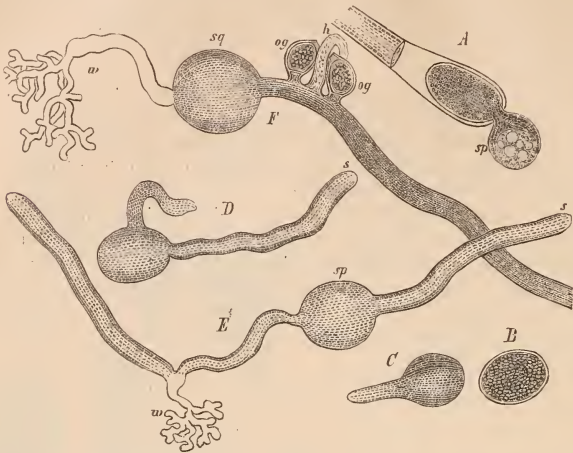


Fig. 114. *Vaucheria sessilis* (30). *A* eine austretende Schwärmzelle (*sp*); *B* eine zur Ruhe gekommene Schwärmzelle; *C* Beginn, *D* und *E* weitere Stadien der Keimung; *sp* die Spore, *s* der Scheitel des grünen Schlauches, *w* dessen wurzelartiger farbloser Teil; *F* Schlauch mit Sexualorganen; *og* Oogonium, *h* Antheridium, kurz nach der Befruchtung (nach *Sachs*).

ihrer ganzen Oberfläche mit zahlreichen dicht gestellten kurzen Cilien besetzt sind.

Fam. 3. *Caulerpaceae*. Die einzige Gattung *Caulerpa* ist dadurch ausgezeichnet, dass die vegetative Zelle, ohne sich zu teilen, in einen kriechenden Stamm, aufrechte Blätter, die selbst wieder gefiedert sein können, und wurzelnde Auszweigungen differenziert ist. — Diese und einige andere Familien von z. T. sehr eigentümlichem Bau gehören ausschließlich dem Meere an.

Klasse VI.

Phaeophyceae.

Pflanzen mit braunen oder olivgrünen Chromatophoren, von einfacherem oder komplizierterem Bau; die Schwärmzellen und Spermatozoiden tragen zwei Cilien an der Seite; fast nur Meeresbewohner.

Die einfacheren Formen schließen sich in ihrem Bau an die Conferven der vorigen Klasse an; sie bilden in verschiedenen Behältern, Sporangien genannt, zweierlei Schwärmzellen: deren Kopulation ist indes noch nicht völlig aufgeklärt. Als Beispiel der größeren Formen sei *Fucus* genannt (Fig. 115), welcher in mehreren Arten an den atlantischen Küsten vorkommt. Das umfangreiche gallertige Gewebe ist stellenweise durch Luftblasen (Fig. 115 b) gelockert; an der Spitze besonderer Äste (Fig. 115 f) sitzen in Einsenkungen der Oberfläche die Oogonien und Antheridien; aus ersteren werden die Eizellen nach außen entleert, dort von den Spermatozoiden befruchtet und wachsen alsdann sofort zu einer neuen Pflanze aus.



Fig. 115. *Fucus vesiculosus* etwa $\frac{1}{2}$ nat. Gr. b Luftblasen; f fruchtbarer Ast.

Ectocarpus, *Sphacelaria*, *Cladostephus* sind kleinere Formen; *Laminaria* mit gestieltem blattartig flachem Thallus; *Sargassum* mit Blättern und gestielten Schwimmblasen, oft massenweise im atlantischen Ozean schwimmend; *Macrocystis* u. a. sind die größten Repräsentanten.

Klasse VII.

Characeae.

Chlorophyllgrüne Pflanzen mit quirlig gestellten Blättern, ohne Schwärmzellen, mit eigenartigen Sexualorganen.

Der Stengel besteht aus langgestreckten schlauchförmigen Internodienzellen (Fig. 116 A, s); von den dazwischenliegenden Knotenzellen entspringen im Quirl die Blätter (Fig. 116 A, b), welche aus einer bisweilen verzweigten Reihe ähnlicher Zellen bestehen; die langgestreckten Zellen sind mit einem dichten Wandbeleg von Chlorophyllkörnern versehen; bei der Gattung *Chara* sind Stengel und Blätter noch von kleineren Rindenzellen bedeckt. In allen langen Zellen ist eine lebhaftere Rotation des Protoplasmas wahrzunehmen.

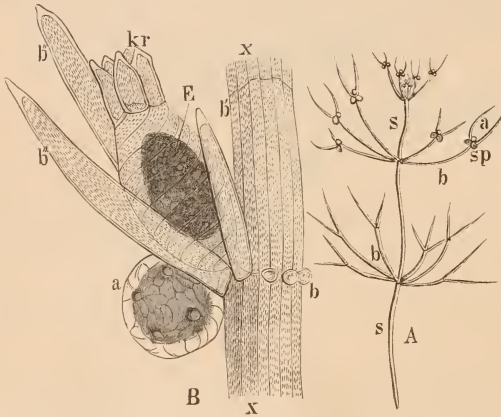


Fig. 116. A Oberer Teil eines Zweiges von *Nitella flexilis* (nat. Gr.), ss der Stengel, b die Blätter mit weiblichen (sp) und männlichen (a) Organen. B Stück eines fruchtbaren Blattes (xx) von *Chara fragilis* (50mal vergr.) mit Blättchen (b', b''), einem weiblichen Organ, das die Eizelle E enthält, dessen gedrehte Wandungszellen in das Krönchen kr endigen, und einem Antheridium a (nach Sachs). (Die Drehungsrichtung ist infolge Umkehrung der Zeichnung verkehrt ausgedrückt.)

Das weibliche Organ ist ein eiförmiger Körper (Fig. 116 B), dessen äußere Partie von schraubig gedrehten Zellen gebildet wird, welche die Eizelle (Fig. 116 B, E) umschließen. Diese wird durch die Befruchtung zur Oospore, welche stets in der Hülle eingeschlossen bleibt. Die Antheridien (Fig. 116 A, a) machen sich als rote Kügelchen bemerklich, innerhalb dieser werden in reihenweise angeordneten Zellen die schraubig gewundenen Spermatozoiden erzeugt.

Chara in zahlreichen Arten in vielen Gewässern, mit Kalk inkrustiert, von unangenehmem Geruch; *Nitella* in kalkarmen Gewässern, seltener.

Klasse VIII.

Rhodophyceae (Florideae).

Mit meist roten oder violetten Chromatophoren, sehr verschiedenem vegetativem Bau. Weibliche Zellen mit Membran umgeben, meist mit Trichogyne; Spermastien ohne Cilien; Sporenfrucht; keine Schwärmzellen. Meist Meeresbewohner.

Der vegetative Bau ist außerordentlich mannigfaltig, von verzweigten Zellreihen bis zu blättertragenden Stengeln, die zum Teil Zellkörper sind, oder zu Zellflächen finden sich alle Übergänge; das Zellgewebe lässt sich stets auf ein System verzweigter Zellreihen zurückführen; bei zahlreichen Formen ist die Verzweigung außerordentlich zierlich. Die weiblichen Organe, Carpogonien, sind mit Membran versehene Zellen (Fig. 117 A, o), welche sich an ihrer Spitze in einen meist haarförmigen Fortsatz, die Trichogyne (Fig. 117 A, t) verlängern. An letztere setzen sich die männlichen Zellen, Spermastien an, welche nur passiv beweglich sind und durch Abschnürung gebildet werden (Fig. 117 A, s). Infolge der Befruchtung wächst das Carpogon zu Zellreihen aus (Fig. 117 B), welche entweder direkt an ihrer Spitze die Sporen erzeugen (Fig. 117 C), oder sich erst noch mit anderen, näher oder entfernter liegenden Zellen vereinigen, um schließlich eine oder mehrere Sporenfrüchte (Cystocarpie) zu bilden. Oft werden diese Sporenfrüchte von einer den benachbarten Zellen entstammenden Hülle umgeben. Außerdem finden sich noch ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane, welche ebenfalls ohne Cilien, nur passiv beweglich sind, und häufig zu vieren aus einer Mutterzelle entstehen und dann Tetrasporen genannt werden.

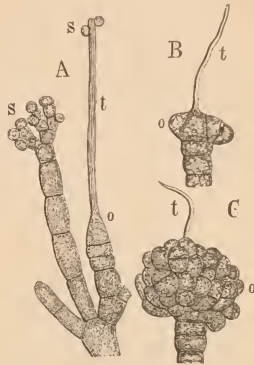


Fig. 117. Fortpflanzung von Nematium. A Ende eines Astes mit Antheridium und Carpogonium; ersteres erzeugt die Spermastien s; letzteres o trägt die Trichogyne t, an welcher sich die Spermastien (s) zur Befruchtung ansetzen. B und C aufeinanderfolgende Entwicklungsstadien der Sporenfrucht (300).

Im süßen Wasser finden sich *Batrachospermum* von bräunlich violetter Farbe, *Lemanea*; in den europäischen Meeren sind *Ceramium rubrum*, *Callithamnion corymbosum*, *Chondrus crispus*, *Plocamium coccineum*, *Delesseria Hypoglossum*, *Polysiphonia*, *Corallina rubens* häufige Repräsentanten.

Von zweifelhafter Zugehörigkeit sind *Bangia* und *Porphyra*, erstere auch im süßen Wasser vorkommend, letztere aus einschichtiger Zellfläche bestehend, im Meere.

Offizinell: Carrageen, der Thallus von *Chondrus crispus* und *Gigartina mamillosa*.

IX. Klasse.

Fungi, echte Pilze.

Pflanzen ohne Chlorophyll, die Zellen meist zu Fäden aneinandergereiht; bei vielen entsteht eine Sporenfucht.

Infolge des Chlorophyllmangels sind die Pilze darauf angewiesen, ihre Nahrung, speziell den Kohlenstoff, in Form von organischen Verbindungen aufzunehmen (s. oben S. 105); die einen entziehen dieselben lebenden Pflanzen oder Tieren, und verursachen hierdurch Erkrankungen derselben: Schmarotzer oder Parasiten; andere aber, Fäulnisbewohner oder Saprophyten, leben von den toten Resten anderer Organismen und von den daraus isolierten organischen Verbindungen; solche tote Reste und organische Verbindungen sind enthalten z. B. in den trockenen Baumrinden, dem Humusboden der Wälder, Wiesen, welche zahlreiche, oft sehr stattliche Pilze ernähren, sowie in Fruchtsäften, zuckerhaltigen Flüssigkeiten, welche von Schimmelpilzen und Gährungspilzen bewohnt werden. — Die Entscheidung der Frage, ob in einem gegebenen Fall ein Pilz parasitisch oder saprophytisch lebt, ist nicht immer leicht; besonders ist zu beachten, dass manche Pilze, welche parasitisch leben, ihre Fruchtkörper erst auf dem infolge ihrer Vegetation bereits getöteten Substrate entwickeln.

Gewöhnlich sind bei den Pilzen die Zellen zu langen Fäden (Hyphen) aneinandergereiht, welche teils locker, ordnungslos durcheinandergewachsen (z. B. bei den gewöhnlichen Schimmelpilzen), teils aber auch, fester miteinander verbunden, umfangreiche Körper von bestimmter äußerer Form und innerer Ordnung der einzelnen Fäden bilden (so die großen Pilze); wo die Fäden sich dicht berühren, entsteht ein Gefüge, welches einem durch wiederholte Teilung entstandenen Gewebe ähnlich sieht und Pseudoparenchym genannt wird (s. z. B. Fig. 123 *F, f*; Fig. 127 *o, u*). Nur bei verhältnismäßig wenigen Pilzen finden wir lange schlauchförmige, vielkernige Zellen, welche ein ausgedehntes Wachstum zeigen, ohne sich zu teilen.

Der Vegetationskörper der Pilze wird als Mycelium bezeichnet; an diesem entstehen an gewissen Stellen die Fortpflanzungsorgane. Unter ungünstigen Verhältnissen kann das Mycelium lange Zeit fortvegetieren und üppige Ausdehnung gewinnen, ohne Fortpflanzungsorgane hervorzubringen; solche unfruchtbare Mycelien sind z. B. die weißen filzigen Überzüge in feuchten Kellern u. s. w. Bei manchen Pilzen bilden sich am Mycelium dichte knollenartige Körper, Sklerotien, welche sich mit Reservestoffen füllen und nach längerer Ruhe Fruchttträger entwickeln.

Vom Mycelium entspringen die Fruchttträger, d. h. Auszweigungen, welche die Fortpflanzungsorgane, die Sporen oder deren Mutterzellen tragen;

es sind teils einfache Fruchthyphen, teils zusammengesetzte Fruchtkörper; in oder an letzteren bilden die Sporenmutterzellen häufig eine zusammenhängende Schicht, das Hymenium.

Die Sporen bilden sich auf zweierlei Weise: entweder im Innern ihrer Mutterzellen durch freie Zellbildung (so in den Sporangien der Phycomyceten, den Schläuchen oder Asci der Ascomyceten) oder durch Abschnürung an der Spitze ihrer Träger, ein Vorgang, welcher bald von der gewöhnlichen Zweiteilung der Zellen gar nicht verschieden ist (z. B. in den Aecidien), bald aber auch durch eine starke Einschnürung nahe der Trennungsfläche ausgezeichnet ist; in letzterem Falle heißt die eingeschnürte, in ein Spitzchen vorgezogene Stelle Sterigma (s. z. B. Fig. 138 C); die sporenabschnürende Zelle heißt allgemein Basidie. Bei einigen Pilzen sind die im Inneren von Sporangien gebildeten Gonidien Schwärmzellen, welche sich im Wasser fortbewegen.

Sexualorgane finden sich mit Sicherheit nur bei den Phycomyceten, welche sich in mancher Beziehung an die Siphoneen unter den Chlorophyceen anschließen; hier ist das Geschlechtsprodukt eine einzelne Spore (je nach der Entstehungsweise Zygo- oder Oospore); daneben findet noch, oft viel häufiger, Gonidienbildung statt. Während bei den Basidiomyceten keinerlei als Geschlechtsorgane zu deutenden Bildungen vorkommen, ist für viele Ascomyceten der Ursprung der Schläuche auf eine bestimmte Zelle oder Zellgruppe mit eigentümlicher Gestalt zurückführbar; es ist indes eine früher angenommene Befruchtung dieses Gebildes, des Ascogons, in neuerer Zeit zweifelhaft geworden.

Ebendeshalb kann hier der Gegensatz von Carposporen und Gonidien nicht in demselben Sinne wie sonst festgehalten werden; indes können immerhin die in den Fruchtkörpern der Ascomyceten und Basidiomyceten erzeugten Ascosporen und Basidiosporen als Carposporen bezeichnet werden, im Gegensatz zu den Gonidien (hier Conidien genannt), welche durch Abschnürung an verschiedenen Stellen der Pilzkörper entstehen aber nicht an typischen Basidien der Basidiomyceten.

Das Pilzsystem gliedert sich nach dem gegenwärtigen Standpunkt in folgender Weise:

1. Phycomycetes. Mycelium meist von einer ungeteilten, oft verzweigten Zelle gebildet; Konjugation oder Oogonien mit Antheridien; Geschlechtsprodukt eine Spore.

1. Ordnung: Chytridiaceae. Meist kein Mycel; Sporangien mit Schwärmsporen, diese mit einer Cilie; zuweilen Konjugation.
2. Ordnung: Zygomycetes. Konjugation zweier Myceläste; meist Sporangien mit Sporen.
3. Ordnung: Entomophthoraceae. Konjugation: Sporenbildung durch Abschnürung.

4. Ordnung: Saprolegniaceae. Oogonien und Antheridien; Eizellen aus dem ganzen Protoplasma gebildet; Schwärmzellen häuten sich.
5. Ordnung: Peronosporaceae. Oogonien und Antheridien; Eizelle im Periplasma; Schwärmzellen häuten sich nicht.
- II. Ascomycetes. Mycelium aus echten Hyphen gebildet; Fruchtkörper mit Schläuchen, selten diese direkt vom Mycelium entspringend.
6. Ordnung: Ascomycetes.
- III. Basidiomycetes sensu ampl. Mycelium aus echten Hyphen gebildet; alle Sporen durch Abschnürung entstehend.
7. Ordnung: Ustilagineae. Die Sporen entstehen aus den End- oder Gliederzellen gallertiger Hyphen, entwickeln bei der Keimung ein Promycelium mit Sporidien.
8. Ordnung: Uredineae. Die Sporen (meist von mehrfacher Art) entstehen an der Spitze nebeneinander hervorbrechender Hyphen; die Telentosporen (selten die Aecidiosporen) entwickeln bei der Keimung ein Promycelium mit Sporidien.
9. Ordnung: Basidiomycetes. Die Promycelien mit Sporidien entstehen nicht aus der keimenden Spore, sondern am Fruchtkörper (selten am Mycelium) und heißen Basidien.
- I. Protobasidiomycetes. Basidien mehrzellig.
- II. Autobasidiomycetes. Basidien einzellig.
- a. Hymenomycetes. Hymenium an der Oberfläche.
- b. Gastromycetes. Hymenium bis zur Sporensreife eingeschlossen.

Ordnung 4. Chytridiaceae.

Die einfachsten Formen bestehen nur aus einer kugeligen oder eiförmigen Zelle, welche zu einem Sporangium wird, indem ihr Protoplasma in viele Sporen zerfällt. Diese sind Schwärmzellen mit nur einer Cilie, und wachsen nach dem Festsetzen wieder zu einem Sporangium heran; diese Formen leben im Wasser als Saprophyten oder Parasiten von Wasserpflanzen. Bei der Gattung *Synchytrium*, welche Parasiten von Landpflanzen (z. B. *Anemone*, *Taraxacum*) enthält, zerfällt die Zelle zuerst in mehrere Sporangien. Einige besitzen Haftorgane, welche sich zu einer mycelartigen Bildung steigern können; bei wenigen ist die Kopulation des Inhalts zweier Zellen beobachtet.

Ordnung 2. Zygomycetes.

Die bekanntesten und wichtigsten sind die Arten der Gattung *Mucor*, besonders *M. Mucedo*, *racemosus*, *stolonifer*, welche als Schimmelpilze auf Fruchtsäften, Brod, Mist etc. leben. Das Mycelium ist vielfach ver-

zweigt, besteht aber aus einer einzigen schlauchförmigen Zelle (Fig. 418 *m*); es lebt gewöhnlich im Innern des Substrates und treibt nach vollendeter Entwicklung die Gonidienträger an die Luft empor. Diese schwellen an ihrem oberen Ende kugelig an und bilden so das Sporangium (Fig. 418 *s*), welches durch eine gewölbte Querwand abgegrenzt wird (Fig. 418 *c*) und in seinem Innern zahlreiche Gonidien (Fig. 418 *sp*) bildet. Aus jeder Gonidie erwächst sofort nach dem Abfallen ein neues Mycelium, welches in derselben Weise wieder Fruchträger, Sporangium und Gonidien entwickelt. Unter besonderen Umständen bildet das Mycelium Zygosporen (Fig. 418 *z*), indem zwei Zweige einander entgegenwachsen und an ihren sich berührenden Enden je eine Zelle durch eine Wand abscheiden; durch Verschmelzung, Konjugation dieser beiden entsteht die Zygospore, welche ihre Membran sehr stark verdickt und erst nach längerer Ruhe keimt. Dabei wächst meist aus ihr ohne Mycelium unmittelbar ein Gonidienträger hervor, der dem aus dem Mycelium erwachsenen vollkommen gleich ist. — Bei anderen Formen unterbleibt die Sporenbildung im Sporangium und dieses wird als Ganzes, »Spore« abgeworfen.

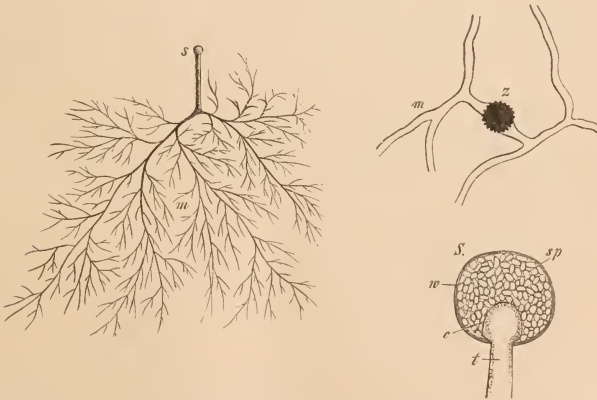


Fig. 118. *Mucor Mucedo*; *m* das aus einer Gonidie erwachsene Mycelium mit einem Sporangium *s*; *S* ein Sporangium, stärker vergrößert, *t* der Stiel, *c* die Querwand, *w* die Wandung, *sp* die Gonidien, *z* eine Zygospore.

Ordnung 3. Entomophthoreae.

Meist parasitisch in Insekten. Am bekanntesten ist *Empusa Museae*, welche besonders im Herbst in der Stubenfliege auftritt. Die Gonidien werden abgeschnürt von Zellen, die aus dem Körper der Fliege nach außen hervorwachsen, und bilden meist einen weißen Hof um die Leiche. Sie entlassen nach einiger Zeit wiederum sekundäre Gonidien, welche

anderen Fliegen gegen den Unterleib, die einzige zum Eindringen geeignete Stelle, geschleudert werden. Bei anderen Arten kennt man auch Zygosporen.

Ordnung 4. Saprolegniaceae.

Wasserpilze, welche zumeist in strahligen Rasen auf Tierleichen (vielleicht auch parasitisch auf Fischen) oder untergetauchten Pflanzenteilen leben. Die in den Sporangien gebildeten Gonidien (s. oben Fig. 48) sind Schwärmzellen, welche sich einmal oder wiederholt häuten. An Stelle der Konjugation finden wir aber hier kugelige Zellen, Oogonien, aus deren gesamtem Protoplasma sich die Eizellen bilden; die Antheridien wachsen in Form von Schläuchen durch Löcher in die Oogonien hinein; doch ist es noch zweifelhaft, ob ein wirklicher Befruchtungsakt stattfindet. Die Oosporen keimen erst nach längerer Ruhe und erzeugen bald nur Sporangien, bald vollständige Mycelien mit Sporangien.

Ordnung 5. Peronosporaceae.

Dieselben schmarotzen meist in anderen Pflanzen; das Mycelium der höher organisierten Gattungen durchzieht vorzugsweise in den Intercellularräumen deren Gewebe und nimmt mittelst besonderer als Saugorgane dienender Ausstülpungen aus den Zellen der Nährpflanze seine Nahrung auf. Die Sporangien ebenderselben entstehen auf besonderen Ästen, die meist aus den Spaltöffnungen der Nährpflanze hervorstehen (Fig. 419), und werden alsbald abgeworfen. In Wassertropfen gelangt, bilden sie die alsbald frei werdenden schwärmenden Gonidien, welche keimen und den

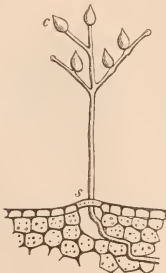


Fig. 119. Sporangienträger von *Phytophthora infestans*, aus einer Spaltöffnung (s) des Kartoffelblattes hervorstehend; c die Sporangien (150).



Fig. 120. Oogonium (Og) mit Oospore (sp) und Antheridium (a) von *Phytophthora omnivora* (400).

Pilz auf andere Nährpflanzen übertragen. Bei einigen wird indes die Schwärmzellenbildung übersprungen und das Sporangium selbst wächst zum Mycelium aus, wird selbst zur Gonidie. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung bildet sich nur aus einem Teile des im Oogonium vorhandenen

Protoplasmas eine Eizelle; das Antheridium legt sich an das Oogonium an (Fig. 420) und treibt einen Fortsatz bis zur Eizelle, in welchem Protoplasma zu dieser übertritt. Die Keimung der so entstandenen Oospore erfolgt nach längerer Ruhe meist durch Bildung von schwärmenden Gonidien.

Die einfachste Form ist *Pythium*, dessen Gonidien, von einer Blase umhüllt, aus dem am Schlauche sitzenden Sporangium entleert werden; einige Arten leben in Algen, andere, wie *P. de Baryanum*, in Keimpflanzen, *P. vexans* saprophytisch in Kartoffeln. — Bei *Peronospora*, die in vielen Arten (*P. parasitica* auf *Capsella*, *P. nivea* auf Umbelliferen u. a.) vertreten ist, entsteht auf jedem Zweig des Fruchträgers, der aus einer Spaltöffnung hervorstößt, nur ein Sporangium, welches abgeworfen wird. — Bei *Phytophthora* werden die Sporangien von den an ihrer Insertion entstehenden Seitenzweigen des Fruchträgers zur Seite geschoben; hierher gehört *P. infestans*, welche die gefürchtete Krankheit der Kartoffelpflanze hervorruft. Das Gewebe der Nährpflanze wird an allen befallenen Stellen zerstört und färbt sich schwarz, während im Umkreise der Pilz weiter wächst und durch die Spaltöffnungen seine Sporangienträger entsendet (Fig. 449). Durch die sich aus den Sporangien entwickelnden schwärmenden Gonidien wird der Parasit auf andere gesunde Nährpflanzen übertragen; die Gonidien gelangen auch in den Erdboden und infizieren hier die Knollen, von welchen aus sich der Pilz im nächsten Jahre in die jungen Pflanzen verbreitet. Sexuelle Fortpflanzungsorgane sind bei diesem Pilz noch nicht gefunden worden. *Phytophthora omnivora* befällt und zerstört die Keimpflanzen der Buche, sowie noch andere Pflanzen. Bei *Cystopus* (z. B. *C. candidus* auf *Capsella* u. a. Cruciferen, *C. cubicus* auf Compositen) bilden sich dicht nebeneinander Sporangienträger in großer Zahl unter der Epidermis und sprengen diese; auf jedem Sporangienträger entsteht eine Reihe von Sporangien.

Ordnung 6. Ascomycetes, Schlauchpilze.

Diese besitzen ein aus gegliederten Hyphen bestehendes Mycelium, auf welchem meistens ein Fruchtkörper entsteht. Dieser enthält die Schläuche (*Asci*), d. h. Zellen von im allgemeinen keulenförmiger Gestalt (Fig. 122 B), deren Protoplasma sich durch freie Zellbildung in meist acht sich mit Membran umgebende Sporen sondert (s. Fig. 47, S. 48). Diese werden gewöhnlich aus den Schläuchen ausgespritzt, können vorher noch Teilungen erfahren und dadurch »zusammengesetzt« werden. In vielen Fällen geht die Bildung des Fruchtkörpers aus von einer großen, häufig schraubig gewundenen Zelle, dem Ascogon (Fig. 123, B, C, as). Der aus dem Ascogon hervorgehende wesentliche Bestandteil des Fruchtkörpers, die Gesamtheit der Schläuche, wird fast stets von einer Hülle (Fig. 123, E, F, w) umgeben, welche aus dem Mycelium in der Umgebung des Ascogons entsteht, die Masse der Schläuche ganz oder teilweise umschließt, auch einzelne Hyphen, die Paraphysen, zwischen die Schläuche hinein entsendet, und mit den Schläuchen zusammen den Fruchtkörper vorstellt; die Schläuche nebst den Paraphysen sind gewöhnlich zu einem Hymenium vereinigt. — Bei einer Anzahl von Formen ist es indes nicht gelungen, die Entstehung der Schläuche aus dem Ascogon nachzuweisen; noch andere lassen überhaupt kein Ascogon erkennen. Es wurde früher angenommen, dass diese Sporenfrucht ein Geschlechtsprodukt sei, indem das Ascogon durch einen sich anlegenden Schlauch, das Pollinodium (Fig. 123 p) oder durch stäbchen-

förmige Körper, die in den Spermogonien gebildeten Spermarien, befruchtet würde. Indes ist in neuerer Zeit nachgewiesen worden, dass die Spermarien zu einem Mycel auswachsen, daher den Gonidien zuzuzählen sind; es ist ferner ein wirklicher Befruchtungsvorgang durch die Pollinodien nicht beobachtet worden. — Wenn sonach der Fruchtkörper auch nicht als Geschlechtsprodukt aufgefasst werden kann, ist er doch den sogleich zu besprechenden Gonidienbildungen gegenüber als die wesentliche Fruchtform der Ascomyceten zu betrachten und lässt sich von den Sporangien der Phycomyceten ableiten; vielleicht kann da, wo ein ausgebildetes Ascogon vorhanden ist, dieses der Eizelle der Phycomyceten gleichgesetzt werden, aus welcher (dort durch Vermittelung eines Ruhestadiums) ein oder mehrere Sporangien hervorgehen.

Die Gonidien, welche neben den Schlauchfrüchten noch vorkommen können, gewöhnlich Conidien genannt, werden teils auf bestimmten Ästen des Myceliums (Fig. 123 A, st) einzeln oder reihenweise abgeschnürt, teils bilden sie sich im Innern besonderer Behälter, der Pycniden. Sie fehlen manchen Gattungen vollständig, treten bei anderen häufiger, bei manchen ungleich viel häufiger als die Fruchtkörper auf; solche Gonidien tragende Zustände von Ascomyceten sind viele unserer häufigsten Schimmelpilze.

Die Einteilung der Ascomyceten ist eine vorläufige, da eine große Anzahl derselben, die sich durch besondere Lebensweise auszeichnen, früher als besondere Klasse, Flechten, betrachtet wurden; da zur Zeit die wirklich verwandten Formen für diese Flechten unter den übrigen Ascomyceten noch nicht festgestellt sind, so seien diese Flechten besonders behandelt und an den Schluss der Ordnung verwiesen.

Man pflegt die Ascomyceten, abgesehen von den Flechten, in folgende Gruppen einzuteilen.

1. *Exoascen*. Die Schläuche bilden keine Sporenfrucht, sondern entspringen direkt vom Mycelium. Die Keimung der Sporen erfolgt



Fig. 121. In Wachstum und Sprossung begriffene Zellen der Bierhefe, *Saccharomyces cerevisiae* (300 mal vergr.).

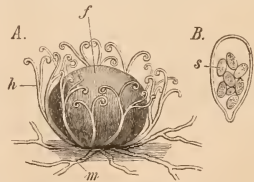


Fig. 122. Fruchtkörper von *Uncinula bicornis*. A von außen gesehen, schwach vergrößert; m Mycelium, f Fruchtkörper, h Hüllfäden. B ein Schlauch aus demselben mit den Sporen s, stärker vergr.

durch Sprossung, welche entweder als einzige Wachstumsform bis zur Sporenbildung anhält (Fig. 121) oder später in fädige Mycelbildung übergeht.

Saccharomyces, die Hefepilze, mit stets sprossenden Zellen, welche bei der Sporenbildung direkt zu Schläuchen werden; die meisten Arten verwandeln durch einen eigentümlichen Vegetationsprozess den in ihrem Substrat vorhandenen Zucker in Alkohol und Kohlensäure (Gärung); *S. ellipsoideus* u. a. kommen in der Natur auf der Oberfläche von Früchten, Weintrauben vor und gelangen von selbst in den Most, dessen Gärung sie bewirken. *S. cerevisiae*, Bierhefe (Fig. 124), ist nur im technisch verwerteten, kultivierten Zustande bekannt. *S. Mycoderma*, der Kahmpilz, lebt auf der Oberfläche gegohrener Flüssigkeiten und zersetzt diese weiter. — *Ascomyces*, ohne fädiges Mycelium, lebt parasitisch in den Epidermiszellen der Schwarzerle. — *Taphrina* (*Exoascus*) parasitisch, bildet in der Nährpflanze fädiges Mycelium, von welchem zahlreiche Schläuche unter der Cuticula entspringen; *T. Pruni* verursacht die als »Narren« oder »Taschen« bekannten Deformitäten der Pflaumenfrüchte; andere Arten kommen auf Blättern, Früchten (Erle) verschiedener Bäume vor, erzeugen auch die als »Hexenbesen« bekannten Wucherungen der Birken, Hainbuchen und Kirschbäume.

2. Erysipheen oder Mehлтаupilze. Der Fruchtkörper enthält kein Hymenium; die Schläuche sind anscheinend regellos nach allen



Fig. 123. *Eurotium Aspergillus*. A ein kleiner Teil des Myceliums mit dem Gonidienträger C, von dessen Sterigmen (st) die Sporen schon abgefallen sind, und einem jungen Ascogon as. B Ascogon as mit dem Pollinodium p. C ebenso mit beginnender Umwachsung durch die Hülle. D ein Fruchtkörper von außen gesehen. E und F im Durchschnitt, noch unreif; w die Wandung, f das Füllgewebe, as der aus dem Ascogon entstandene Faden, der später die Schläuche trägt. G ein Schlauch; H reife Spore (Alles vergrößert, nach Sachs).

Richtungen angeordnet, oft nur in geringer Anzahl vorhanden; der Fruchtkörper, dessen Hülle oft charakteristische fädige Anhängsel

(Fig. 122 A, h) besitzt, öffnet sich durch unregelmäßiges Aufreißen, oder gar nicht, so dass die Sporen durch Verwesung der Wand frei werden.

Die Arten der Gattung *Erysiphe* und verwandter Gattungen leben auf der Oberfläche zahlreicher Pflanzenteile, so den Blättern der Rose, des Hopfens u. v. a., und bilden hier einen zarten weißen Überzug, den Mehltau. Die Myceliumfäden treiben nur kleine Ausstülpungen als Saugorgane. Die Fruchtkörper erscheinen dem bloßen Auge als schwärzliche Punkte. Die Gonidienform einer solchen *Erysiphe*, deren Fruchtkörper noch unbekannt ist, daher vorläufig noch *Oidium Tuckeri* benannt, bewohnt die Blätter und jungen Früchte des Weinstocks und verursacht so die bekannte Traubenkrankheit.

An diese Abteilung schließen sich einige Schimmelpilze an, so zunächst *Eurotium Aspergillus* (Fig. 123), dessen Gonidien auf einer kugeligen, mit Sterigmen besetzten Anschwellung der Fruchthyphne reihenweise abgeschnürt werden. — Der gemeinste Schimmelpilz ist *Penicillium glaucum*, welches auf pinselförmig verzweigten Fruchthyphen Gonidienreihen trägt (Fig. 124). In diesem Zustande erscheint er als graugrüner Überzug auf seinem Substrat, feuchten Gegenständen, Flüssigkeiten aller Art. Die in neuerer Zeit gefundenen Fruchtkörper sind von Stecknadelkopfgröße und bestehen aus einem später sich auflösenden Gewebe der Hülle, welches in labyrinthischen Gängen von den schlauchtragenden Fäden durchzogen wird.

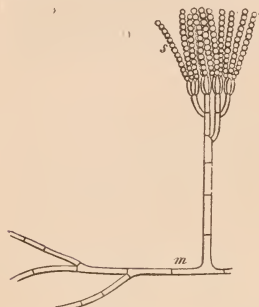


Fig. 124. Fruchthyphne von *Penicillium glaucum*; s die Gonidienreihen; m ein Fadestück des Myceliums (150).

3. Die Tuberaceen oder Trüffelpilze besitzen unterirdische runde Fruchtkörper, in welchen die schlauchtragenden Hymenien die Oberfläche labyrinthischer Gänge auskleiden; Gonidien sind nicht bekannt.

Tuber aestivum, *brumale* u. a. Arten essbare Trüffel; *Elaphomyces granulatus* fast wallnussgroß, parasitisch an Kieferwurzeln.

4. Die Pyrenomyceten oder Kernpilze. Das Hymenium kleidet die Innenfläche flaschenförmiger oder rundlicher Behälter aus, der Peritheccien (Fig. 125 C, cp), gegen deren sich öffnende Spitze die Schläuche und Paraphysen konvergieren. Diese Peritheccien stehen entweder einzeln auf dem Mycelium, oder es beteiligt sich ein besonders ausgebildeter Teil desselben, das Stroma, an der Bildung eines zusammengesetzten Fruchtkörpers, welcher dann eine größere Anzahl von Peritheccien trägt.

Unter den einfachen (mit einzeln stehenden Peritheccien) verdienen Erwähnung *Sphaeria* und verwandte Gattungen, welche in vielen Arten auf abgestorbenen Blättern in Gestalt kleiner schwarzer Punkte vorkommen; *Calosphaeria*, deren lange und schmale Peritheccien gruppenweise auf Holz und Rinde der Kirschbäume stehen, *Pleospora* und *Fumago*, deren Mycelien und Gonidien den sog. Rußtau, einen schwarzen Überzug auf verschiedenen Pflanzenteilen bilden.

Bei den zusammengesetzten (mit Stroma) bildet das Stroma bald ein Polster, welchem die Peritheccien frei aufsitzen, so bei *Nectria*, wo es auch Gonidien trägt (*N. cinnabarina* mit roten Peritheccien und blassroten Gonidienstromata gemein auf

abgestorbenen Zweigen, *N. ditissima* verursacht die »Krebs«-Krankheit der Buchen und Apfelbäume, *N. Cucurbitula* an jungen Fichten. Bald bildet es warzenförmige oder unregelmäßig begrenzte Krusten, die durch die Mündungen der eingesenkten Peritheecien punktiert erscheinen; dahin gehört *Diatrype* disciformis mit schwarzen, erbsengroßen Warzen, sehr häufig auf toten Zweigen. Oder das Stroma entwickelt sich zu einem aufrechten, keulenförmig oder büschelförmig verzweigten Körper, so z. B. bei *Xylaria*, deren Stromata auf Baumstrünken sehr häufig vorkommen; im oberen Teile sind sie oft von Gonidien mehlig bestäubt. Hierher gehört auch *Claviceps purpurea*, welche das sog. Mutterkorn bildet. Das Mycelium dieses Pilzes überzieht den jungen Fruchtknoten des von diesem Pilze befallenen Roggens (oder anderer Gräser) und bildet Gonidien, welche, in eine schleimige Substanz eingebettet, den sog. Honigtau vorstellen und den Pilz sofort auf andere Graspflanzen übertragen können. Mit der Zeit durchdringt dieser Pilz das ganze Gewebe des Fruchtknotens

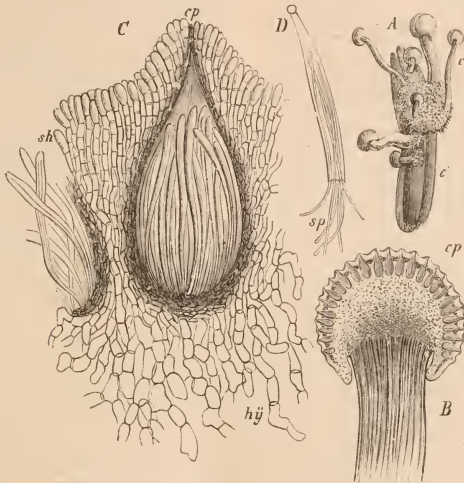


Fig. 125. *Claviceps purpurea*; A ein Sclerotium (c), welches Fruchtkörper (cl) bildet (zweimal vergr.), B ein solcher Fruchtkörper durchschnitten (vergr.); cp die Peritheecien. C ein Perithecium noch stärker vergrößert; D ein Ascus zerrissen, die schmalen Sporen (sp) entlassend (nach Sachs).

und bildet nach dessen Zerstörung eine harte Gewebemasse von etwa 4—2 Centimeter Länge und dunkelvioletter Farbe, das Sclerotium, welches unter dem Namen Mutterkorn bekannt ist. Dieses Sclerotium entwickelt, auf Erde gebracht, im kommenden Frühjahr einige gestielten Köpfchen ähnliche Stromata (Fig. 125 A), auf deren Oberfläche die zahlreichen Peritheecien eingesenkt sind (Fig. 125 B, cp). Die hierin entwickelten Schlauchsporen gelangen auf junge Roggenpflanzen und erzeugen dort, indem das Mycelium, durch die Blattscheiden eindringend, sich bis in die Blüte verbreitet, wieder den sog. Honigtau. — Die Arten der Gattung *Cordyceps* bewohnen Insektenlarven.

Zu den Pyrenomyceten dürfte wohl auch *Dematophora necatrix* gehören, deren Mycelium in den Wurzeln des Weinstocks und anderer Pflanzen lebt; von Fortpflanzungsorganen kennt man bisher nur Gonidien.

Offizinell: *Secale cornutum*, das Sclerotium von *Claviceps purpurea*.

5. Die Discomyceten oder Scheibenpilze unterscheiden sich von den vorigen nur dadurch, dass das Hymenium auf der Oberfläche des meist scheiben- oder becherförmigen Fruchtkörpers, des Apotheciums, ausgebreitet ist (Fig. 126 h).

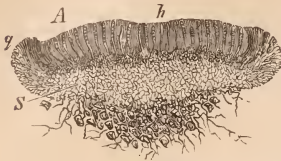


Fig. 126. Längsschnitt des Fruchtkörpers von *Peziza convexula*; h das Hymenium (nach Sachs).

a) Die Phacidiaeen leben auf verschiedenen Pflanzenteilen, denen die meist kleinen schwärzlichen Fruchtkörper ein- oder aufgewachsen sind. *Rhytisma acerinum* erscheint in Form rundlicher schwarzer Flecken auf Ahornblättern; das Mycelium lebt parasitisch; die Entwicklung der Fruchtkörper findet aber erst auf den abgefallenen Blättern statt; ähnlich verhalten sich *Hysterium nervisequium* auf den Nadeln der Weißtanne, *H. macrosporum* auf denen der Fichte und *H. Pinastri* auf denen der Kiefer; sie verursachen meist Rotwerden und Abfallen der Nadeln; die Fruchtkörper sind länglich und sprengen die Epidermis in zwei Lippen.

b) Die Pezizaceen mit meist fleischigen oder wachsartigen, becherförmigen Fruchtkörpern leben auf verschiedenen Substraten, *Ascobolus* auf Mist, viele Arten von *Peziza* auf dem Erdboden, andere auf Pflanzenteilen (*P. Willkommii* verursacht den sog. Krebs der Lärchenstämme), *Bulgaria* mit gallertartigem kreiselförmigen schwarzen Fruchtkörper auf toten Zweigen.

c) Die Helvellaceen haben Fruchtkörper von im allgemeinen keulenförmiger Gestalt, deren flache oder netzgrünzelige Oberfläche ganz mit dem Hymenium überzogen ist; hierher gehören die (essbaren) Arten der Gattung *Morchella*, Morchel, mit kegelförmigem Hut, d. h. oberem Teil des Fruchtkörpers; *Helvella* u. a.

Die Flechten (Lichenes) sind fast sämtlich Ascomyceten aus den beiden Abteilungen der Pyrenomyceten und Discomyceten, welche auf Algen und chlorophyllhaltigen Schizophyten schmarotzen. Diese Algen sind in den Flechtenthallus eingeschlossen und wurden früher Gonidien genannt (Fig. 127 g), können vielleicht als Nährzellen bezeichnet werden. Es sind teils einzelne kugelige grüne Zellen, welche der Familie der Pleurococcaceen angehören, oder reihenweise verbundene, mit rotem Inhalt versehene Zellen der Gattung Chroolepus, oder die blaugrünen Fäden von Nostoc und anderen Cyanophyceen. Dieselben sind entweder ordnungslos im ganzen Thallus der Flechte zerstreut; der Thallus heißt dann homöomerisch; oder in bestimmten Schichten zwischen dem Fadengeflechte angeordnet: heteromerischer Thallus (Fig. 127). Die Fortpflanzungsorgane gehören vollständig dem Pilz an und sind demgemäß in Schläuchen erzeugte Sporen; die Schläuche stehen bei den einen auf der Oberfläche schüsselförmiger Organe, der sog. Apothecien (Discomyceten), bei den anderen in Peritheciën eingeschlossen (Pyrenomyceten). Außerdem kommen aber auch Pycnidien vor, deren für Spermastien gehaltene Sporen keimen. Ferner vermehren sich die Flechten noch durch Soredien, nämlich Knäuel von Algenzellen, umspinnen von Pilzfäden, die aus dem Thallus frei werden und wieder zu einem neuen Thallus auswachsen (Fig. 128). — In neuester Zeit wur-

wurden auch einige ebenso auf Cyanophyceen parasitierende Basidiomyceten aus den Tropen bekannt.

Die Flechten leben an Bäumen, Felsen, Mauern, auch auf der Erde zwischen Moosen; sie können vollständig austrocknen, ohne ihre Lebens-

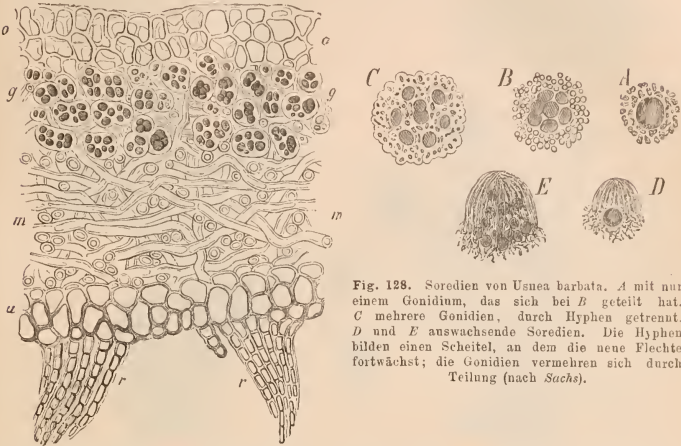


Fig. 128. Soredien von *Usnea barbata*. A mit einem Gonidium, das sich bei B geteilt hat. C mehrere Gonidien, durch Hyphen getrennt. D und E auswachsende Soredien. Die Hyphen bilden einen Scheitel, an dem die neue Flechte fortwächst; die Gonidien vermehren sich durch Teilung (nach Sachs).

Fig. 127. Querschnitt durch den Thallus von *Sticta fuliginosa* (500); o Rinde der Oberseite, z der Unterseite; m Hyphengeflecht der Marksicht; g die Gonidien, r Haftfasern der Unterseite (nach Sachs).

fähigkeit zu verlieren; besonders die sog. Krustenflechten bewohnen noch die höchsten Felsen der Hochgebirge, wo keine andere Vegetation mehr gedeiht, und tragen wesentlich zur Verwitterung des Gesteins bei.

Man pflegte sie in künstlicher Weise nach der Form und Beschaffenheit des Thallus in vier Ordnungen einzuteilen und unterschied 1) die Strauchflechten mit strauchförmigem Thallus ohne Verschiedenheit von Ober- und Unterseite, hohlylindrischer Nährzellenschicht; 2) Laubflechten mit flachem Thallus, einer einfachen Nährzellenschicht unter der Oberseite; 3) Krustenflechten mit wenig oder gar nicht bestimmt umgrenztem Thallus, der oft dem Substrat eingewachsen ist; 4) Gallertflechten mit gallertigen Membranen, homöomerisch. Diese Einteilung drückt aber nur das äußere Ansehen aus, keineswegs aber die natürliche Verwandtschaft. Nach letzterer müssen vor Allem die Pyrenomyceten und Discomyceten, wie oben, unterschieden werden:

A. Pyrenocarpi. Aus dieser verhältnismäßig kleinen Gruppe seien *Verrucaria* und *Pertusaria* (Fig. 430 C) genannt mit krustenförmigem Thallus; die Peritheecien sind einzeln oder gruppenweise in Thalluswarzen eingesenkt; *Endocarpon* mit laubigem, durch die Peritheecien schwarz punktiertem Thallus. ...

B. Discocarpeae. Die *Parmeliaceae* haben zum Teil laubigen Thallus, an der Unterfläche mit Haftfasern, schüsselförmige Apothecien. *Parmelia parietina* findet

sich mit ihrem schwefelgelben, reichlich fruktifizierenden Thallus an jedem Baumstamm, an Mauern, meist gesellig mit anderen graugefärbten Arten. — *Physcia ciliaris* mit bewimpertem Thallus. — *Sticta pulmonacea* (Fig. 429 B) mit netziggrubigem gelblichen Thallus, an Baumstämmen. — *Cetraria* mit laubigem oder strauchligem Thallus, z. B. *C. islandica*, isländisches Moos, im Norden und auf den Gebirgen.

Usneae mit strauchigem, aus einer Anheftungsstelle sich erhebendem Thallus: *Usnea* in mehreren Arten (Fig. 429 A) und verwandte Gattungen mit cylindrischem

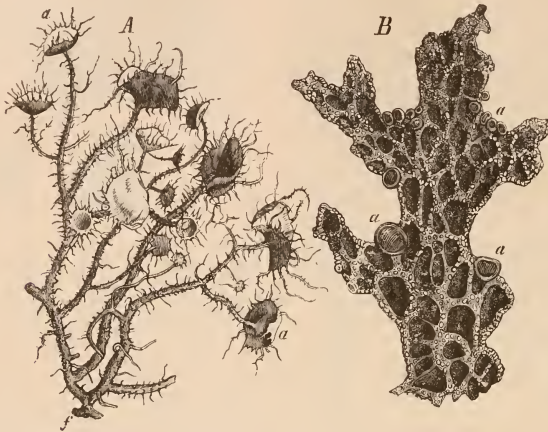


Fig. 129. A *Usnea barbata*, mit Apothecien *a*; B *Sticta pulmonacea*, mit Apothecien *a* (nat. Gr.) (nach Sachs).

Thallus, Baumbart, an Bäumen. — *Roccella tinctoria* wächst an Felsen in den Mittelmeergegenden und dient nebst anderen Flechten zur Bereitung des Lacmus. — *Ramalina* und *Evernia* mit bandartig flachem Thallus häufig an Bäumen, Bretterzäunen.

Peltideae mit laubigem Thallus, schildförmigen Apothecien, z. B. *Peltigera* in verschiedenen Arten auf dem Moosboden der Wälder.

Gyrophoreae mit laubigem, central angeheftetem Thallus von schwärzlicher Farbe, an kieselhaltigen Felsen.

Lecanoreae mit krustenförmigem Thallus, Apothecium anfangs durch den Saum geschlossen, z. B. *Lecanora subfusca*, an Baumstämmen gemein.

Lecideae krustenförmig; Apothecium anfangs offen; z. B. *Buellia parasema*, an Baumstämmen, *Biatora*, *Rhizocarpon geographicum*, das auf kieselhaltigen Gesteinen oft schwefelgelbe Krusten von kolossaler Ausdehnung bildet. Hierher auch die vielgestaltige Gattung *Cladonia*, Säulchenflechte, deren Thallus meist schuppig ist; die Apothecien gestielt und die Stiele von verschiedener Form, säulen- oder trichterförmig, z. B. *C. fimbriata*, oder korallenartig reich verzweigt, z. B. *C. rangiferina*, Renttierflechte. Auch *Baeomyces* (häufig *B. roseus* auf Sandboden) hat gestielte Apothecien.

Collemae mit gallertigem oder fädigem Thallus, mit Nostoc oder anderen Schizophyten als Nährzellen; so *Collema* (Fig. 431 u. 432) mit lappigem schwärzlichen Thallus, enthaltend die Fäden von Nostoc; fädig ist der Thallus bei *Ephebe* (in Gebirgen), welche eigentlich nur einen von Hyphen umspinnenen Sirospion vorstellt.

Graphideae mit linienförmiger oder unregelmäßiger Gestalt der Apothecien, (Fig. 130, A, B), meist Trentepohlia als Nährzellen.

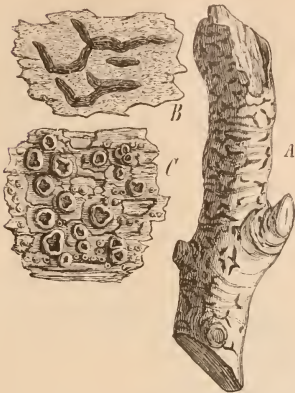


Fig. 130. A und B *Graphis elegans*. B wenig vergrößert. C *Pertusaria Wulfoni* (wenig vergr.) (nach Sachs).



Fig. 131. *Collema pulposum* (wenig vergrößert) (nach Sachs).

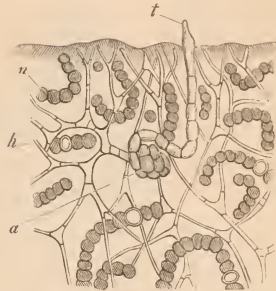


Fig. 132. Stück aus dem Thallus von *Collema*; h die Hyphen; n die Nostocfäden; t das vermeintliche weibliche Organ. (350; nach Stahl).

Calicieae mit gestielten berandeten Apothecien, deren Schläuche zerläuben, an Rinden, Bretterzäunen.

Sphaerophoreae mit ebensolchen Apothecien, im Wuchs ähnlich wie *Cladonia*.
Offizinell: Lichen islandicus, der Thallus von *Cetraria islandica*.

Ordnung 7. Ustilagineae, Brandpilze.

Sämtliche Glieder dieser Ordnung schmarotzen im Gewebe höherer Pflanzen. Ihre Sporen von dunkler, meist schwärzlicher Farbe entstehen aus den End- oder auch den Gliederzellen von Hyphen, welche sich in bestimmten Teilen, meistens Fortpflanzungsorganen der Nährpflanze reich verzweigen und dichte Massen bilden.

Bei der Keimung erwächst aus der Spore nicht direkt das Mycelium, sondern ein kurzer Keimschlauch, Promycelium genannt, welcher entweder an seiner Spitze (Fig. 133 B) oder aus seinen Gliederzellen Sporidien (Fig. 133 A, d) entwickelt. Diese vereinigen sich gewöhnlich paarweise mit einander, sei es vor (Fig. 133 B, v) oder nach ihrer Ablösung vom Promycelium. Darauf folgt das Auswachsen zum Myceliumfaden oder nochmalige (Secundär-) Sporidienbildung. — Wenige Arten besitzen außer diesem wesentlichen Entwicklungsgehe noch Gonidien.

Viele Arten bewohnen unsere Getreidearten, deren Körner alsdann von den Sporenmassen erfüllt sind; die Sporen keimen mit den gesunden Körnern zugleich und das Mycelium durchwuchert die junge

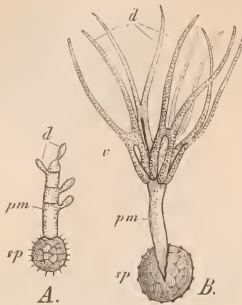


Fig. 133. Keimende Sporen *A* von *Ustilago segetum*, *B* von *Tilletia Caries* (400), *sp* die Spore, *pm* das Promycelium, *d* die Sporidien.

Pflanze bis zu den jungen Blüten, wo wiederum die Sporenbildung erfolgt. Die wichtigsten und häufigsten Arten sind *Ustilago segetum*, Flug- oder Rußbrand, die besonders den Hafer, aber auch andere Getreidearten und Gräser befallt. *U. Maidis*, die am Mais große mit den Sporen erfüllte Geschwülste verursacht, *Urocystis occulta*, welche in den Blättern und Stengeln des Roggens fruktifiziert, *Tilletia Caries*, der Stinkbrand des Weizens, welcher um so gefährlicher ist, als die mit den Sporen erfüllten Körner geschlossen bleiben und daher mit den gesunden eingeerntet werden. Zahlreiche andere Arten und Gattungen bewohnen wildwachsende Kräuter.

Ordnung 8. Uredineae, Rostpilze.

Schmarotzer im Gewebe höherer Pflanzen, mit gelben Fetttröpfchen in den Zellen des Myceliums; die Sporen werden an den Enden von Hyphen gebildet, welche nebeneinanderstehend aus der Oberhaut der Nährpflanze hervorbrechen. Im allgemeinen kommen fünf verschiedene Formen von Sporen vor: Aecidiensporen, Spermarien, Uredosporen, Teleutosporen und Sporidien.

1. Die Aecidien sind Fruchtkörper, welche meist in Form kleiner Näpfchen aus dem befallenen Pflanzenteil vorragen (Fig. 134 *I a*); ihr Grund ist mit dem Hymenium, einer Schicht von Basidien ausgekleidet, auf deren jeder eine Reihe meist rötlich gefärbter Sporen abgeschnürt wird. Die Hülle (Fig. 134 *I, p*) wird in ähnlicher Weise von den peripherischen Zellen des Hymeniums gebildet; sie öffnet sich am Scheitel napfartig, oder einseitig, oder durch Längsspalten; bei wenigen Formen (frühere Gattung *Caeoma*) fehlt die Hülle.

2. Die Spermogonien (Fig. 134 *I, sp*) treten meist in Begleitung der Aecidien, jedoch mit frühzeitigerer Entwicklung auf; in ihnen werden kleine stäbchenförmige Zellen, die Spermarien, abgeschnürt.

Bei den einfachsten Formen, welche keine Teleutosporen besitzen (der Gattung *Endophyllum*), finden sich auf der Nährpflanze nur die beiden genannten Fruchtformen, Aecidien und Spermogonien; aus den Aecidien-sporen erwächst bei der Keimung ein Promycelium mit Sporidien; erst aus diesen geht das Mycelium hervor, welches wiederum Aecidien trägt.

Die große Mehrzahl von Rostpilzen indes bildet außer den Aecidien (und Spermogonien) wenigstens noch eine Form von Sporen:

3. Die Teleutosporen. Bei diesen Formen bildet die Aecidiumspore kein Promycelium, sondern entsendet einen Myceliumfaden, welcher durch die Spaltöffnung in das Gewebe der geeigneten Nährpflanze eindringt. Das hier erwachsende Mycelium bildet schließlich auf einem Hymenium die Teleutosporen (Fig. 134 II, *l*), welche, sei es sofort oder nach einer Ruhezeit, ein Promycelium entwickeln; von dessen (meist vier) Gliederzellen

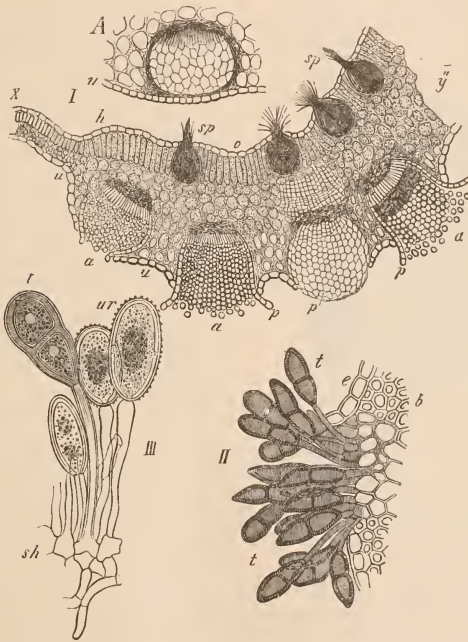


Fig. 134. *Puccinia graminis*; I Blattquerschnitt von *Berberis* mit Aecidien *a*; *p* deren Wand; *u* Unter-, *o* Oberseite des Blattes, das an der Strecke *uy* infolge des Schmarotzers verdickt ist; auf der Oberseite stehen Spermogonien (*sp*). *A* ein junges noch nicht hervorgebrochenes Aecidium. II Teleutosporenlager (*t*) auf dem Blatt von *Triticum repens*, *e* dessen Epidermis. III Teil eines Uredolagers ebendort; *ur* die Uredosporen; *t* eine Teleutospore (nach Sachs).

(Fig. 135) entspringt je ein Ast, welcher an seiner Spitze eine Sporidie ab-schnürt. Das aus den Sporidien hervorgehende Mycelium trägt wieder Aecidien; es findet sonach ein Generationswechsel zwischen Aecidien und Teleutosporen statt. Dieser verläuft indes verhältnismäßig selten (z. B.

Gymnosporangium) so einfach; häufiger gehen der Teleutosporengeneration noch in unbestimmter Anzahl Generationen vorher, welche ebenfalls Sporen erzeugen, aber keine Teleutosporen, sondern

4 Uredosporen (Fig. 434 III, *ur*) (früher als besondere Pilzgattung, Uredo, betrachtet); diese lösen sich los und keimen sofort ohne Promycelium; sie vermitteln durch rasche Wiederholung ihrer Entwicklung hauptsächlich die Ausbreitung des Pilzes über viele Individuen der Nährpflanze.

Eine dritte Gruppe von Formen endlich vereinfacht diesen typischen Entwicklungsgang in der Weise, dass keine Aecidien mehr gebildet werden, sondern nur Teleutosporen, deren Sporidien zu einem wieder Teleutosporen bildenden Mycelium erwachsen (z. B. *Chrysomyxa abietis*).

Den Wechsel zwischen der Aecidien bildenden und der Teleutosporen (mit oder ohne Uredo) tragenden Generation vollzieht sich entweder auf der gleichen Species von Nährpflanzen (autöcische, autoxene Parasiten, z. B. *Puccinia Violarum*), oder es muss mit dem Wechsel der Generationen auch ein Wechsel der Nährpflanzenspecies eintreten (heteröcische, metaxene);

Fig. 135. Keimung der Teleutosporen verschiedener Uredineen; A von *Puccinia* (400), B von *Melampsora* (300), C von *Coleosporium* (230); *t* Teleutosporen, *pm* Promycelium, *sp* Sporidien.

so bildet der Getreiderost, *Puccinia graminis*, seine Aecidien nur auf Berberis, die Uredo- und Teleutosporen nur auf Gräsern; es gelangen hier die Aecidiumsporen nur auf Gräsern, die Sporidien der Teleutosporen nur auf Berberis zur Weiterentwicklung. Mehrere andere Beispiele für diese Metaxenie sollen unten erwähnt werden. Es sei hier nur noch bemerkt, dass die Zusammengehörigkeit einzelner beobachteter Teleutosporenformen mit Aecidien und umgekehrt noch nicht festgestellt werden konnte. Da die Einteilung und Charakteristik nach den Teleutosporen vorgenommen wird, so lassen sich einzeln bekannte Teleutosporen im System unterbringen und es bleibt nur in jedem einzelnen Falle die Frage zu beantworten, ob überhaupt Aecidien des betreffenden Pilzes existieren oder nicht; hingegen müssen die einzeln beobachteten Aecidien einstweilen unter dem alten Gattungsnamen *Aecidium* figurieren (ebenso entsprechend Uredo), bis ihre zugehörigen Teleutosporen erkannt oder eventuell ihr Verhalten wie Endophyllum bewiesen wird.

Die Rostpilze gliedern sich in folgender Weise in natürliche Gruppen:

1. Endophylleae. Nur Aecidien, deren Sporen mit Promycelien keimen. *Endophyllum Sempervivi* auf den Blättern der Hauswurz, *E. Euphorbiae silvaticae* auf *Euphorbia amygdaloides*.

2. Puccinieae. Die Teleutosporen einzeln oder zu mehreren auf einem Stiel; meist auch Aecidien und Uredosporen. Zur Gattung *Puccinia* mit zwei übereinanderstehenden Teleutosporen gehört vor Allem *Puccinia graminis* (Fig. 434), der Rost des Getreides; die Uredosporen (früher *Uredo linearis* genannt) bilden auf den Blättern und Halmen der Getreidearten und Gräser rote Streifen; im Herbst treten in ähnlichen schwarzen Streifen die Teleutosporen auf, welche erst im kommenden Frühjahr keimen, und zwar nur auf den Blättern von *Berberis*, wo auf roten angeschwollenen Stellen die Aecidien (früher als *Aecidium Berberidis* beschrieben) auftreten; deren Sporen, auf Graspflanzen gelangt, erzeugen sofort ein Mycelium mit Uredosporen, den Rost. Dieser Rostpilz kann auf Gramineen nicht auftreten, wenn nicht im Frühjahr die Aecidienbildung stattgefunden hat, ist daher in seinem Vorkommen von der Nährpflanze des Aecidiums abhängig; hingegen kann die sehr ähnliche, ebenfalls Getreide bewohnende *P. Rubigo vera* sich fortwährend durch Uredosporen vermehren, während ihre Aecidien (auf Boragineen) verhältnismäßig selten auftreten. — Bei *P. Malvacearum* bringen die Teleutosporen ohne Abwechslung immer wieder teleutosporentragende Mycelien hervor. — *P. Compositarum* mit den verschiedenen Sporenformen auf der gleichen Pflanze. — Von *Puccinia* ist *Uromyces* nur durch die einzelnen Teleutosporen verschieden; *U. Betae* erzeugt den Runkelrübenrost; zu *Uromyces Pisi* auf Papilionaceen gehört das Aecidium, das in den Blättern der *Euphorbia Cyparissias* auftritt und deren auffallende Verbreiterung verursacht; das *Aecidium-mycelium* perenniert hier im Rhizom der Wolfsmilch. — *Phragmidium* mit mehreren übereinanderstehenden Teleutosporen häufig auf Blättern der Rosen, Brombeeren u. s. w.; das Aecidium ohne Hülle. Bei *Gymnosporangium* stehen die Teleutosporen zu zweien übereinander auf Stielen, die zu einer gallertigen Masse verbunden sind; das teleutosporenbildende Mycelium perenniert in den Zweigen von Nadelhölzern, besonders Juniperarten; die Teleutosporen erscheinen im Frühjahr und keimen auf den Blättern von Pomaceen, wo im Sommer die großen, sich durch Längsspalten öffnenden Aecidien auftreten. *G. Sabiniae* auf *Juniperus Sabina*, die Aecidien (*Rüstelia cancellata*) auf Birnblättern; *G. clavariaeforme* auf *Juniperus communis*, die Aecidien (*R. lacerata*) auf Weißdornblättern; *G. juniperinum* ebenfalls auf *J. communis*, die Aecidien (*R. cornuta*) auf Vogelbeerbäumen.

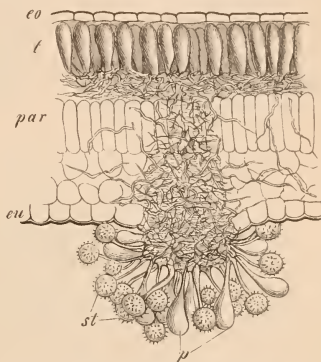


Fig. 136. Querschnitt durch ein von *Melampsora salicina* befallenes Weidenblatt, *par* dessen Parenchym, *eo* Epidermis der Oberseite, *eu* Epidermis der Unterseite; an der Unterseite bricht ein Lager von Uredosporen (*st*) mit Paraphysen (*p*) hervor, unter der Epidermis der Oberseite das junge Teleutosporenlager *t* (260).

3. Melampsoreae. Die Teleutosporen meist zu mehreren, zu einem festen Lager untereinander verbunden (Fig. 436 *t*); Aecidien für die meisten nicht bekannt, wohl aber Uredosporen. *Melampsora* mit schwarzen, im Frühjahr reifenden Teleutosporenlagern, *M. salicina*, *populina*, *betulina*, *Lini* auf den entsprechenden Pflanzen. *M. Göppertiana* verursacht auffallende Anschwellungen an den Stengeln von

Vaccinium Vitis idaea; das zugehörige *Aecidium* auf den Nadeln der Weißtanne (*Ae. columnare*); zu *M. pinitorquum* auf der Aspe gehört als *Aecidium* das »*Caeoma*« *pinitorquum* auf der Kiefer. — *Chrysomyxa abietis* mit goldgelben Teleutosporen in Längsreihen, die Ende April auf den zweijährigen Fichtennadeln auftreten und bei der Keimung die sich eben entfaltenden Nadeln infizieren. Hier entwickeln sich direkt wieder Teleutosporen, *Aecidien* existieren nicht; hingegen gehören zu *Chrysomyxa Rhododendri*, welche auf den Blättern der Alpenrose vorkommt, und zu *Chr. Ledi* die früher als *Ae. abietinum* beschriebenen *Aecidien* auf den Fichtennadeln. — *Coleosporium* mit ebenfalls goldgelben Teleutosporen in Längsreihen, mit nur einer Spore die aus jeder Spore (Fig. 435 C), auf verschiedenen Kräutern. Zu *C. Senecionis*, das auf *S. silvaticus* u. a. im Sommer (Uredosporen) und Herbst (Teleutosporen) häufig ist, gehört wahrscheinlich das *Aecidium* auf den Nadeln der Kiefern. — Bei *Cronartium* sind die Teleutosporen zu einer Saule vereinigt; zu *C. ribicola* gehören die großen *Aecidien* auf den Zweigen von *Pinus Strobus*.

4. Unvollständig bekannte *Aecidien*, die sich nicht direkt reproduzieren, also Teleutosporen besitzen müssen, deren Zugehörigkeit noch nicht erkannt ist; dahin *Aecidium elatinum*, das in der Rinde der Weißtanne lebt und die großen Krebsgeschwülste, sowie die als Hexenbesen bekannten monströsen Zweige verursacht, auf deren Nadeln die *Aecidienfrüchte* erscheinen. — *Aec. strobilium* auf den Zapfenschuppen der Fichte. — Das *Aecidium Pini* auf den Zweigen und Stamm von *Pinus silvestris* ist seiner Zugehörigkeit nach ebenfalls noch zweifelhaft.

Ordnung 40. Basidiomycetes.

Zu dieser Ordnung gehören die meisten der großen, im gewöhnlichen Leben als Pilze oder Schwämme bezeichneten Repräsentanten der Klasse. Das Mycelium kriecht meist in Form zarter weißer Fadengeflechte im Substrat verborgen, und der Teil, welcher gewöhnlich als Pilz bezeichnet wird, ist der Fruchtkörper, d. h. dient zur Erzeugung der Sporen. Man glaubte diese Fruchtkörper für sexuell entstandene Sporenfrüchte halten zu müssen; die sorgfältigsten Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass sie ohne sexuelle Vorgänge direkt durch Auswachsen einzelner Teile des Myceliums hervorgehen; zudem zeigt die sogleich zu beschreibende Art der Sporenbildung bei den einfachsten Formen eine so große Ähnlichkeit mit den Teleutosporen und Promycelien der Rostpilze, dass wir zu der Annahme berechtigt sind, das Hymenium der Basidiomyceten entspreche einem Teleutosporenlager der Uredineen.

Das Hymenium, welches sich an der ganzen, oder einem Teil der Oberfläche (Fig. 439 B, *hy*), oder auch im Inneren des Fruchtkörpers befindet, besteht aus sporenabschnürenden Basidien, welchen meist Paraphysen beigesellt sind. Bei der einfachsten Gruppe der Protobasidiomycetes teilt sich jede Basidie der Quere oder Länge (Fig. 437 b) nach in zwei oder vier Zellen, deren jede auf einem Sterigma eine Spore abschnürt, ein Vorgang, welcher sich unmittelbar an die Sporenbildung auf den Promycelien der vorigen Ordnung anschließt. Bei allen übrigen hingegen bleibt die Basidie ungeteilt und schnürt an ihrer Spitze auf zwei (Fig. 438 C, *s*) oder meist vier Sterigmen je eine

einzigste Spore ab. Die Gestalt der Hymenialfläche und ihre Lage am Fruchtkörper ist bei den unten zu schildernden Unterabteilungen verschieden; wo das Hymenium bestimmt gestaltete Vorsprünge überzieht oder die Wandung von Hohlräumen auskleidet, wird das vom Hymenium überzogene Gewebe als Trama (Fig. 138 *B, t*) bezeichnet.

Außer den Basidiosporen kommen bei mehreren Gattungen noch Gonidien vor, welche bald an den Fruchtkörpern, bald am Mycelium auftreten.

Die Ordnung zerfällt in zwei Unterordnungen.



Fig. 137. Basidie (*b*) von *Tremella* (350); *s* Sterigma, *sp* Sporen.

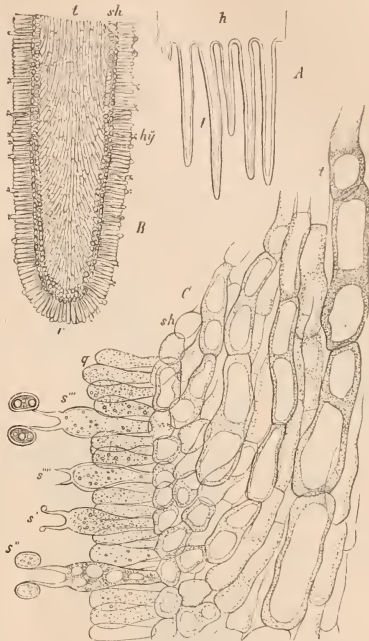


Fig. 138. *Agaricus campester*. *A* tangentialer Abschnitt des Hutess, die Lamellen (*l*) zeigend. *B* ein solcher Schnitt durch eine Lamelle stärker vergrößert; *hy* das Hymenium; *t* das mittlere Gewebe, Trama genannt. *C* ein Stück desselben Schnittes stärker (550) vergrößert. *g* junge Basidien und Paraphysen; *s'* erste Bildung der Sporen auf der Basidie; *s''* und *s'''* weiter entwickelte Sporen; bei *s'''* sind die Sporen schon abgefallen (nach *Sachs*).

I. Protobasidiomycetes.

Die Basidien sind mehrzellig.

1. *Auriculariaceae*. Die Basidien sind der Quere nach geteilt; aus jeder Gliederzelle entspringt ein Sterigma mit einer Spore; die Basidien entsprechen vollkommen den Promycelien der Uredineen.

2. *Tremellineae*. Die Basidien sind der Länge nach geteilt (Fig. 137). Die Fruchtkörper gallertig. — *Tremella mesenterica* mit gelbem, unregelmäßig faltigem Fruchtkörper u. a. auf faulem Holze.

3. *Pila creaeae*. Basidien quergeteilt; Fruchtkörper geschlossen.

II. Autobasidiomycetes.

Die Basidien sind einzellig (Fig. 438).

a) Hymenomycetes, Hutpilze.

Das Hymenium liegt, wenigstens zur Zeit der Sporenbildung, meist schon vorher, auf der freien Außenfläche des Fruchtkörpers.

1. *Exobasidiaceae*. Kein Fruchtkörper; die Basidien entspringen einzeln oder in Büscheln von dem parasitisch in grünen Pflanzenteilen wachsenden Mycelium. *Exobasidium Vaccinii* erscheint in Form weißer Krusten auf den Blättern der Preiselbeeren.

2. *Hypochnaceae*. Fruchtkörper auf der Unterlage ausgebreitet, mit lockerem Gewebe und lockerem Hymenium.

3. *Thelephoreae*. Fruchtkörper fest mit dichtem Hymenium, ausgebreitet oder hutförmig, letzterenfalls das Hymenium unterseits. — *Corticium* bildet Krusten auf Baumrinden; *Stereum* hat hutförmige Fruchtkörper, die von oben manchen Polyporusarten (s. unten) täuschend ähnlich sind, aber eine glatte Hymenialfläche besitzen; häufig an Baumstämmen, Stöcken.

4. *Clavariaceae*. Das Hymenium überzieht die glatte Oberfläche des zylindrischen oder keulenförmigen, oft verzweigten Fruchtkörpers; *Clavaria* in vielen Arten, besonders *C. flava*, Ziegenbart, essbar, mit schwefelgelbem, korallenartig verzweigtem Fruchtkörper (Fig. 439 A).



Fig. 139. A Zweig eines Fruchtkörpers von *Clavaria flava* (nat. Gr.). B Fruchtkörper von *Hydnum imbricatum*, *st* die Stacheln, *s* Schuppen der Oberseite ($1/4$ nat. Gr.). C Längsdurchschnitt durch den Fruchtkörper eines *Polyporus*, *p* die mit dem Hymenium ausgekleideten Röhren, auf der Unterfläche als Poren erscheinend ($1/2$ nat. Gr.).

5. *Hydnaceae*. Das Hymenium überzieht stachelförmige Vorragungen des Fruchtkörpers; dieser ist seltener krusten-, meist hutförmig mit unterseitiger Hymenialfläche, seitlich angewachsen oder gestielt. *Hydnum imbricatum*, Habichtsschwamm, essbar, und andere Arten mit fleischigem, zentral gestieltem Hute (Fig. 439 B).

6. *Polyporeae*. Das Hymenium überzieht die Innenfläche von runden oder gewundenen bis gestreckten Röhren, welche frei oder meist zu einer Fruchtschicht fest unter sich verwachsen einen Teil des Fruchtkörpers bedecken, an den hut- oder konsolenförmigen Fruchtkörpern die Unterseite einnehmen. *Polyporus* besitzt meist seit-

lich angewachsene, oft bufförmig gestaltete Fruchtkörper (Fig. 139 C). *P. fomentarius* dient zur Bereitung des Feuerschwammes, das Mycelium von *P.* (*Trametes*) *Pinii* wächst im Kernholz der Kiefer und verursacht dessen Fäulnis; *P. annosus* (*T. radiciperda*) in den Wurzeln und unteren Stammteilen der Kiefer und Fichte, deren Absterben verursachend. Verschiedene Arten, so besonders *P. igniarius* und *P. sulphureus*, verursachen durch das Wachstum und die Ernährung ihres Myceliums die als Fäulnis bezeichneten Zersetzungen des Holzes lebender Bäume, an deren Oberfläche alsdann die Fruchtkörper erscheinen. — *Daedalea*, deren Röhren in Form labyrinthischer Gänge untereinander anastomosieren, an alten Eichen. — *Merulius lacrimans*, der Hauschwamm; das Mycelium überzieht und zerstört das Gebälk der Häuser. — *Boletus* mit fleischigem, zentral gestieltem Hut, dessen Fruchtschicht sich sehr leicht abziehen lässt, häufig in essbaren (*B. edulis*, Steinpilz, *B. scaber*, Kapuzinerpilz) und giftigen (*B. Satanas* u. a.) Arten.

7. *Agaricinae*. Das Hymenium überzieht lamellenartige Vorsprünge des Fruchtkörpers, der meist die Gestalt eines gestielten oder sitzenden Hutes besitzt; die gestielten Hüte sind häufig anfangs in Hüllen eingeschlossen, welche nach der völligen Entwicklung als besondere Anhängsel erhalten bleiben; eine Hülle, welche den ganzen Hut samt Stiel einschließt und nach der Entfaltung wie eine Scheide die Stielbasis umgibt (z. B. *Amanita*), heißt *Velum universale* (Fig. 140 A, B, v); dagegen bedeckt das *Velum parziale* nur die mit Lamellen besetzte Unterfläche des Hutes und bildet nach dessen Entfaltung entweder vom Rand herabhängende Fetzen oder einen Ring um den Stiel (Fig. 140 C, a, z. B. *Agaricus campester*, *procereus*); beim Fliegenschwamm, *Amanita muscaria*, kommen beide Arten von *Velum* gemeinschaftlich vor.

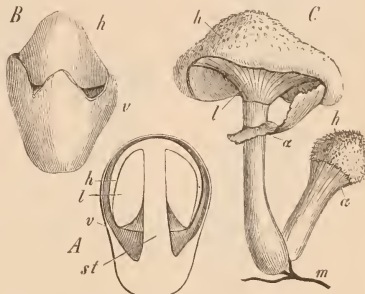


Fig. 140. A Jugendzustand des *Agaricus vaginatus*, v das *Velum universale*, st Stiel, h Hut, l Lamellen; B etwas vorgeschrittener, das *Velum v* angegrissen; C *Agaricus melleus*, m Mycelium, a der Ring, entstehend aus dem *Velum parziale* ($\frac{1}{2}$ nat. Gr.).

Außer diesen augenfälligen Charakteren ist für das Erkennen der Arten noch die Sporenfarbe wichtig; dieselbe wird konstatiert, indem man den Fruchtkörper auf weißes oder schwarzes Papier legt, das sich alsbald mit den abfallenden Sporen bedeckt.

Die große Gattung *Agaricus*, Blätterpilz, ist neuerdings in mehrere Gattungen gespalten worden. Bei *Coprinus* zerfließt der Fruchtkörper alsbald zu einer schwarzen schmierigen Flüssigkeit; *Lactarius* enthält Milchsaft. Bei *Cantharellus* ziehen sich die Lamellen weit am Stiel herab. Von essbaren Arten seien erwähnt: *Cantharellus cibarius*, *Lactarius deliciosus*, *Agaricus campester*, Champignon, *A. procereus*, Parasolschwamm, mit verschiebbarem Ring, von giftigen: *Lactarius torminosus*, *Amanita muscaria*, Fliegenschwamm. — *A. melleus*, Hallimasch, hat ein eigentümliches, zu festen, außen schwarzglänzenden Strängen verflochtenes Mycelium (frühere Pilzgattung *Rhizomorpha*), das in der Rinde von Bäumen lebt und junge Nadelholzpflanzen (besonders Kiefern und Fichten) tötet; durch ausläuferartige Zweige wächst es in der Erde weiter, um zu anderen Baumwurzeln zu gelangen.

Andere Gattungen haben Fruchtkörper von härterer, lederiger Konsistenz, so *Panus* mit exzentrisch gestieltem kleinen Hüte an altem Holze. *Marasmius*, dessen kleine zierliche Hüte häufig auf abgefallenen Fichtennadeln erscheinen.

Offizinell: *Fungus chirurgorum*, die weichste Schicht aus dem Hüte des *Polyporus fomentarius*.

b) Gastromycetes, Bauchpilze.

Das Hymenium ist auch noch zur Zeit der Sporenbildung im Innern des Fruchtkörpers eingeschlossen; dessen inneres Gewebe bildet zahlreiche Hohlräume oder Kammern, deren Zwischenwände, Trama, vom Hymenium überkleidet werden. Mit der Fruchtreife vollziehen sich meist weitgehende Veränderungen dieser inneren Gewebe; die Außenschicht oder Peridie des Fruchtkörpers ist meist in zwei Lagen gesondert; je nach den Veränderungen des inneren Gewebes und der Beschaffenheit der Peridie unterscheidet man:

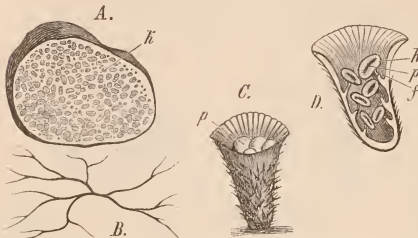


Fig. 141. A Fruchtkörper von *Rhizogogon*, durchschnitten, natürl. Größe; *k* die Kammern; B Capillitiumfaser von *Lycoperdon*, stark vergr. C und D Fruchtkörper von *Cyathus striatus*, C von außen, natürl. Größe, *p* die Kammern; D der Länge nach durchschnitten, *p* die Kammern mit dem Stiel *f*, enthaltend das Hymenium *h*.

1. Die *Hymenogastreen*, deren Kammern und Hymenium erhalten bleiben (Fig. 144 A, *k*); trüffelähnliche, unterirdische Pilze.

2. Die *Lycoperdaceen* oder *Staubpilze*; von dem inneren Gewebe bleiben nur einzelne starke Fäden der Trama, das Capillitium (Fig. 144 B) und dazwischen die isolierten Sporen übrig. Bei *Lycoperdon* schuppt sich die äußere Peridie ab, die innere reißt an der Spitze auf und entlässt die Sporenmasse als Staubwolke.

— Bei *Geaster* reißt die äußere Peridie sternartig auf und schlägt sich zurück; die innere öffnet sich mit einem Loch an der Spitze.

3. Die *Nidularieen* haben becherförmige Fruchtkörper, in welchen die Kammern sich zu einzelnen kleinen harten Körpern isolieren; *Crucibulum* und *Cyathus* nicht selten auf faulem Holz (Fig. 144 C und D).

4. Die *Phalloideen*; hier hebt sich nach Aufreißen der durchsichtigen Peridie das gesamte innere Gewebe auf einem Stiel empor und zerfließt zu einem überreichenden Schleim, der die Sporen enthält. *Phallus impudicus*, Giftmorchel, in Gebüsch.

Zweite Gruppe.

Die Bryophyten.

Bei der Gruppe der Bryophyten finden wir einen scharf ausgeprägten embryonalen Generationswechsel, welcher in gewissen Momenten mit dem der folgenden Gruppe übereinstimmt; es wechselt nämlich eine geschlechtliche, d. h. Sexualorgane erzeugende Generation mit einer ungeschlechtlichen, in welcher Sporen gebildet werden, ab. Aus der keimenden Spore entwickelt sich, in einzelnen Fällen direkt, in den meisten durch Vermittle-

lung eines sogenannten Vorkeims oder Protonemas die Geschlechts-
generation in Form eines gegliederten Vegetationskörpers, der Moospflanze,
welche nur bei den niederen Formen ein Thallus, bei allen anderen aber
ein beblätterter Stamm ist und die Sexualorgane in beliebiger Wieder-
holung erzeugen kann. Aus jeder befruchteten Eizelle geht ein Individuum
der ungeschlechtlichen Generation hervor, welches mit der ursprünglichen
Moospflanze äußerlich in Zusammenhang bleibt und die Form einer gestielten Kapsel besitzt, gewöhnlich
als Moosfrucht bezeichnet. Diese bildet ohne Verzweigung oder Wiederholung die Sporen und schließt
mit deren Reife ihre Lebenstätigkeit ab.

Da die Moospflanze in Stamm und Blatt gegliedert ist, aber noch keine echten Wurzeln und Gefäße besitzt, so nimmt die Gruppe den niedrigsten Platz unter den Cormophyten und zugleich den höchsten unter den Zellpflanzen ein.

Wie bei allen höheren Kryptogamen heißen die männlichen Sexualorgane Antheridien, die weiblichen Archegonien.

Die Antheridien sind kurz- oder langgestielte Gewebekörper von kugelig, eiförmiger oder keulenförmiger Gestalt (Fig. 442), deren äußerste Zellschicht eine sackartige Wandung bildet, während die inneren sehr kleinen und zahlreichen Zellen in sich je ein Spermatozoid entwickeln. Indem die sackartige Wandung des reifen Antheridiums unter Zutritt von Wasser an ihrem Scheitel aufreißt, gelangen die Mutterzellen der Spermatozoiden nach außen und entlassen hier erst die letzteren. Diese (Fig. 442 c) besitzen die Form von schraubig gewundenen Fäden mit dickerem Hinterende und bewegen sich mittels zweier am vorderen Ende sitzender zarter Cilien in dem Wasser, welches die kapillaren Zwischenräume zwischen den Moosblättern und Rasen gelegentlich durchtränkt.

Die Archegonien (Fig. 443) sind von flaschenförmiger Gestalt, d. h. über ihrer Basis bauchartig erweitert und oben in einen langen Hals auslaufend. Bauch und Hals sind von einer axilen Zellreihe durchzogen; in deren unterster und größter Zelle bildet sich die Eizelle; die Reihe der übrigen wird als Kanalreihe bezeichnet. Diese verwandelt sich kurze Zeit vor der Befruchtung in eine Schleimmasse; die obersten Zellen des Halses die Deckelzellen (*m*), weichen auseinander und die Spermatozoiden dringen, durch diese Öffnung eintretend, im Kanal bis zur Eizelle vor, welche sich infolge der Befruchtung mit einer Membran umgibt.

Die Sexualorgane stehen öfters einzeln, sehr häufig aber in Gruppen vereinigt, welche bald bloß aus Antheridien oder Archegonien, bald aber auch aus beiden gemengt bestehen. Diese Gruppen, auch wohl Moos-



Fig. 142. A Aufplatzendes Antheridium von *Funaria hygrometrica*, a die Spermatozoiden (350); B letztere stärker vergrößert, c freies Spermatozoid von *Polytrichum* (800) (nach Sachs).

blüten genannt, werden bisweilen von besonderen Hüllen (Involucrum und Perianthium) umgeben. Als Paraphysen bezeichnet man Haar- gebilde, welche in diesen sog. Blüten sich an der Basis der Sexualorgane vorfinden.

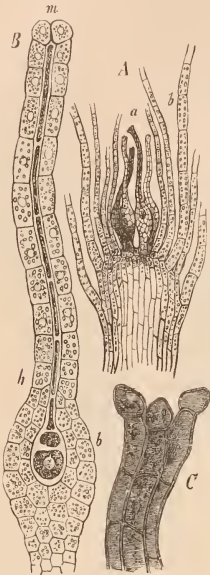


Fig. 143. Archegonien von *Funaria hygrometrica*; A auf dem Gipfel des Stämmchens sitzend (a); b Blätter (100); B ein einzelnes (550), b der Bauch, h der Hals, m die noch geschlossene Mündung; C die geöffnete Mündung eines befruchteten Archegoniums (nach Sachs).

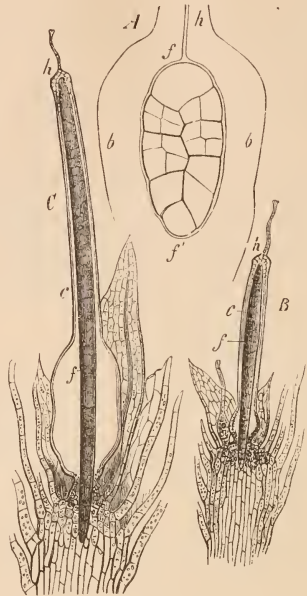


Fig. 144. Entwicklung der Kapsel von *Funaria hygrometrica*. A die Eizelle hat sich im Bauch des Archegoniums (b) in einen Gewebekörper (f') verwandelt (500), b dieser wächst (f) umgeben vom mitwachsenden Archegoniumbauch c, auf dessen Spitze noch der Hals h sitzt; C noch weiter entwickelt (10) (nach Sachs).

Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich sofort die zweite, Sporen bildende Generation, das Sporogonium. Wenn sich dasselbe an seiner Basis auch mehr oder weniger in das Gewebe der Moospflanze einbohrt (Fig. 144 C) und auch von dieser ernährt wird, so stehen die beiderseitigen Zellen dennoch in keinem organischen Zusammenhange. Die Wandung des Archegoniumbauches, in welchem sich die Eizelle zum Sporogonium entwickelt, wächst noch eine Zeitlang fort und umgiebt, Calyptra genannt, das junge Sporogonium (Fig. 144 B, C, c, h); später zerreißt sie in nach den Klassen verschiedener Weise, so dass ihre Reste entweder an der Basis oder auf der Spitze des Sporogoniums hängen.

Das Sporogonium wird fast immer schon durch die erste in dem befruchteten Ei auftretende Teilungswand in zwei Teile gesondert: einen unteren, d. h. dem Grund des Archegoniums zugewendeten, den Fuß (Fig. 144 /), dessen Funktion die Befestigung an der Pflanze und Aufnahme der Nahrungsstoffe ist, und einen oberen, die Kapsel, deren untere Region häufig wieder zu einem Stiel sich ausbildet, während die Sporenbildung auf die eigentliche Kapsel beschränkt ist. Die zwei zu einander rechtwinkligen Richtungen, in der die ersten Teilungswände der jungen Kapsel auftreten, lassen sich noch lange Zeit erkennen (Fig. 145 gggg) und stehen auch damit im Zusammenhang, dass sehr häufig die reife Kapsel vierteilig aufspringt. Das Kapselgewebe sondert sich stets in einen peripherischen Teil, den man als Wand bezeichnen kann, und einen zentralen, das Endothecium (Fig. 145 E); letzteres wird bei den einfachsten Formen

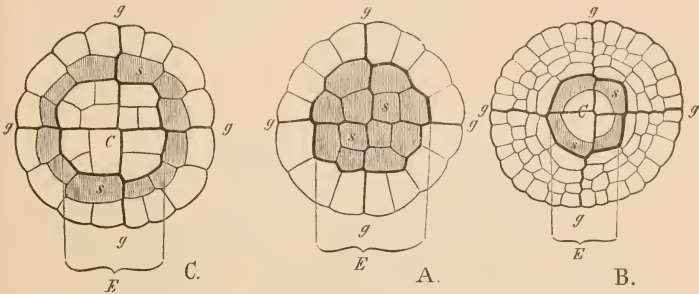


Fig. 145. Schematische Querschnitte durch junge Mooskapseln (vergr.); A von *Sphaerocarpus*, einer *Juggermanniacee*. B von *Ceratodon*, einem Laubmoos, C von *Anthoceros*. gggg die vier ersten Teilungswände, E das Endothecium, s die sporenbildende Schicht, C die Columella (A und C nach *Leitgeb*. B nach *Kienitz-Gerloff*).

(Fig. 145 A) ganz zur Sporenbildung verwendet, oder es bilden sich einzelne Zellen desselben nicht zu Sporenmutterzellen, sondern zu Schleuderzellen, Elateren, aus, welche meistens eine nach innen vorspringende spirale Wandverdickung besitzen; bei den meisten Laubmoosen (Fig. 145 B) scheidet sich ein zentraler Strang des Endotheciums als steriles Gewebe, Columella, aus und wird von der, der äußeren Schicht des Endotheciums entstammenden sporenbildenden Schicht, dem Archesporium, umgeben. Nur bei wenigen Formen (*Anthoceros* und *Sphagnum*) wird das ganze Endothecium zur Columella und das Archesporium entammt der inneren Wandschicht (Fig. 145 C).

In den Sporenmutterzellen, welche sich isolieren und häufig vom Sporensack, den sich eigentümlich ausbildenden Nachbarzellen, umschlossen werden, entstehen die Sporen durch Vierteilung. Dieselben werden nur selten durch frühzeitiges Zerfallen der Kapselwand frei; meistens springt die Kapsel auf, entweder in vier Klappen von der Spitze zur Basis, oder unregelmäßig, oder indem die obere Partie der Wandung

deckelförmig abspringt; bei den meisten Laubmoosen aber springt ein Deckel ab, welcher schon von vornherein anders gebaut ist, als die übrige Kapsel.

Die Sporen sind kugelig oder tetraedrisch; ihr Membran besteht, wie auch bei denen der nächstfolgenden Gruppe, häufig aus zwei Schichten, einer äußeren derberen, kutikularisierten, der Exine, und einer inneren zarten, mit Cellulosereaktion, der Intine. Bei der Keimung platzt die Exine und die von der Intine umschlossene Zelle wächst (Fig. 146 A) und teilt sich, wodurch in den meisten Fällen die Bildung des Protonemas, eines Geflechtes von chlorophyllhaltigen Zellreihen, oder einer grünen Zellfläche eingeleitet wird. Die Zellreihen des Protonemas sind teils unbegrenzte (Fig. 146 B, h), teils begrenzte Seitengebilde (Fig. 146 B, b); es stellt somit dasselbe die Moospflanze in ihrer einfachsten Gestalt vor. Dies zeigt sich am deutlichsten in den Fällen, wo es an seinem Scheitel unmittelbar in die Moospflanze übergeht. Häufiger jedoch erfolgt dieser Übergang durch Seitenknospen (Fig. 146 B, K), welche an der Basis der begrenzten Seitenfäden entspringen.

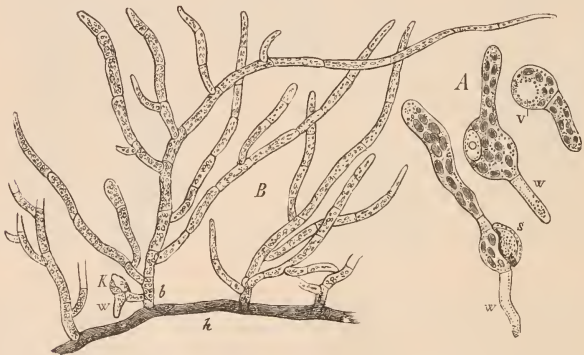


Fig. 146. A keimende Sporen von *Funaria hygrometrica*, *w* Wurzelhaar, *s* Exine (550). B Teil eines Protonemas, *K* Anlage eines beblätterten Stämmchens mit Wurzelhaar *w* (900) (nach *Sachs*).

Die Verzweigung der Moospflanze ist niemals axillär, sondern die Seitenzweige stehen gewöhnlich neben oder unter den Blättern.

Die Moospflanze besitzt bei sehr vielen Repräsentanten vegetative Vermehrungsorgane, gewöhnlich Brutknospen genannt. Auch außer diesen besonderen Organen besitzt sie in hohem Grade die Fähigkeit, sich auf vegetativem Wege auszubreiten durch Verzweigung und Rasenbildung; ja viele der häufigsten und massenhaft auftretenden Formen (z. B. *Hylocomium triquetrum*) erhalten sich vorzugsweise durch derartige Vervielfältigung und gelangen nur selten zur Befruchtung und Erzeugung von Kapseln.

Die Gruppe zerfällt in zwei Klassen, welche sich hauptsächlich durch folgende Merkmale unterscheiden:

Klasse X. *Hepaticae*, *Lebermoose*. Die Pflanze der ersten Generation ist fast stets dorsiventral, ein Thallus oder ein beblätterter Stamm; die Kapsel enthält meist Elateren, nur selten eine Columella.

Klasse XI. *Musi*, *Laubmoose*. Die Pflanze der ersten Generation ist nur selten dorsiventral, stets ein beblätterter Stamm; die Kapsel enthält niemals Elateren, fast stets eine Columella.

Klasse X.

Hepaticae, *Lebermoose*.

Die Pflanze der ersten Generation ist fast stets dorsiventral, ein Thallus oder beblätterter Stamm; die Kapsel enthält meist Elateren, nur selten eine Columella.

Die Pflanze der ersten Generation ist bei einigen dieser Klasse angehörigen Formen ein wirklicher, blattloser Thallus, bei anderen ein Thallus, an dessen Unterseite blattartige Schuppen entspringen; noch andere endlich besitzen einen mit grünen Blättern reich besetzten Stamm; erstere beide werden zusammen als frondose bezeichnet, letztere als foliose. Die frondosen Pflanzen sind ihrer Unterlage dicht angeschmiegt und besitzen dem entsprechend zwei von einander verschiedene Seiten, eine chlorophyllreiche Oberseite, welche meist mit einer deutlichen Epidermis ausgestattet ist, und eine chlorophyllarme Unterseite, welche allein Wurzelhaare erzeugt. Auch die foliosen kriechen häufig auf ihrer Unterlage und zeigen entsprechend verschiedene Anordnung und Form der Blätter. Die Wurzelhaare sind stets einzellig. Die Calyptra umhüllt die Kapsel bis zur Sporenreife und bleibt zerrissen an deren Basis hängen. Eine Columella kommt nur bei den Anthoceroceen vor; Elateren fehlen nur den Riccieen; das Aufspringen der Kapsel erfolgt verschiedenartig, jedoch niemals durch einen bereits äußerlich vorgezeichneten Deckel.

Die Klasse enthält drei Ordnungen:

Ordnung 1. *Marchantiaceae*.

Der bandartig flache, dichotomisch verzweigte Thallus trägt auf seiner Unterseite meist eine oder zwei Reihen von Ventralschuppen, welche man wohl auch als Blätter bezeichnen könnte, sowie Wurzelhaare, welche wenigstens teilweise mit zapfenartigen, nach innen vorspringenden Verdickungen versehen sind. Das chlorophyllreiche Gewebe der Oberseite ist von senkrecht zur Oberfläche verlaufenden Luftkanälen oder von Luftkammern durchsetzt, über welchen die Epidermis meist mit Ausnahme einer offenbleibenden Stelle (der Atemöffnung) zusammenschließt; daher rührt

auch die bei manchen Arten (besonders *Fegatella*) deutlich hervortretende Felderung der Oberseite; jede rhombische Areole entspricht einer Luftkammer und trägt ungefähr in der Mitte die auch mit bloßem Auge deutlich erkennbare Atemöffnung.

Die Sexualorgane stehen einzeln eingesenkt oder zu scharf begrenzten Gruppen vereinigt auf der Rückenseite des Thallus, oder auf besonderen gestielten hutförmigen Thalluszweigen (Fig. 148 A, *hu*, C), wobei jedoch die Archegonien durch ein eigentümliches Wachstum derselben auf die Unterseite verschoben werden.



Fig. 147. Stück einer Pflanze von *Riccia glauca* (nat. Gr.), *r* die dickeren Ränder, *f* die hervorstechenden Sporangien.

Die Kapseln sind nicht oder nur kurz gestielt, entbehren bei den einfachsten Repräsentanten des Fußes; die Wand zerfällt entweder frühzeitig, oder spaltet sich unregelmäßig oder bleibt in ihrem unteren Teil erhalten, während der obere als Deckel abgeworfen wird.

Fam. 1. *Ricciaceae*. Die Sexualorgane stehen meist einzeln auf dem Rücken des Thallus (Fig. 147); das Sporangium besitzt keinen Fuß, sondern wird ganz zur Kapsel, welche keine Elateren enthält, und deren Wand vor der Sporenreife zu Grunde geht.

Riccia glauca, *crystallina* u. a. auf Ackerboden, *R. fluitans*, *Ricciocarpus natans* mit breitem lappigem Thallus auf dem Wasser schwimmend.

Fam. 2. *Marchantieae*. Mindestens die Archegonien zu bestimmten Gruppen vereinigt, meist auf besonderen, umgebildeten Thalluszweigen; Sporangien mit Fuß, Kapsel mit Elateren und bis zur Reife bleibender Wandung.



Fig. 148. A ein Stammstück von *Marchantia polymorpha* (*t*) mit aufrechtem männlichem (d. h. Antheridien tragendem) Hut (*hu*). B Stammstück mit Brutknospenbehälter, *vv* Scheitel der beiden Gabelspitze (nach *Sachs*); C weiblicher Hut schräg von unten gesehen (2 mal vergr.), *t* der Stiel mit Rinne *r*, *s* Strahlen, *h* die Hüllen, *k* die Kapseln.

Marchantia polymorpha sehr gemein an Wegen, Mauern, in Torfgräben; die Antheridien auf der Oberseite schirmartiger Zweige (Fig. 148 A), die Archegonien auf der Unterseite ähnlicher strahliger Schirme (Fig. 148 C); diöcisch. Außerdem trägt

der Stamm auf der Oberseite becherartige Brutknospenbehälter (Fig. 448 B). — Ähnlich *Lunularia*, welche auf Erde der Gewächshäuser häufig, aber stets nur mit den halbmondförmigen Brutknospenbehältern vorkommt. — *Fegatella conica* mit konischem, *Reboulia hemisphaerica*, *Preissia commutata* mit halbkugeligem Hut, an Felsen, feuchten Mauern und Erde, besonders in Gebirgsgegenden.

Ordnung 2. Jungermanniaceae.

Die Pflanze ist ein blattloser flacher, dichotomisch verzweigter Thallus oder ein beblätterter Stamm, dessen Blätter in Unterblätter (Amphigastrien) und Oberblätter unterschieden werden müssen. Erstere stehen auf der Bauchseite des Stammes in einer Reihe (Fig. 149 *u*), sind oft sehr klein und können selbst ganz fehlen; letztere stehen in zwei Reihen auf der Rückenseite des Stammes. — Die Kapsel ist mit einem Stiel versehen, welcher meist sich erst kurz vor dem Aufspringen bedeutend streckt, springt von der Spitze zur Basis (Fig. 149 *b*) in vier Klappen auf und enthält stets Elateren.

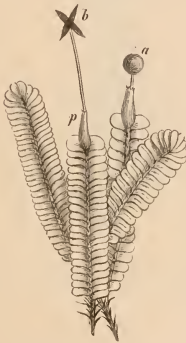


Fig. 149. Stämmchen von *Plagiochila asplenoides*; *a* eine reife, *b* eine aufgesprungene Kapsel; *p* das Perianthium.

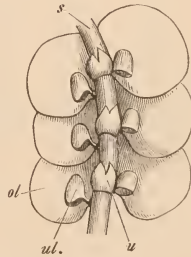


Fig. 150. Zweig von *Frullania dilatata* (20 mal vergr.), von unten gesehen; *u* Unterblätter, *ul* oberer Lappen der Oberblätter, *s* Stamm.

a) Anaerogynae. Die Archegonien stehen nicht am Scheitel, sondern auf der Oberseite des Thallus oder Stammes; sie sind von einem Involucrum, d. h. einer vom Stamme oder Thallus gebildeten Hülle umgeben; meist frondos.

Metzgeria furcata, mit schmalem, dichotomisch verzweigtem, einschichtigem Thallus, der von einem mehrschichtigen Mittelnerven durchzogen wird, wächst sehr häufig an Baumstämmen, fruktifiziert aber selten. — *Pellia epiphylla* mit mehrschichtigem breitem Thallus, nicht selten an Quellen, feuchten Felsen u. dgl. — *Aneura pinguis* und andere Arten an ähnlichen Orten. — *Blasia pusilla* mit thallusähnlichem Stamm, welcher kleine Unterblätter und zwei Reihen Seitenblätter trägt; letztere sind aber nicht quer, sondern der Länge nach am Stamme inseriert; sie findet sich auf feuchten Äckern, an Grabenrändern.

b) *Acrogynae*. Die Archegonien stehen am Scheitel des Stammes oder bestimmter Seitenzweige desselben und werden von einem *Perianthium*, d. h. einer aus Blättern oder Blattteilen gebildeten Hülle umgeben. Der Stamm trägt häufig kleine Unterblätter, und stets zwei Reihen Oberblätter; diese sind entweder nur an der Spitze zweizählig oder zweiteilig, bisweilen (*Frullania*, *Radula*) in zwei ganz verschiedene Lappen geteilt (Fig. 450 *ul*, *ol*); ein Mittelnerv ist höchstens durch Streckung einiger Zellen angedeutet, aber niemals mehrschichtig. Die Insertion der Oberblätter ist anfänglich quergestellt, wird aber durch ungleiches Wachstum des Stammes so verschoben, dass sie entweder auf der Stammunterseite hinauf-rückt (unterschlächtige Blätter, *Folia succuba*) (Fig. 449), oder auf der Stammoberseite (oberschlächtig, *F. incuba*) (Fig. 450).

Jungermannia bicuspidata und zahlreiche andere Arten sind sehr häufig auf feuchter Erde, an Baumstämmen. — *Plagiochila asplenioides* (Fig. 449) nicht selten in Gebirgswäldern. — *Radula complanata*; die dicht beblätterten Stämmchen kriechen auf Baumstämmen und Ästen, sehr gemein. — *Frullania dilatata* (Fig. 450) und *Tamarisci* mit zierlich verzweigten, bräunlichen oder purpurnen Stämmchen wachsen ebenfalls auf Baumrinden oder auf dem Boden an feuchten buschigen Orten.

Ordnung 3. Anthocerotae.

Die Pflanze ist ein unregelmäßig verzweigter Thallus, dessen Rücken-seite die Archegonien eingesenkt sind. Die Kapsel ist lang, schmal, schotenförmig, springt von der Spitze her in zwei Klappen auf und erzeugt gegen die Basis zu fortwährend neue Sporen. Fast stets ist eine *Columella* vorhanden, außerdem *Elateren*.



Fig. 151. *Anthoceros laevis* (nat. Gr.); K die Kapseln, teilweise noch ungeöffnet.

Anthoceros laevis (Fig. 451) und *punctatus* finden sich auf thonigem Acker- und Waldboden nicht häufig, aber gewöhnlich in großer Menge.

Klasse XI.

Musci, Laubmoose.

Die Pflanze der ersten Generation ist nur selten dorsiventral, stets ein beblätterter Stengel; die Kapsel enthält niemals *Elateren*, fast stets eine *Columella*.

Die Moospflanze ist immer ein beblätterter Stamm mit lauter gleichwertigen Blättern, welcher entweder mit seinen Ästen auf dem Boden, an Bäumen hinkriecht, oder dichte Rasen bildet. Dorsiventrale Ausbildung kommt nicht häufig vor. Die Blätter besitzen häufig einen mehrschichtigen Mittelnerven; die Wurzelhaare sind verzweigte Zellreihen, welche in

Protonema übergehen und so zur Ausbreitung der Pflanzen beitragen können. Die Calyptra wird meistens lange vor der Sporenreife von der Kapsel zerrissen; Elateren kommen niemals vor; eine Columella ist mit Ausnahme von Archidium stets vorhanden; die Kapsel öffnet sich meist durch Abwerfen eines schon vorher erkennbaren Deckels.

Die Klasse zerfällt in drei Ordnungen:

Ordnung 1. Sphagnaceae, Torfmoose.

Die kugelige Kapsel enthält eine halbkugelige Columella, welche vom Archesporium (Fig. 153 *as*) überdeckt wird, und öffnet sich durch Abwerfen der oberen Kappe der Wandung; die Calyptra bleibt an der Basis zurück.



Fig. 152. Stämmchen von *Sphagnum* [acutifolium (nat. Gr.); *k* die Kapseln.

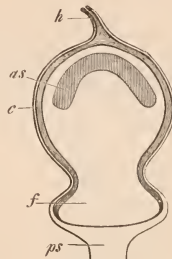


Fig. 153. Längsdurchschnitt durch eine halbreife Kapsel von *Sphagnum* (10 mal vergr., schematisiert); *ps* Pseudopodium, *f* Fuß, *as* Archesporium, *c* Calyptra mit Archegoniumhals *h*.

Die einzige Gattung *Sphagnum* (Fig. 152) mit zahlreichen Arten bewohnt, ausgedehnte weiche Rasen bildend, feuchte Wälder und besonders Moore. Die dicht beblätterten Äste hüllen den Hauptstamm ein; sowohl die Blätter als die Rinde des Stengels enthalten große, wassererfüllte, mit offenen Löchern versehene Zellen, welche das Wasser kapillar bis in die obersten Spitzen hinaufziehen. Die unteren absterbenden Partien der rasch aufwärts wachsenden Stämme gehen in Verwesung über und bilden den Torf. Die sehr kurz gestielte Kapsel (Fig. 152 *k*; 153) wird von einer Verlängerung des archegonientragenden Stammes emporgehoben, welche äußerlich dem Kapselstiel der echten Laubmoose ähnlich sieht und Pseudopodium (Fig. 153 *ps*) genannt wird.

Ordnung 2. Andraeaceae.

Die Columella ist säulenförmig, oben frei; die Kapsel, auf einem Pseudopodium emporgehoben, öffnet sich in vier Klappen, die an der Spitze und

Basis miteinander verbunden bleiben (Fig. 154 *B, k*). Die Calyptra wird müthenförmig in die Höhe gehoben.



Fig. 154. *A* Pflanze von *Ephemenum serratum* (20); *p* Protonema, *kn* Knospe, *b* Blätter, *k* Kapsel, *c* Calyptra. *B* *Andraea petrophila* (6); *ps* Pseudopodium, *k* die aufgesprungene Kapsel.

Die Gattung *Andraea* (Fig. 154 *B*) mit mehreren Arten bewohnt die Felsen der Alpen und höheren Gebirge. Die gestreckten und verzweigten Stämmchen sind dicht beblättert.

Ordnung 3. Bryinae.

Die Columella hängt oben und unten mit der Kapselwand zusammen (fehlt nur bei *Archidium*); sie wird unmittelbar umgeben vom *Archesporium* (Fig. 155 *s*); der innere chlorophyllreiche Teil der Wandung ist von zahlreichen großen luftgefüllten Hohlräumen (Fig. 155 *B, l*) durchsetzt. Die Kapsel öffnet sich meist durch Abwerfen eines Deckels, der schon von vornherein anders gebaut ist, als die übrige Kapsel, bleibt nur bei wenigen, wie *Phascum*, *Ephemenum* (Fig. 154 *A*) u. a., welche aber verschiedenen

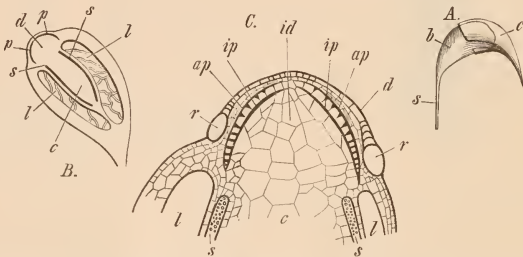


Fig. 155. *A* Sporogonium von *Funaria hygrometrica*; *s* Stiel, *b* Kapsel, *c* Calyptra (5 mal vergr.). *B* Halbreife Kapsel desselben Mooses der Länge nach durchschnitten (10 mal vergr.); *c* Columella, *s* Archesporium, *l* Luftraum, *d* Deckelgewebe, *p* Peristom. *C* oberster Teil der nämlichen Kapsel stärker (10 mal vergr.); *d* Deckel, *id* inneres Deckelgewebe, *ap* äußeres, *ip* inneres Peristom, *r* Ring.

Verwandtschaftskreisen angehören, geschlossen. Bestimmte Zellschichten des inneren Deckelgewebes oder nur deren verdickte Wände bleiben mit der Kapselwand in Zusammenhang und bilden das für die Gattungen charakteristische Peristom (Mundbesatz). Dasselbe besteht bei *Tetraphis* aus vier derben Zähnen, für die das ganze innere Deckelgewebe verwendet wird; bei den meisten sind es 8, 16 oder 32, welche aus verdickten Zellenwänden bestehen, häufig in zwei Reihen hintereinander (Fig. 155 *C, ip, ap*; 156 *ip, ap*); oder es sind 16 bis 64 Zähne, welche aus hufeisenförmig gekrümmten Fasern zusammengesetzt sind. Nur bei wenigen Gattungen (z. B. *Gymnostomum* u. a.) fehlt das Peristom vollständig. Die Calyptra

wird von der Kapsel mit emporgehoben und als Mütze getragen; dieselbe ist entweder mützenförmig, d. h. bedeckt die Kapsel auf allen Seiten in gleicher Weise (Fig. 157 c), oder kapuzenförmig, d. h. auf einer Seite aufgeschlitzt (Fig. 155 A, c).

Die fast stets einschichtigen Blätter werden bei vielen Arten von einem mehrschichtigen Mittelnerven durchzogen.

Die einen Gattungen tragen die weiblichen Blüten und somit später die Kapseln an der Spitze der Stengel, die anderen auf kurzen Seitenästchen; wenn dieses Verhältnis auch kein wichtiges systematisches Merkmal ist, so erhält man durch dessen Berücksichtigung doch eine Übersicht der zusammengehörigen Formen; man teilt so die Bryinen ein in:

a) *Acrocarpeae*. Archegonien am Ende der Stengel; die Kapseln erscheinen oft seitenständig, weil Seitenäste sich später entwickeln und das Ende des Hauptstengels zur Seite drängen: die wichtigsten Familien sind:

Fam. 1. *Weisiaceae*. Peristom 16 einschichtige Zähne oder fehlend; Blätter einschichtig, mehrzeilig. *Dicranum scoparium*, gemein in Wäldern.

Fam. 2. *Leucobryaceae*. Peristom wie vorige; Blätter mehrschichtig, im Bau an *Sphagnum* erinnernd. *Leucobryum glaucum* in polsterförmigen Rasen in Wäldern und Mooren.

Fam. 3. *Fissidentaceae*. Peristom wie vorige; Blätter zweizeilig mit rückenständiger Lamelle; pleurokarp. *Fissidens* in mehreren Arten.

Fam. 4. *Seligeriaceae*. Peristomzähne 16, einschichtig; sehr kleine felsenbewohnende Moose.

Fam. 5. *Trichostomeae*. Peristomzähne 16—32, zweischichtig; Calyptra meist kapuzenförmig. *Barbula muralis* an Mauern, Felsen; die Rasen erscheinen durch die in ein Haar ausgehende Mittelrippe grau. — *Ceratodon purpureus* mit rotem Fruchtstiel, überall gemein, besonders auf Waldschlägen.

Fam. 6. *Grimmiaceae*. Peristom einfach, doppelt oder fehlend; Calyptra meist mützenförmig. *Grimmia pulvinata*, an Felsen und Mauern in graugrünen Rasen, die Fruchtstiele zurückgekrümmt. — *Orthotrichum* mit kurzgestielten Kapseln, an Bäumen und Felsen.

Fam. 7. *Schistostegaceae*. *Schistostega*; die unfruchtbaren Stämmchen tragen zweizeilige, der Länge nach inserierte Blätter: das Protonema zeigt eigentümlichen Glanz, „Leuchtmose“, in Felsenhöhlen.

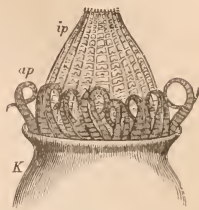


Fig. 156. Mündung der Kapsel von *Fontinalis antipyretica* (50), ap äußerer, ip innerer Peristom (nach Sachs).



Fig. 157. Zwei Stengel von *Polytrichum formosum* (natürl. Gr.). K die Kapsel, s der Kapselstiel, c Calyptra.

Fam. 8. Splachnaceae. Kapsel mit langem Halse, aufrecht.

Fam. 9. Funariaceae. Kapsel meist gekrümmt. *Funaria hygrometrica*, stellenweise gemein, mit langem, beim Befeuchten und Vertrocknen sich schraubig windendem Fruchtstiel.

Fam. 10. Bryaceae. Kapsel meist übergeneigt. *Bryum*, *Webera* in mehreren Arten, an Wegen u. dgl., *Mnium* mit großen, starkgenervten Blättern, in Wäldern.

Fam. 11. Georgiaceae. Peristom vier massive Zähne. — *Tetraphis pellucida* in Gebirgswäldern.

Fam. 12. Polytrichaceae. Peristom 16—64 aus Fasern bestehende Zähne; Blätter oberseits mit Lamellen. — *Polytrichum*, mit lang behaarter Calyptra (Fig. 157), großen, dunkelgrünen Blättern; die stattlichsten unter den einheimischen akrokarpischen Moosen.

Fam. 13. Buxbaumiaceae. Peristom doppelt; inneres eine gefaltete Haut. *Buxbaumia aphylla* mit großer schiefer Kapsel, kaum sichtbaren Stämmchen, selten.

b) Pleurocarpeae. Die Archegonien (und später die Kapseln) stehen seitlich auf besonderen kurzen Ästchen.

Fam. 14. Fontinalaceae. *Fontinalis antipyretica* im Wasser flutend.

Fam. 15. Thuidiaceae. Blätter glanzlos, warzig. *Thuidium* mit regelmäßig fiederförmig verzweigtem Stengel, sehr kleinen angedrückten Blättern.

Fam. 16. Neckeraeae. Blätter glänzend, nicht längsfaltig; Stengel oft verflacht beblättert. *Neckera crispa* mit querrunzeligen Blättern; *Leucodon sciuroides* gemein an Baumstämmen.

Fam. 17. Hypnaceae. Blätter glänzend, oft längsfaltig, Kapsel aufrecht oder übergeneigt. — *Brachythecium* mit kurzer, dicker Kapsel, *B. rutabulum* gemein in Wäldern. — *Eurhynchium praelongum* ebenso, mit langgeschnäbeltem Deckel. — *Hypnum cupressiforme* an Baumstämmen sehr gemein; *H. cuspidatum* und *giganteum* in Sümpfen, Gräben. — *Hylocomium triquetrum* gewöhnlich zu Kränzen u. dgl. verwendet, *H. splendens* mit sehr regelmäßiger Verzweigung, beide sehr häufig in Wäldern.

Dritte Gruppe.

Die Pteridophyten (Gefäßkryptogamen).

Auch in dieser Gruppe findet ein Generationswechsel zwischen einer geschlechtlichen und einer ungeschlechtlichen Generation statt; das Verhältnis der Entwicklung aber, welche hier die beiden Generationen erreichen, ist gerade umgekehrt, wie bei den Bryophyten. Hier ist die aus der Spore erwachsende, Sexualorgane erzeugende Pflanze klein, hinfällig, Prothallium genannt, welches nach Bildung der Sexualorgane und eingetretener Befruchtung zu Grunde geht; die aus der befruchteten Eizelle erwachsende Pflanze hingegen ist in Stamm und Blatt gegliedert, besitzt geschlossene Fibrovasalstränge und echte Wurzeln, dauert gewöhnlich viele Jahre hindurch aus und erzeugt in gesetzmäßiger Wiederholung die Sporen, und kann sich selbst auf vegetativem Wege vervielfältigen. Durch diese morphologischen und anatomischen Merkmale treten diese Pflanzen bereits in das Gebiet der Gefäßpflanzen ein; einzelne Ordnungen nehmen die höchste Stelle unter den Kryptogamen in der Weise ein, dass sie, mit

der Gruppe der Gymnospermen verglichen, bereits den Übergang zu den Phanerogamen darstellen.

Das Prothallium (Fig. 158) ist bei den meisten Ordnungen ein Thallus, welcher aus der Spore hervorwächst, dieselbe an Größe um das Vielfache übertrifft und außer Wurzelhaaren an bestimmten Stellen die Antheridien (Fig. 158 *an*) und Archegonien (Fig. 158 *ar*) trägt.

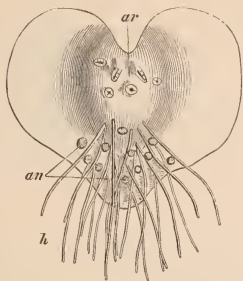


Fig. 158. Prothallium eines Farnkrautes von der Unterseite (10 mal vergr.). *ar* Archegonien, *an* Antheridien, *h* Wurzelhaare.



Fig. 159. Antheridium von *Adiantum Capillus Veneris* (550); die Spermatozoiden (*s*) treten eben aus; *b* Blase, welche dem Spermatozoid anfänglich anhängt (nach *Sachs*).

Die Antheridien (Fig. 159) ragen hier entweder als halbkugelige oder etwas zylindrische Gewebekörper über die Prothalliumoberfläche vor oder sind in dessen Gewebe eingesenkt. Sie bestehen aus einer einschichtigen Wandung und den Mutterzellen der Spermatozoiden, welche letztere schraubig gewundene, vorne gewöhnlich zahlreiche Cilien tragende Fäden sind (Fig. 159 *s*).

Die Archegonien (Fig. 160) sind im allgemeinen ähnlich gebaut, wie bei den Bryophyten, bestehen nämlich aus einem Bauchteil, welcher aber in das umgebende Gewebe eingesenkt und mit diesem verwachsen ist, und einem kurzen Hals, durch welchen zwei später verschleimende Kanalzellen hindurchgehen zur Eizelle.

Einige Ordnungen jedoch, nämlich die Hydropteriden, Selaginellen und Isoëten, weichen im Bau des Prothalliums erheblich ab; sie bringen nämlich zweierlei Sporen hervor, größere, Makrosporen, und kleinere, Mikrosporen. Diese Ordnungen werden wegen dieser

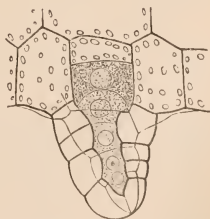


Fig. 160. Archegonium von *Pteris serrulata*, stark vergrößert, von außen gesehen (nach *Sachs*).

Verschiedenheit der Sporen als heterospor bezeichnet, im Gegensatz zu den isosporen, deren Sporen alle gleichartig sind.

Die Makrospore erzeugt ein weibliches Prothallium (Fig. 161), welches in der Spore selbst gebildet wird und nur wenig aus ihr hervorwächst; es trägt ein oder wenige Archegonien (Fig. 161 *A*, *ar*).

Die Mikrospore erzeugt nur andeutungsweise ein männliches Prothallium und Antheridium, indem nach wenigen Zellteilungen die Spermatozoiden aus ihr hervorgehen (Fig. 161 *B*).

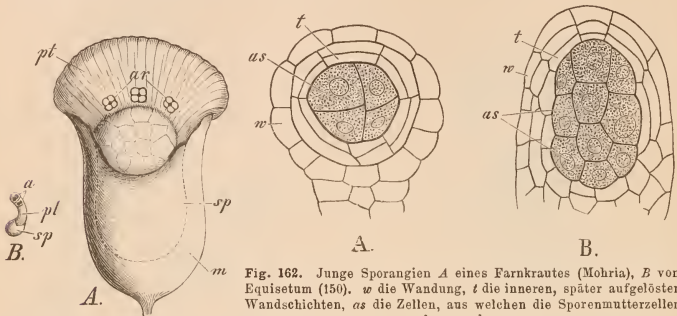


Fig. 161. Prothallien von *Salvinia* (60). *A* Makrospore (*sp*) im Makrosporangium (*m*) eingeschlossen, durch die punktierte Linie angedeutet; aus derselben erwächst das weibliche Prothallium *pt* mit drei Archegonien *ar*; *B* eine aus dem Mikrosporangium isolierte Mikrospore (*sp*) mit Prothallium *pt* und dem Antheridium *a*.

Der aus der befruchteten Eizelle entstehende Embryo wird durch die ersten Teilungswände in vier Teile gegliedert: den Fuß, welcher die Befestigung am Prothallium vermittelt, die erste Wurzel, den Stamm und das erste Blatt; er wächst bei allen Ordnungen sofort ohne Unterbrechung zu einer starken Pflanze heran, welche später Sporen bildet.

Die Sporen entstehen in nicht sehr großer Anzahl in den Sporangien. Letztere stehen auf den Blättern oder in den Blattachsen, seltener ohne Blatt an den Zweigen, sind im Verhältnis zur ganzen Pflanze klein und entwickeln sich entweder aus einzelnen Zellen, oder aus Zellkomplexen, welche aus der äußersten Gewebeschicht hervorzuschauen. Im ersteren Falle scheidet die betreffende Zelle, das Archesporium, zuerst nach außen die bleibende Wandung des Sporangiums ab (Fig. 162 *A*, *w*), sodann eine weitere sich wieder teilende Wandschicht (Fig. 162 *A*, *t*), welche später wieder aufgelöst wird, und erzeugt schließlich durch mehrmals wiederholte Zweiteilung (Fig. 162 *A*, *as*) die Sporenmutterzellen. Auch in den aus Zellkomplexen entstehenden Sporangien (Fig. 162 *B*) lassen sich die Sporenmutterzellen auf ein einzelliges Archesporium zurückführen.

Durch Vierteilung der sich isolierenden Sporenmutterzellen entstehen

die Sporen, welche entweder tetraedrisch oder bohnenförmig gestaltet sind (s. oben S. 48 Fig. 46 A und B).

Wo zweierlei Sporen vorkommen, sind sie schon in verschiedene Sporangien verteilt, Makrosporangien mit nur je einer oder vier Makrosporen und Mikrosporangien mit zahlreichen Mikrosporen.

Die Gruppe der Pteridophyten wird folgendermaßen eingeteilt.

Klasse XII. Filicinae. Die Blätter sind im Verhältnis zum Stamm mächtig entwickelt und tragen die Sporangien (meist einzelligen Ursprungs) fast immer zu Sori vereinigt am Rande oder an der Unterseite; die fruchtbaren Blätter sind nicht auf bestimmte Regionen oder Zweige des Stammes beschränkt.

a) Isospore.

Ordnung 1. Filices, Farne.

b) Heterospore.

Ordnung 2. Hydropterides, Wasserfarne.

Klasse XIII. Equisetinae. Die Blätter sind im Verhältnis zum Stamm klein, quirlig gestellt, und die der unfruchtbaren Quirle zu je einer Scheide verwachsen. Die fruchttragenden Blätter stehen in zahlreichen dichtgedrängten Quirlen, eine Blüte am Ende der Stengel bildend, sind schildförmig und tragen die Sporangien auf ihrer Unterseite; die Sporangien entstehen als Zellkomplexe. Isospor.

Klasse XIV. Lycopodinae. Die Blätter sind meist klein und wenig entwickelt, die fruchttragenden häufig eine bestimmte Region des Stammes bildend. Die Sporangien, welche sich als Zellkomplexe entwickeln, stehen fast immer einzeln in der Blattachsel oder nächst der Basis des Blattes auf dessen Oberseite.

a) Isospore.

Ordnung 1. Lycopodiaceae. Sporangien in der Achsel von Blättern.

Ordnung 2. Psilotaceae. Sporangien an blattlosen Zweigen.

b) Heterospore.

Ordnung 3. Selaginelleae. Der stark in die Länge wachsende Stamm trägt zahlreiche kleine Blätter; die Sporangien stehen in der Blattachsel, zuweilen etwas auf dem Stamm hinaufgerückt.

Ordnung 4. Isoëteae. Der kurze Stamm trägt lange unverzweigte Blätter; die Sporangien stehen auf der Blattoberseite.

Klasse XII.

Filicinae.

Die Sporangien stehen zumeist zu Sori vereinigt am Rande oder an der Unterseite der Blätter; die fruchtbaren Blätter bilden keine besondere Region des Stengels.

Ordnung 1. Filices, Farne.

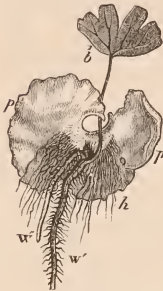


Fig. 163. Prothallium (*p*) von *Adiantum Capillus Veneris*, von unten gesehen; daran die aus einer befruchteten Eizelle erwachsene Pflanze mit Blatt (*b*) und Wurzeln (*w* *w''*); *h* Wurzelhaare des Prothalliums (etwa dreimal vergr.) (nach Sachs).

Die Sporen sind alle gleich und erzeugen große selbständige Prothallien.

Das Prothallium ist fast stets oberirdisch, chlorophyllreich (Fig. 458 und 463) und entsteht aus der Spore anfänglich in Form eines Zellfadens, wird aber später meist zu einer breiten, am vorderen Ende herzförmig ausgeschnittenen Fläche, welche mit Ausnahme der die Archegonien tragenden Region einschichtig bleibt. Diese liegt an den herzförmigen Prothallien nahe dem vorderen Rande hinter dem Ausschnitte (Fig. 458 *ar*). Die Antheridien stehen teils am Rande, teils am hinteren Ende zwischen den Wurzelhaaren der Unterseite (Fig. 458 *an*) und ragen als halbkugelige Gewebekörper hervor.

Der Stamm ist meist ein kräftiges unterirdisches wagerechtes oder schräges Rhizom; nur unter den Tropen finden sich baumartige Farne mit hohen aufrechten Stämmen. Die Blattstellung ist entweder multilateral, bilateral oder dorsiventral. In ersterem Falle stehen die Blätter meistens dicht gedrängt und bilden am Ende des Stammes eine allseitig ausgebreitete Krone, während die älteren Stammteile von den abgestorbenen Blattresten dicht bedeckt sind, so bei den Baumfarne, bei vielen einheimischen, wie *Aspidium filix mas*. Die Verzweigung dieser Stämme ist relativ selten. In einigen Fällen sind jedoch durch Streckung der Internodien die allseitig entspringenden Blätter auseinander gerückt, so bei *Nephrodium calcareum* und *Dryopteris*; die Seitenzweige entspringen hier in den Blattachsen. Bilateral, d. h. zweizeilig beblättert sind z. B. die horizontal kriechenden Rhizome von *Pteridium aquilinum*, deren Blätter rechts und links stehen und auf dem Rücken ihrer Basis die Seitenzweige des Stammes tragen. Die dorsiventral beblätterten Stämme tragen in der Regel zwei einander genäherte Blattzeilen auf dem Rücken, die Seitenzweige in zwei seitlichen, diametral gegenüberliegenden Zeilen, die Wurzeln auf der Bauchseite, z. B. *Polypodium vulgare*. Die Blattspreite ist gewöhnlich reich verzweigt und im

Knospenzustände schneckenförmig nach vorne eingerollt. — Die Haare sind seltener Zellreihen, häufiger auffallend breit und groß und hüllen dann die jungen Blätter und Stammteile oft vollständig ein; diese breiten Haare werden Spreuschuppen (*pili paleacei*) genannt. — Die Wurzeln entspringen an den von den Blättern dicht besetzten Stämmen, z. B. *Aspidium filix mas*, gewöhnlich aus den Blattstielen; an den Stämmen der Baumfarne bilden sie eine dichte verfilzte Umhüllung, welche an Mächtigkeit den Durchmesser des Stammes selbst übertrifft.

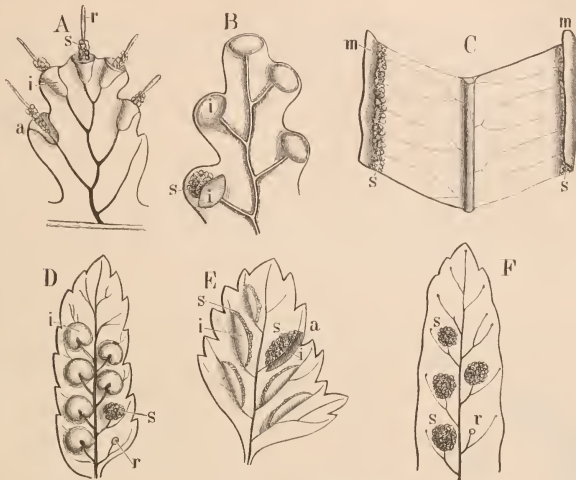


Fig. 164. Sori der wichtigsten Farngruppen, sämtlich von der Unterseite. *A* Fiederchen von *Ptilophyllum sinuosum*, einer Hymenophyllaceae; *r* Receptaculum, *s* Sporangien, *i* Indusium; bei *a* ist die eine Hälfte des Indusiums hinweggenommen. *B* Fiederchen von *Davallia*; bei *s* ist das unterseitige Indusium (*i*) zurückgeschlagen; die oberseitige Hälfte ist zum Blattrand geworden. *C* Stück des Blattes von *Pteris serrulata*; *s* die Sporangien, *m* der ungeschlagene Blattrand. *D* Lacinie von *Aspidium*; bei *s* ist das Indusium, bei *r* auch die Sporangien entfernt. *E* Lacinie eines *Asplenium*; bei *a* ist das Indusium zurückgeschlagen. *F* Fieder von *Polypodium vulgare*; bei *r* sind die Sporangien entfernt (sämtlich etwa 3–6 mal vergrößert).

Die Blattstiele sowie die Rippen und Nerven der Blätter werden von je einem oder mehreren Fibrovasalsträngen durchzogen, welche entweder kollateral, bikollateral oder konzentrisch gebaut sind; dieselben vereinigen sich im Stamm entweder zu einem axilen Strang oder meist zu einer netzförmig durchbrochenen Röhre. Im Stranggewebe finden sich außer parenchymatischen Elementen fast nur sehr lange Spiral- und Treppentracheiden, sowie Siebröhren. Das Grundgewebe ist oft sklerenchymatisch ausgebildet, insbesondere in den schon äußerlich schwarz oder braun aussehenden Partien.

Die Sporenbildung kommt ausschließlich den Blättern zu und zwar erfahren dieselben dadurch nur selten eine weitgehende Metamor-

phase. In sehr vielen Fällen sind die fruchttragenden Blätter von den unfruchtbaren im übrigen gar nicht verschieden; wo eine Verschiedenheit sich geltend macht, besteht sie fast nur darin, dass die fruchttragenden Blätter oder Blatteile wenig oder gar kein Mesophyll entwickeln. Die fruchttragenden Blätter sind niemals zu einer besonderen abgegrenzten Region des Stengels vereinigt, geschweige denn auf besondere Zweige beschränkt, sondern der Stamm trägt anfangs in seiner Jugend nur unfruchtbare, später zwischen diesen periodisch auch fruchtbare oder lauter fruchtbare Blätter.

Sori oder **Fruchthaufen** heißen die Gruppen von Sporangien, welche in gesetzmäßiger Beziehung zu den Blattnerven stehen. Ihre Gestalt und Anordnung ist für die Gattungen und auch höhere systematische Einheiten charakteristisch. Bei manchen Gattungen (z. B. allen Hymenophyllaceen, Fig. 464 A, *Dennstaedtia*, *Davallia*) nimmt der Sorus das Ende gewisser Nerven am Blattrande ein und besteht aus zwei Teilen, einem zentralen Träger der Sporangien, **Receptaculum** (Fig. 464 A, *r*), von verlängerter fadenförmiger oder kurzer polsterförmiger Gestalt und einer becherförmigen, bisweilen tief zweilippigen Hülle, dem **Indusium** (Fig. 464 A, *i*). Bei den meisten Farnen ist aber der Sorus vom Rande auf die Unterseite des Blattes hereingerückt; das Indusium erscheint hier nur noch als einseitige Bedeckung des sporangientragenden Receptaculums (Fig. 464 B, D, E); es wird hier als **Schleierchen** bezeichnet und besitzt eine nach den Gattungen verschiedene Gestalt. Die der Blattoberseite entsprechende Hälfte des ursprünglich becherförmigen Indusiums ist in der Blattfläche aufgegangen

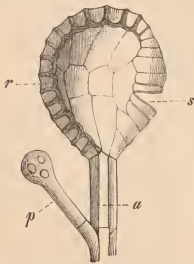


Fig. 165. Geöffnetes und entleertes Sporangium von *Aspidium filix mas* (90); *a* der Stiel mit Paraphyse (*p*). *r* der Ring, *s* das Stomium.

(s. den Übergang in Fig. 464 B). Bei manchen Gattungen ist das Indusium vollständig verloren gegangen; der Sorus heißt dann nackt (Fig. 464 F). Viele Farne tragen längs des Blattrandes eine kontinuierliche Reihe von Sporangien, welche durch seitliche Verschmelzung der dichtgestellten Sori entstanden gedacht werden kann. Das unterseitige Indusium geht hier meist ganz verloren; der Blattrand bedeckt als sog. **unechtes Indusium** die Sporangien (Fig. 464 C). Endlich giebt es auch Farne, bei welchen die Sporangien, ohne Sori zu bilden, über die ganze Unterfläche des Blattes, Nerven samt Mesophyll bedeckend, zerstreut sind. — Als **Paraphysen** werden Haarbildungen bezeichnet, welche bald vom Stiel der

Sporangien (Fig. 165 *p*), bald zwischen diesen vom Receptaculum entspringen.

Das **Sporangium** ist eine gestielte (Fig. 165), seltener sitzende Kapsel mit einschichtiger Wandung. Die Sporen entstehen immer durch wiederholte Teilungen einer einzigen, das Zentrum des jungen Sporangiums einnehmenden Zelle. Nur bei wenigen Familien entwickelt sich das Sporangium als umfangreicher Zellkomplex, meistens aus einer einzigen Mutterzelle. Zu der Art des Aufspringens des Sporangiums stehen eigentümlich ausgebildete,

stärker verdickte Zellen der Wandung in Beziehung, welche einen vollständig geschlossenen oder unvollständig geschlossenen (Fig. 165 r) Ring, oder auch eine anders geformte Gruppe (Fig. 166 r) bilden, dann aber ebenfalls als Ring (annulus) bezeichnet werden. Die Ausbildung des Ringes ist für die Charakteristik der Familien von Wichtigkeit.

Die Ordnung der Farne, welche auch in zahlreichen fossilen Resten aus der Vorwelt erhalten ist, umfasst folgende acht Familien, von welchen einige ausschließlich den Tropenregionen angehören, wo auch die übrigen bei uns vertretenen ihre reichste Entwicklung finden:

Fam. 1. *Hymenophyllaceae*. Enthält die einfachst gebauten Formen; das Mesophyll ist fast stets einschichtig, der Sorus immer randständig (Fig. 164 A), der Ring der sitzenden oder kurzgestielten Sporangien vollständig. Das Prothallium läßt eine an das Protonema der Moose erinnernde Gliederung erkennen.

Fast sämtliche Arten kommen in den Tropen vor; nur *Trichomanes speciosum* und *Hymenophyllum tunbridgense* finden sich auch in Europa (England, Frankreich).

Fam. 2. *Polypodiaceae*. Der Ring des gestielten Sporangiums (Fig. 165) ist unvollständig, d. h. an der Basis nicht geschlossen. Zu dieser außerordentlich artenreichen Familie gehören fast sämtliche bei uns einheimische Farnkräuter.

Die wichtigsten Unterfamilien sind:

a) *Lonchitideae*. Haare aus Zellreihen bestehend; Sori randständig, mit Indusium, öfters in eine Linie zusammenfließend. *Pteridium aquilinum*, Adlerfarn; der Stamm kriecht tief in der Erde und treibt jährlich nur ein großes vielfach zerteiltes Blatt, auf dessen Stielquerschnitt die Fibrovasalstränge eine charakteristische, ungefähr einen Doppeladler gleichende Figur bilden.

b) *Pterideae*. Haare aus Zellflächen bestehend; Sori nahe dem Rande, ohne Indusium, oft zusammenfließend (Fig. 164 C). *Pteris cretica* und *P. serrulata* häufig kultiviert; *Adiantum Capillus Veneris*, Frauenhaar u. a.

c) *Aspidieae*. Sori unterseits, rundlich, mit schild- oder nierenförmigem Indusium, zuweilen nackt. *Aspidium filix mas*, Wurmfarne, mit reicher Blattrone, nicht selten in Wäldern; *Nephrodium* mit vergänglichem oder ohne Schleier; hierher auch *N. Robertianum*, *Dryopteris* (früher *Phegopteris* genannt) mit gestreckten Internodien.

d) *Asplenieae*. Sori randständig mit seitlichen Strängen (*Davallia*) oder unterseits, länglich bis linienförmig mit seitlichem Indusium. *Asplenium Ruta muraria* sehr gemein an Mauern, Felsen, A. *Trichomanes* mit einfach gefiedertem Blatt, schwarzer Spindel. — *Athyrium filix femina*, häufig in Wäldern. — *Scolopendrium vulgare*, Hirschzunge, mit ungeteilten Blättern, in Gebirgswäldern.

e) *Polypodieae*. Der Sorus unterseits, nackt (Fig. 164 C). Die abgestorbenen Blätter trennen sich vom Rhizom vollständig mit Hinterlassung einer rundlichen Narbe; die Blätter stehen meist zweizeilig auf dem Rücken des kriechenden Rhizoms; *Polypodium vulgare*, Engelsüß, mit einfach fiederteiligen Blättern, an Baumstrünken und Felsen nicht selten.

Offizinell: Rhizoma Filicis von *Aspidium filix mas*.

Fam. 3. *Cyatheaceae*. Von voriger nur durch den an der Basis geschlossenen Ring des Sporangiums verschieden.

Hierher gehören die Baumfarne: *Cibotium*, *Balanium* mit randständigem Sorus und becherförmigem Indusium, *Cyathea* und *Alsophila* mit unterseitigem Sorus.

Fam. 4. Gleicheniaceae und

Fam. 5. Schizaeaceae fast nur in den Tropen.

Bemerkenswert ist *Lygodium*, dessen gefiederte Blätter eine außerordentliche Länge erreichen und mit ihrer Mittelrippe sich um Stützen winden.

Fam. 6. Marattiaceae. Die Sporangien je eines Sorus sind unter sich verwachsen und entwickeln sich als Zellkomplexe. Die Blätter, meist von riesigen Dimensionen, tragen an der Basis mächtige Stipulae.

Marattia, *Kaulfussia*, *Angiopteris*, *Danaea* kommen in den Tropen vor.

Fam. 7. Osmundaceae. Die kurzgestielten Sporangien (Fig. 466 B) besitzen statt des Ringes eine eigentümliche Zellgruppe (Fig. 466 B, r) unter dem Scheitel und springen an der dieser gegenüberliegenden Seite mit einer Längsspalte auf.

Osmunda regalis kommt, wiewohl selten, auch in Deutschland vor. Nur die obersten Fiedern des Blattes sind fruchtbar und entwickeln kein oder nur wenig Mesophyll. Die Sporangien sitzen ohne Indusium in Gruppen am Rande der fertilen Fiedern.



Fig. 167. *Botrychium Lunaria* (nat. Gr.); st Stamm; w Wurzeln; bs Blattstiel; b steriler, f fruchtbarer Zweig des Blattes (nach Sachs).

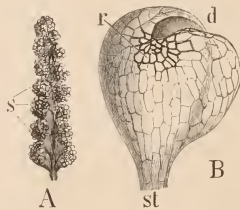


Fig. 166. *Osmunda regalis*. A fertiles Fiederchen mit den randständigen Sporangiengruppen s; an der Basis ist noch etwas Mesophyll entwickelt (natürl. Gr.). B ein einzelnes Sporangium (200), st der kurze Stiel, r der Ring, d die Längsspalte.

Fam. 8. Ophioglossaceae. Diese Familie entfernt sich am meisten von den übrigen Farnen, schließt sich aber in mehrfacher Beziehung an die vorigen Familien an. Das Prothallium ist nicht flächenartig, chlorophyllreich, sondern ist ein unterirdischer Gewebekörper. Der Stamm der sporenbildenden Pflanze bleibt stets kurz und bei den einheimischen Arten unterirdisch; er trägt immer nur ein oder wenige gleichzeitig entwickelte oberirdische Blätter. Die in den nächsten Jahren zur Entfaltung gelangenden Blätter findet man von der scheidigen Basis des ausgewachsenen Blattes oder einer

besonderen Hülle umschlossen am Stammende. Die fruchtbaren Blätter unterscheiden sich von den unfruchtbaren dadurch, dass aus der Oberseite des Blattstiels eine ungeteilte (Ophioglossum) oder weiter verzweigte (Botrychium (Fig. 167 f) Auszweigung entspringt, welche die großen randständigen Sporangien trägt. Letztere entwickeln sich als Zellkomplexe, bei Ophioglossum eingesenkt ins Blattgewebe, und besitzen keinen Ring.

Ophioglossum vulgatum mit ungeteilter zungenförmiger Blattspreite und linealischer ungeteilter fruchtbarer Auszweigung kommt in Deutschland ziemlich selten vor. — Etwas häufiger ist, besonders in Gebirgen, *Botrychium Lunaria* (Fig. 167) mit gefiederter Blattspreite und rispenartiger fruchtbarer Auszweigung.

Ordnung 2. Hydropterides, Wasserfarne.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporangien enthalten je eine Makrospore, die Mikrosporangien zahlreiche Mikrosporen; die Prothallien sind klein und ragen nur wenig aus der Spore hervor.

Fam. 4. *Salviniaceae*. Das männliche Prothallium ist ein aus der Mikrospore hervorstwachsender Schlauch, an dessen vorderem Ende in zwei Zellen, dem rudimentären Antheridium, die Spermatozoiden gebildet werden. Das weibliche Prothallium tritt nur wenig aus der Spore hervor (Fig. 161).

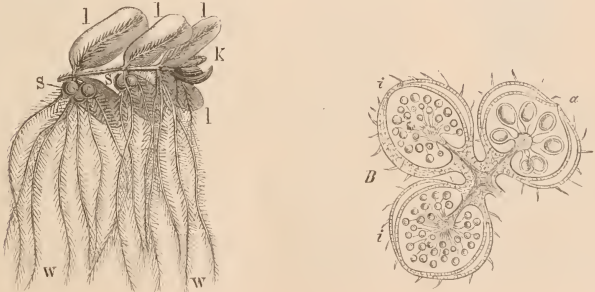


Fig. 168. Stammende von *Salvinia natans*, schräg von unten gesehen (natürl. Gr.). *lll* Luftblätter, *ww* Wasserblätter mit den Sori *ss*; *k* Terminalknospe des Stammes. *B* Längsschnitt durch drei fruchtbare Zipfel eines Wasserblattes (10); *ii* zwei Sori mit Mikrosporangien, *a* einer mit Makrosporangien (nach Sachs).

Der Stamm der sporenbildenden Pflanze von *Salvinia* schwimmt auf der Oberfläche des Wassers und trägt auf der oberen Seite vier Reihen grüner, flach ausgebreiteter Luftblätter (Fig. 168 *l*), auf der unteren zwei Reihen fein zerteilter Wasserblätter (Fig. 168 *w*), welche derart zu Quirlen angeordnet sind, dass immer ein Wasserblatt und zwei Luftblätter einen Quirl bilden. Wurzeln fehlen vollständig. Die Sori stehen an den Wasserblättern (Fig. 168 *s*); jeder einzelne Sorus wird von einem dicken Indusium vollständig umschlossen und hat einen Durchmesser von etwa 5 mm; auf

dem säulenartigen Receptaculum stehen im Innern dieser sog. Frucht die Sporangien; in den einen Sori zahlreiche, langgestielte Mikrosporangien (Fig. 168 B, *i, r*), in den anderen weniger zahlreiche, kurzgestielte Makrosporangien (Fig. 168 B, *a*).

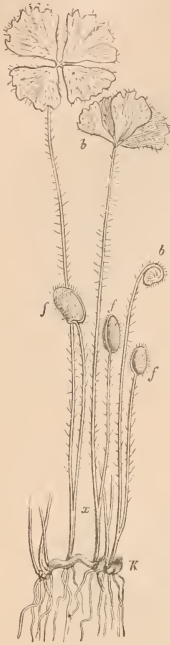


Fig. 169. *Marsilia salvatrix* (1/2 der nat. Gr.), *x* Stammende, *b* Blätter, *f* die Früchte, bei *x* aus den Blattstielen entspringend (nach Sachs).

Salvinia natans kommt stellenweise in Deutschland vor. — *Azolla* in Nordamerika und Ostindien, vom Ansehen einer Jungermanniacee.

Fam. 2. Marsiliaceae mit zwei Gattungen: *Marsilia* und *Pilularia*. Beiderlei Prothallien erfahren noch geringere Entwicklung als bei *Salvinia*.

Der dorsiventrale Stamm von *Marsilia* (Fig. 169) kriecht auf dem Grunde des Wassers und trägt oberseits zwei Reihen langgestielter Blätter mit vierteiliger Spreite. Die Unterseite des Stammes bildet nur Wurzeln. Die fruchtbaren Blätter sind über ihrer Basis verzweigt; der eine Zweig gleicht den sterilen Blättern völlig, der andere aber stellt eine bohnenähnliche Frucht vor (Fig. 169 *f*), in deren Innerem mehrere Sori von dünnen Indusien umschlossen enthalten sind. Diese Frucht besteht ähnlich wie die der Phanerogamen aus einem zusammengeschlagenen Blatt; die Sporangien entstehen aus einzelnen oberflächlichen Zellen der Innenfläche der Fruchtwand. In jedem Sorus stehen sowohl Makro- als Mikrosporangien.

Marsilia quadrifolia kommt hier und da bei uns vor, zahlreiche andere, sehr ähnliche Arten in wärmeren Klimaten.

Pilularia globulifera, mit schmalen, spreitenlosen Blättern, hat im übrigen viel Ähnlichkeit mit *Marsilia*.

Klasse XIII.

Equisetinae.

Die fruchtragenden Blätter stehen in zahlreichen Quirlen, eine ährenförmige Blüte am Gipfel der Stengel bildend, sind schildförmig und tragen die Sporangien, welche als Zellkomplexe entstehen, auf ihrer Unterseite. Die Sporen sind alle gleich.

Die Klasse enthält nur eine Gattung, *Equisetum*, Schachtelhalm.

Das Prothallium ist reich verzweigt, kraus und trägt die Antheridien und Archegonien an den Enden der Lappen.

Die sporenbildende Pflanze besteht aus unterirdischen farblosen Sprossen, welche jährlich grüne Sprosse, die meist von nur einjähriger Lebensdauer sind, über die Erde hervortreiben. Statt der Blätter stehen an den Knoten zwischen den langen Internodien vielzählige, ringsum geschlossene Scheiden (Fig. 170 A, v). Die Oberfläche der oberirdischen Internodien ist gewöhnlich nicht glatt, sondern mit regelmäßig abwechselnden, längs verlaufenden Erhabenheiten (Rillen) ausgestattet (Fig. 170 B); jede Riefe entspricht einem Zahn der nächstoberen Scheide. Diese äußere Beschaffenheit des Stengels steht im engsten Zusammenhange mit dem anatomischen Bau. Die Fibrovasalstränge von kollateralem Bau sind in einen Kreis geordnet (Fig. 170 B, s); jeder Strang besitzt eine durch Zerreißen der Ringgefäße entstandene Höhlung (h); da die Fibrovasalstränge auf denselben Radialen wie die Riefen der Oberfläche liegen, hat man diese Höhlungen als Kantenlücken bezeichnet. Das Ringgewebe besitzt ebenfalls große Hohlräume, die vor den Rillen liegen (Fig. 170 B, f), daher Furchenlücken genannt; auch das Mark wird durch einen großen Luftraum, die Centralhöhle (Fig. 170 B, c), ersetzt. Die Äste entspringen an der Basis der Scheide zwischen den Zähnen und sind dem Hauptspross gleich gebaut. — Die Zellwände der Epidermis sind stark mit Kieselsäure inkrustiert.

Die fruchtbaren Sprosse endigen mit einer Blüte, deren sporangientragende Blätter die Form von Schildern besitzen (Fig. 170 A). Diese Schilder stehen in zahlreichen Quirlen, sind gestielt und tragen nach innen gekehrt die Sporangien in Form von Säcken, die sich durch Risse nach innen öffnen (Fig. 170 C, sp). Die Exine der Sporen besteht aus zwei Schichten; die äußere, welche mit der inneren nur an einem Punkte zusammenhängt, wird durch schraubenförmig verlaufende Risse in zwei Schraubenbänder aufgeschlitzt, welche sich beim Austrocknen kreuzförmig auseinander schlagen, beim Befeuchten wieder zusammenrollen.

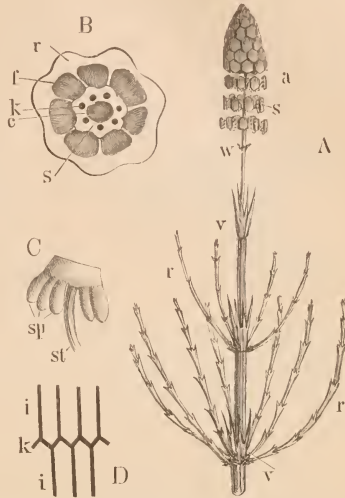


Fig. 170. A Oberer Teil eines blühenden Stengels von *Equisetum palustre*; v Blattscheiden, unter ihnen entspringen die Äste r; w oberste sterile Blattscheide, a die Blüte, s die schildförmigen fruchtbaren Blätter, B Querschnitt eines Stengels derselben Pflanze (6 mal vergr.), c Centralhöhle; s die in einen Kreis gestellten Fibrovasalstränge; jeder davon mit einer Höhlung h; f die unter den Rillen liegenden Höhlungen; r die Riefen. C Sporangientragender Schild (10 mal vergr.), st der Stiel, sp Sporangien. D Schema des Strangverlaufs an der Grenze zweier Internodien ii; k der Knoten.

Die verschiedenen Arten von *Equisetum* bewohnen sämtlich feuchte Standorte, Sümpfe, feuchte Äcker und Wälder. Während einige tropische Arten eine enorme Höhe (mit verhältnismäßig geringer Dicke) erreichen und die vorweltlichen Formen riesige Dimensionen besaßen, erreichen unsere einheimischen höchstens die Höhe von einigen Fuß bei einer Dicke von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll. Bei *E. arvense* und *E. maximum* sind die fruchtbaren Sprosse, welche im Frühjahr vor den grünen sterilen erscheinen, chlorophyllfrei und unverzweigt; *E. palustre* (Fig. 470), *limosum*, *hiemale* u. s. w. tragen die Blüten auf dem Gipfel der gewöhnlichen grünen, verzweigten oder unverzweigten Sprosse; bei *E. silvaticum* endlich erzeugen die fruchtbaren Sprosse, welche bis zur Sporenreife den chlorophyllfreien von *E. arvense* ganz ähnlich sind, nachher grüne Seitenzweige, wodurch sie den sterilen fast gleich werden.

Von fossilen Formen schließen sich hier die *Calamiten* der Steinkohlenformation an, welche neben mancher Übereinstimmung durch cambiales Dickenwachstum des Stammes, durch sterile Blattquirle zwischen den fertilen, sowie wenigstens zum Teil durch Makro- und Mikrosporen sich von den Equisetaceen unterscheiden.

Klasse XIV.

Lycopodinae.

Die Blätter sind meist klein, die fruchtragenden häufig eine bestimmte Region des Stengels bildend. Die Sporangien, welche sich als Zellkomplexe entwickeln, stehen fast immer in der Blattachsel oder nächst der Basis des Blattes auf dessen Oberseite.

Ordnung 4. Lycopodiaceae.

Die Sporen sind alle gleichartig, die Prothallien groß, selbständig. Die Sporangien sind Auswüchse der Blattbasis und stehen in der Blattachsel. Der Stamm wächst stark in die Länge und trägt zahlreiche, verhältnismäßig kurze Blätter.

Das Prothallium von *Lycopodium anotinum* ist ein umfangreicher unterirdischer Gewebekörper, welcher Archegonien und eingesenkt die Antheridien trägt, jenes des tropischen *L. Phlegmaria* ein chlorophyllfreier strangartiger verästelter Gewebekörper, welcher zwischen Borkeeschuppen der Bäume wächst. Hingegen sind die Prothallien von *L. inundatum* und dem tropischen *L. cernuum* chlorophyllhaltig, jenen von *Equisetum* ähnlich.

Der Stamm der sporenbildenden Pflanze wächst stark in die Länge, kriecht meist am Boden hin und verzweigt sich anscheinend dichotomisch in verschiedenen Ebenen. Die Internodien sind kurz, die einnervigen Blätter stehen dicht gedrängt in zerstreut spiraler oder dekussierter Anordnung; in letzterem Fall sind die Stengel häufig plattgedrückt und dadurch die Blätter der breiten Seiten von etwas anderer Gestalt, als die an den Kanten stehenden. Die Wurzeln sind dichotomisch verzweigt. Der Fibrovasalstrang des Stammes ist radiär gebaut.

Die Sporangien entstehen im Gewebe der fruchtbaren Blätter und wölben sich nach außen. Die fruchtbaren Blätter sind bei einigen Arten (z. B. *L. Selago*) den sterilen ganz gleichgestaltet, bei den anderen davon

verschieden, nicht grün und bilden dann auch Blüten, welche bei *L. clavatum* auf besonderen kurzbeblätterten Stielen stehen (Fig. 171 s).

Lycopodium clavatum und *anotinum* sind die in unseren Wäldern häufigsten Arten.

Offizinell: *Lycopodium*, d. h. die Sporen von *Lycopodium clavatum*.



Fig. 171. Stück von *Lycopodium clavatum*, etwas verkleinert, s die Blüten. B ein abgelöstes Blatt (b) der Blüte mit einem aufgesprungenen Sporangium (sp) in der Achsel (10).



Fig. 172. *Selaginella helvetica* (natürl. Gr.). s der aufrechte fruchttragende Spross, Blüte, mit den Sporangien in den Blattachsen. An den niederliegenden sterilen Sprossen sind die Blätter der Unterseite (u) größer, die der Oberseite (o) kleiner.

Ordnung 2. Psilotaceae.

Die Blüten stehen seitlich und bestehen nur aus wenigen Sporangien ohne Blätter. *Tmesipteris* und *Psilotum* in den Tropen und Neu-Holland.

Ordnung 3. Selaginelleae.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporen sind zu je viere in einem Makrosporangium, die Mikrosporen zahlreich im Mikrosporangium enthalten: beiderlei Sporangien stehen in der Blattachsel. Die Prothallien sind klein und ragen aus der Spore nur wenig vor. Der Stamm wächst stark in die Länge und trägt zahlreiche kurze Blätter.

Die Gattung *Selaginella* hat äußerlich einige Ähnlichkeit mit den Lycopodien; der Stengel verzweigt sich anscheinend dichotomisch immer in einer Ebene und bildet öfters komplizierte Verzweigungssysteme; er kriecht bei einigen Arten am Boden hin, bei anderen ist er aufrecht, selbst strauchartig. Die Internodien sind kurz und tragen einnervige kurze, oft runde Blätter, welche meist in vier Reihen stehen und auf den beiden Seiten des Stammes verschiedene Form haben, derart, dass von den dekussierten Blattpaaren jedes aus einem größeren Unterblatt (Fig. 172 u) und einem kleineren Oberblatt (o) besteht. An der Basis des Blattes steht eine kleine

häutige Ligula. Die Wurzeln verzweigen sich dichotomisch in sich kreuzenden Ebenen.

Die Sporangien stehen einzeln in der Achsel der fruchtbaren Blätter, welche meist in der Form etwas von den sterilen verschieden und zu einer Blüte zusammengestellt sind; gewöhnlich nehmen sowohl die Mikrosporangien, als die Makrosporangien je eine zusammenhängende Region der Blüte ein; da jedes Blatt in seiner Achsel nur ein einziges Sporangium trägt, welches entweder ein (weibliches) Makrosporangium oder ein (männliches) Mikrosporangium ist, so kann man also hier weibliche und männliche Blätter unterscheiden. Sehr häufig stehen die männlichen Blätter weiter oben in der Blüte, als die weiblichen. Die Makrosporangien enthalten je vier Makrosporen, indem von den zahlreichen Mutterzellen nur eine sich teilt in vier Tochterzellen, welche zu den Makrosporen heranwachsen.

In der Makrospore bildet sich schon während der Reife unter dem Scheitel das Prothallium, welches später nach der Aussaat aus dem an den drei Kanten aufreißenden Scheitel hervorragt und hier ein oder mehrere Archegonien trägt.

In der Mikrospore wird das Prothallium angedeutet, indem eine sich weiter nicht verändernde Zelle abgeschieden wird, während die andere zum Antheridium wird.

Selaginella helvetica mit kriechendem bilateralem Stengel wächst in Gebirgsgegenden häufig an Mauern, auf der Erde. — *S. Kraussiana* wird häufig kultiviert. — *S. spinulosa* mit mehrreihig beblättertem Stengel kommt ebenfalls in Gebirgen vor und hat ganz das Aussehen eines kleinen *Lycopodium*.

Ordnung 4. Isoëteae.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporen finden sich zahlreich in den Makrosporangien. Beiderlei Sporangien stehen an der Oberseite der Blätter nahe an deren Basis. Die Prothallien sind klein und ragen nur wenig aus der Spore vor. Der Stamm bleibt kurz und trägt zahlreiche lange Blätter.

Die Gattung *Isoëtes* enthält Wasserpflanzen, welche am Grunde von Seen u. dgl. leben. Der Stamm ist kurz; an zwei oder drei Längslinien desselben bilden sich durch Vermehrung des Rindengewebes weit hervorstehende Flügel, zwischen welchen die Wurzeln hervorbrechen. Die zahlreichen Blätter haben eine entwickelte Scheide, von welcher die lange schmale Spreite durch eine Grube getrennt ist. Am Rande dieser Grube steht eine Ligula.

Die Sporangien sind in eine Vertiefung der Blattscheide eingesenkt; die Makrosporangien finden sich an den äußeren, die Mikrosporangien an den inneren Blättern. Beiderlei Sporangien werden von Zellfäden zwischen den Sporen durchzogen.

Die Entwicklung der Prothallien ist ähnlich wie bei *Selaginella*.

Isoëtes lacustris und andere Arten kommen in kalkarmen Seen auch in Deutschland vor.

Fossile Lycopodinen.

Die wichtigsten sind die *Lepidodendreen* und die *Sigillarieen*, welche mit mächtigen Stämmen in der Steinkohlenformation vegetierten, sich durch die Gestalt und Anordnung der Blattnarben unterscheiden. Die letzteren und ein Teil der ersteren besaßen cambiales Dickenwachstum; für die *Lepidodendreen* sind Makro- und Mikrosporen nachgewiesen, für die *Sigillarieen* ist ähnliches Verhalten wahrscheinlich. Als Rhizome zu Pflanzen beider Ordnungen gehörig dürften die *Stigmarien* zu betrachten sein.

Vierte Gruppe.

Die Gymnospermen.

Wie bei den Pteridophyten ist auch hier die aus der befruchteten Eizelle hervorgehende Pflanze in Stamm und Blatt gegliedert, besitzt Fibrovasalstränge und echte Wurzeln, dauert viele Jahre aus und erzeugt in gesetzmäßiger Wiederholung Sporen. Allein die von diesen Sporen gebildeten Prothallien treten nicht als selbständige, getrennt lebende Pflanzen auf, sondern die Befruchtung vollzieht sich, in unten näher zu besprechender Weise, auf der sporenbildenden Pflanze selbst; erst der durch die Befruchtung entstandene Embryo wird, eingeschlossen im Samen, von der Mutterpflanze abgeworfen; der Generationswechsel ist in der Samenbildung versteckt. Dadurch gehören die Gymnospermen der höchstentwickelten Stufe des Pflanzenreiches, den Samenpflanzen, Phanerogamen, an, verknüpfen diese aber durch die noch deutlich vorhandenen Prothallien und Archegonien, sowie andere Merkmale mit den höchstentwickelten Kryptogamen, den heterosporen Pteridophyten.

Mit einer einzigen, unten zu erwähnenden Ausnahme haben alle Gymnospermen Blüten, d. h. ihre sporangientragenden Blätter, von anderer Gestalt als die Laubblätter, sind nächst der Spitze eines begrenzten Sprosses zusammengestellt. Da die Sporangien hier gleich die Sexualorgane bilden, so kann man für die Gymnospermen sowie die Phanerogamen überhaupt die Blüte definieren als einen begrenzten Spross, dessen Blätter die Sexualorgane tragen. Die Sporangien sind stets von zweierlei Art, männliche Mikrosporangien und weibliche Makrosporangien; dieselben sind stets, nicht bloß wie bei *Selaginella* und *Isoëtes*, auf verschiedene Blätter, sondern auch auf verschiedene Blüten verteilt; wir unterscheiden daher hier nicht allein männliche und weibliche Blätter, sondern auch männliche und weibliche Blüten. Häufig stehen dieselben auf dem gleichen Individuum, dasselbe ist sonach monöisch; es giebt aber auch diöische Gymnospermen, so die *Cycadeen*, unter den Coniferen *Taxus*, *Juniperus* u. a.

Die männlichen Blätter, Staubblätter genannt, tragen in verschiedener Anzahl und Anordnung die Mikrosporangien, hier Pollensäcke genannt (Fig. 173 A a). In diesen Pollensäcken entstehen genau in derselben Weise wie bei den Pteridophyten die Mikrosporen, hier Pollenkörner, Blütenstaub, genannt, und werden durch das Aufspringen

der Pollensäcke entleert. Wie bei den Pteridophyten wird auch hier ein aus einer oder wenigen Zellen bestehendes rudimentäres Prothallium (Fig. 473 *B y*) in den Mikrosporen angedeutet; in der Entwicklung des übrigen Teiles aber zeigt sich eine erhebliche Differenz. Während bei den Pteridophyten in einem Antheridium Spermatozoiden erzeugt werden, wächst hier die größte Zelle des Pollenkorns unter geeigneten Bedingungen zum Pollenschlauch aus, wobei die Exine aufgerissen, abgestreift oder durchbohrt wird. In diesem Pollenschlauch werden keine Spermatozoiden gebildet, sondern es treten bei der Befruchtung Bestandteile des Inhalts durch die Membran des Schlauches hindurch zur Eizelle über.

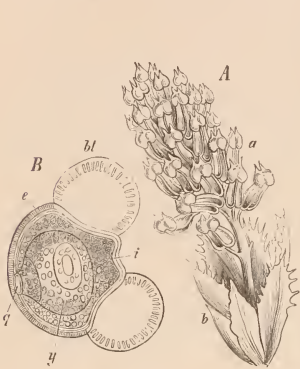


Fig. 173. *A* Männliche Blüte von *Abies pectinata*; *b* Hochblätter, *a* die Staubblätter mit je zwei seitlichen Pollensäcken. *B* ein Pollenkorn, stark vergrößert; *e* Exine mit blasigen Auftreibungen *bl*; *i* Intine; *y* rudimentäres Prothallium (nach Sachs).

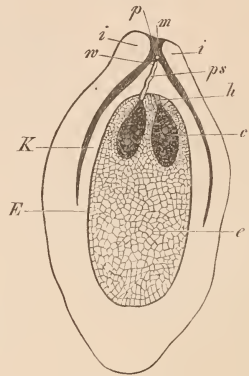


Fig. 174. Längsschnitt durch eine Samenanlage von *Abies* während der Befruchtung, schematisiert (15); *ii* Integument, *m* Mikropyle, *K* Kerngewebe. *E* Embryosack, *e* Endosperm, in dessen vorderem Teile zwei Archegonien, das rechts mit Centralzelle *c* und Halszelle *h*, das links eben vom Pollenschlauch *ps* befruchtet; *p* Pollenkorn auf der Kernwarze *w* liegend.

Die weiblichen Blätter, Fruchtblätter genannt, tragen an ihrem Rande oder an ihrer freien Oberfläche ein oder mehrere Makrosporangien, hier Samenanlagen (auch Samenknospen oder Ovula) genannt. Abgesehen von dem hier bei den Gymnospermen meist wenig entwickelten Stiel unterscheidet man an der Samenanlage:

1. Das Integument (Fig. 174 *i*), eine Hülle, welche, vom Grunde oder vom Umfange der Samenanlage entspringend, vorne nicht ganz geschlossen ist, sondern einen Gang, die Mikropyle (Fig. 174 *m*), frei lässt.

2. Das Kerngewebe (Nucellus, Fig. 174 *K*), den wesentlichen Teil der Samenanlage. In diesem Kerngewebe liegt ziemlich entfernt von der Mikropyle eine sehr große Zelle, die Makrospore, hier Embryosack genannt (Fig. 174 *E*). In diesem bildet sich das Prothallium, hier Endosperm genannt (Fig. 174 *e*), welches an seinem vorderen Ende zwei oder mehr Archegonien trägt. Das Archegonium besteht aus einer großen Zentral-

oder Eizelle (Fig. 174 c) und einem Hals, der von einer oder wenigen Zellen gebildet wird (Fig. 174 h).

Die Befruchtung wird dadurch eingeleitet, dass die Pollenkörner, welche durch den Wind auf die Mikropyle gelangt sind, und durch die hier ausgeschiedene Flüssigkeit auf das Kernende (Fig. 175 w) hinabgezogen wurden, von hier aus durch das Kerngewebe hindurch Pollenschläuche treiben. Der Pollenschlauch verdrängt die Halszelle und befruchtet die Eizelle.

Infolge der Befruchtung wird hier aber in der Regel nicht die ganze Eizelle zum Embryo, sondern in ihrem der Mikropyle entgegengesetzten Ende erfolgt freie Zellbildung und dadurch die Anlage eines oder mehrerer Embryonen. Obwohl nun in vielen Fällen aus einer Zentralzelle mehrere Embryonen hervorgehen und außerdem mehrere Archegonien in jeder Samenanlage vorhanden sind, enthält der reife Same doch stets nur einen einzigen Embryo, da alle übrigen von einem verdrängt werden.

Die Anlage eines Embryo gliedert sich aber selbst wieder in eine basale Zellreihe, den Embryoträger, und den eigentlichen Embryo. Durch Streckung des Embryoträgers wird der Embryo in das Endosperm hinein geschoben. Im heranreifenden Samen entwickelt sich der Embryo so weit, dass schon das Stämmchen mit den ersten Blättern und die erste Wurzel vorhanden sind. Die erste Wurzel (Fig. 175 w), Hauptwurzel oder Keimwurzel, auch Pfahlwurzel genannt, liegt gerade in der Verlängerung des meist kurzen Stämmchens, mit der Spitze dem Embryoträger angrenzend, somit der Mikropyle zugewendet. Das Stämmchen trägt am entgegengesetzten Ende ein Paar

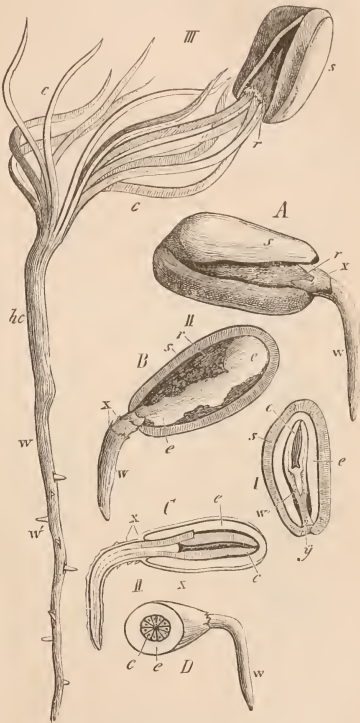


Fig. 175. Keimende Samen von *Pinus Pinea*; I der reife Samen, der Länge nach durchschnitten; s Samenschale, e Endosperm, w Keimwurzel, c Kotyledonen, y das Mikropyleende; II beginnende Keimung, A von außen, x der Embryosack, B nach Wegnahme der einen Schalenhälfte, e Endosperm; C Längsschnitt ohne Samenschale, D im Querschnitt, III vollendete Keimung; die Kotyledonen c entfalten sich, das hypokotyle Glied hc ist gestreckt (nach Sachs).

oder einen mehrzähligen Quirl von Blättern, welche von den folgenden Blättern der Pflanze etwas verschieden sind und Keimblätter, Kotyledonen, Samenlappen (Fig. 175 III, c) genannt werden. Bisweilen sind schon die folgenden Blätter an der Gipfelknospe, der Plumula, deutlich sichtbar. Der Teil des Stämmchens von den Kotyledonen abwärts heißt hypokotyles Glied (Fig. 175 III, hc); es geht allmählich in die Hauptwurzel über und wird mit dieser zusammen als Radicula, Würzelchen bezeichnet. Das auf die Kolytedonen folgende Internodium heißt epikotyles Glied.

Während der Embryo diese Ausbildung erreicht, wächst auch das Endosperm, so weit es nicht durch diesen verdrängt wird, noch kräftig fort und füllt sich mit Reservenernährungsstoffen; das Kerngewebe und das Integument verholzen und bilden die Samenschale; seltener werden die äußersten Schichten derselben saftig; die Samenanlage wird somit zum Samen.

Sonach besteht der reife Same aus folgenden drei Bestandteilen:

1. dem durch die Befruchtung entstandenen Embryo, welcher bereits in Stamm, Blatt und Wurzel gegliedert ist (Fig. 175 I, w bis c);
2. dem Endosperm, d. h. dem Prothallium, welches zugleich als Reservestoffbehälter dient (Fig. 175 I, e);
3. der Samenschale, hervorgegangen aus den außerhalb des Embryosacks gelegenen Geweben des Nucellus und des Integuments (Fig. 175 I, s).

In einzelnen Fällen (*Taxus*) entwickelt sich nach der Befruchtung noch eine weitere, äußere Hülle des Samens, der Samenmantel (*Arillus*).

Während die Samenanlage zum Samen wird, erfahren in der Regel auch die Fruchtblätter eigenartige Veränderungen.

Bei der Keimung, welche gewöhnlich erst nach einer Zeit der Ruhe erfolgt, tritt zuerst die Spitze der Hauptwurzel durch die Mikropyle hervor; entweder bleiben nun die Kotyledonen im Samen eingeschlossen und dienen nur der Aufsaugung und Überführung der Reservestoffe des Endosperms: durch eine Krümmung ihrer Basis wird alsdann die Plumula aus dem Samen hervorgezogen; oder (bei fast allen Coniferen) die Kotyledonen entfalten sich, heben den Samen empor, saugen mit ihren Spitzen die Reservestoffe völlig auf und dienen alsdann als die ersten grünen Blattorgane der Keimpflanze.

Die Gruppe umfasst drei in ihrem Habitus ziemlich verschiedene Klassen.

- Klasse XV. *Cycadaceae*. Der Stamm verzweigt sich sehr spärlich oder gar nicht; die Blätter sind groß und verzweigt.
- Klasse XVI. *Coniferae*. Der Stamm verzweigt sich reichlich axillär monopodial und trägt kleine, fast stets unverzweigte Blätter.
- Klasse XVII. *Gnetaceae*. Von verschiedenem Wuchse, aber in der Blütenbildung mit deutlicher Annäherung an die Angiospermen.

Klasse XV.

Cycadaceae.

Der Stamm verzweigt sich sehr spärlich oder gar nicht, die Blätter sind groß und verzweigt.

Die Cycadaceen sind Pflanzen, welche in vielen Dingen an die Farne erinnern, andererseits in ihrem Aussehen einige Ähnlichkeit mit den Palmen besitzen. Der Stamm ist knollig oder säulenförmig, dicht mit Blättern besetzt. Diese sind teils grüne, meist einfach gefiederte Laubblätter von meist lederartiger Beschaffenheit, welche jährlich oder erst nach mehreren Jahren wiederholt hervorgebracht werden und eine prächtige Krone am Ende des Stammes bilden. Zwischen den einzelnen Gruppen von Laubblättern stehen zahlreiche, nur aus dem Scheidenteil bestehende Schuppenblätter. Der Stamm besitzt kambiales Dickenwachstum.

Die Blüten stehen terminal am Stammende, und zwar männliche und weibliche auf verschiedenen Individuen. Den einfachsten Fall zeigen die weiblichen Pflanzen der Gattung *Cycas*; dieselben tragen in derselben Weise, wie an einem Farnstamm zwischen sterilen Blättern zeitweise solche mit Sori auftreten, eine Rosette von Fruchtblättern, über welchen derselbe Stamm weiter wachsend wieder Laubblätter erzeugt. Die Fruchtblätter (Fig. 176 A) sind den Laubblättern ähnlich gestaltet, nur kleiner und tragen an Stelle der unteren Fiedern die Samenanlagen (Fig. 176 A, s). Bei allen anderen Cycadaceen (ebenso auch die männlichen Blüten von *Cycas* selbst) sind die Blüten zapfenförmig, d. h. die begrenzte Achse ist mit kurzen schildförmigen Blättern dicht besetzt, welche in den weiblichen Blüten je zwei Samenanlagen (Fig. 176 B, s), in den männlichen zahlreiche Pollensäcke (Fig. 176 C, p) tragen.

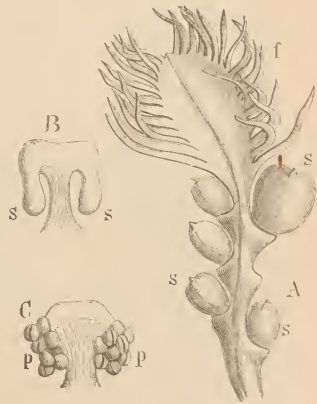


Fig. 176. Blütenteile von Cycadaceen. A Fruchtblatt von *Cycas revoluta* (1/4 nat. Gr.), f Seitenfiedern, s Samenanlagen. B Fruchtblatt von *Zamia muricata* mit zwei Samenanlagen s. C Staubblatt derselben mit den Pollensäcken p.

Die Samenanlagen erreichen eine bedeutende Größe, die von *Cycas* haben schon vor der Befruchtung etwa die Größe einer Kirsche; bei der Reife werden die äußersten Schichten des Integuments saftig. — Eine besondere Eigentümlichkeit der Cycadaceen ist die sogenannte Pollenkammer, eine Höhlung des Kerngewebes der Samenanlage zwischen der Mikropyle und dem Embryosack; in diese werden die Pollenkörner herabgezogen, um erst hier zu Pollenschläuchen auszuwachsen.

Der Embryo trägt zwei Kotyledonen, welche bei der Keimung nicht aus dem Samen hervortreten.

Die Cycadaceen bewohnen die tropischen und subtropischen Regionen, waren in der Vorwelt viel reicher und mannigfaltiger entwickelt. *Cycas revoluta* aus Japan und *C. circinalis* (Ostindien), *Zamia muricata* (Südamerika), *Dioon edule* (Mexiko), *Encephalartos* (Afrika), *Macrozamia* (Australien) u. a. werden bei uns in Gewächshäusern, erstgenannte auch in Zimmern kultiviert.

An die Cycadaceen schließt sich die ausgestorbene (vom Silur bis zur permischen Formation gefundene) Klasse der *Cordaitaceen* an, deren nackte eingeschlechtige Blüten zu Ähren vereinigt in den Achseln der parallelnervigen Blätter standen.

Klasse XVI.

Coniferae.

Der Stamm verzweigt sich reichlich axillär monopodial und trägt kleine, fast stets unverzweigte Blätter mit einem Nerven.

Diese Klasse enthält die auch bei uns zahlreich vertretenen Nadelbölzer. Der Embryo trägt eine auch fortan sich stark entwickelnde Hauptwurzel und zwei oder mehr Kotyledonen, welche bei der Keimung meist aus der Samenschale hervortreten und sich entfalten (Fig. 475). Der Stamm ist durch die regelmäßige monopodiale, racemöse Verzweigung ausgezeichnet; doch trägt hier nicht jede Blattachsel eine Knospe; die Blätter sind vorherrschend einnervig, schmal »nadelförmig«, doch kommen auch mehrnervige (z. B. *Araucaria imbricata*), selbst dichotomisch gelappte Blätter (*Ginkgo*) vor. In der Gewebebildung nähern sie sich sehr den Dikotyledonen der folgenden Abteilung, indem der Stamm, gleich jenem der Dikotyledonen, durch einen Cambiumring in die Dicke wächst; das sekundäre Holz enthält jedoch keine echten Gefäße, sondern besteht ganz und gar aus faserförmigen Tracheiden, deren Wände mit eigentümlichen gehöften Tüpfeln versehen sind (s. S. 54, Fig. 52); ferner ist als Eigentümlichkeit die den meisten Gattungen zukommende Harzbildung hervorzuheben.

Die Pflanzen sind vorherrschend monöisch, einzelne Gattungen diöisch. [*Taxus imbricata*]

Die männliche Blüte besteht aus einer mit Staubblättern besetzten verlängerten Achse (Fig. 473); die Staubblätter sind mehr oder weniger schildförmig und tragen an den Seiten oder unterseits zwei oder mehr Pollensäcke.

Die weiblichen Blüten sind bei den einzelnen Familien von verschiedenem Bau, lassen sich indes auf den Typus des Zapfens zurückführen, d. h. einer verlängerten Achse, deren Blätter, die Fruchtblätter, auf ihrer Oberfläche oder in ihrer Achsel eine, zwei oder mehr Samenanlagen tragen; letztere stehen aufrecht oder sind umgewendet, d. h. richten letzterenfalls ihre Mikropyle gegen die Basis des Fruchtblattes. Wenn auch zeitweise die

Fruchtblätter eines Zapfens fest aneinanderschließen, so bilden sie doch niemals eigentliche geschlossene Gehäuse, wie sie der folgenden Gruppe zukommen; insbesondere erfolgt die Bestäubung direkt auf den Samenanlagen.

Bei einigen Gattungen (z. B. *Pinus*, *Juniperus*) erfordert die Samenreife zwei Jahre, d. h. im ersten Jahre erfolgt bloß die Bestäubung, d. h. das Auffliegen der Pollenkörner auf die Mikropylen der dem gleichen Jahrgange angehörig weiblichen Blüten; die sich hier entwickelnden Pollenschläuche wachsen nur noch eine Strecke weit in das Kerngewebe hinein; alsdann erfolgt ein Ruhestadium; nahezu ein Jahr nach erfolgter Bestäubung setzen diese Pollenschläuche ihr Wachstum fort und vollziehen die Befruchtung, worauf sofort die Entwicklung des Embryos und Samenreife wie bei den übrigen Gattungen stattfinden.

Die Klasse gliedert sich in zwei Ordnungen:

Ordnung 4. Pinoideae.

Zapfenbildung vollkommen, die Samen von den Schuppen überragt, mit trockener Schale.

Fam. 1. *Araucarieae*. Fruchtblätter ungeteilt mit je einer umgewendeten Samenanlage, wie die Laubblätter spiralig angeordnet. — Südamerika, Südostasien, Australien.

Araucaria imbricata mit breiten, mehrnervigen Blättern, in Chile; *A. excelsa* mit einnervigen kantigen Blättern, auf der Norfolkinsel, beide mit sehr regelmäßiger Verzweigung.

Offizinell: Resina Dammarae von *Agathis Dammara* auf den malayischen Inseln und Philippinen (auch von den Dipterocarpaceen *Shorea micrantha* und *S. splendida*).

Fam. 2. *Abietineae*. Jedes Fruchtblatt besteht aus zwei hintereinanderstehenden, fast bis zur Basis getrennten Teilen; der äußere Teil, stets schmaler, meist auch kürzer (Fig. 177 B, c), wird als Deckschuppe bezeichnet; der innere, breitere, besonders zur Fruchtzeit sich stark vergrößernde Teil (Fig. 177, B, s), die Fruchtschuppe, steht anscheinend in der Achsel der Deckschuppe und trägt an der der Zapfenspindel zugewendeten Seite, und zwar an ihrer Basis, zwei umgewendete Samenanlagen (Fig. 177 A, sk). Man hat für dieses allerdings auffallende Verhältnis, dass die Fruchtschuppe in der Achsel der Deckschuppe steht, die verschiedensten Erklärungen versucht; der Ver-

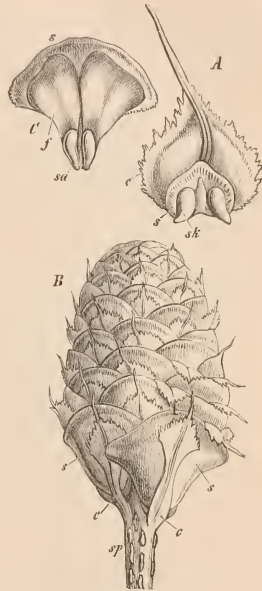


Fig. 177. *Abies pectinata*. A von der Spindel eines jungen Zapfens abgelöste Deckschuppe (c) von innen gesehen, daran die Fruchtschuppe s mit zwei Samenanlagen sk (vergr.). B ausgewachsener Zapfen (nat. Gr.) sp Spindel, c Deckschuppen, s Fruchtschuppen. C reife Fruchtschuppe mit zwei Samen sa und deren Flügeln f (nach Sachs).

gleich der übrigen Familien, bei welchen eine solche Trennung nicht oder nur in geringem Grade vorkommt, lässt die Deutung am einfachsten erscheinen, wonach die beiden Schuppen nur Teile eines Fruchtblattes sind, ähnlich wie der sterile und fertile Blatteil bei den Ophioglosseae. Indes sei hier auch jener Auffassung gedacht, dass die Deckschuppe ein wirkliches Deckblatt sei und in ihrer Achsel eine Blüte mit mehreren zur Fruchtschuppe verwachsenen Fruchtblättern trage; für die übrigen Familien würden sich dann entsprechende Abänderungen ergeben. — Die Zapfenschuppen sind spiralg angeordnet. Die reifen Samen erhalten fast stets einen Flügelanhang, welcher indes nicht der Samenschale, sondern der Innenfläche der Fruchtschuppe entstammt (Fig. 477 C, f).

Die Staubblätter tragen je zwei Pollensäcke; die Pollenkörner sind häufig mit blasenförmigen Auftreibungen der Exine (s. Fig. 473 B, bl) ausgestattet, die mit Luft gefüllt sind. Blüten stets monöisch.

Die Laubblätter sind spiralg angeordnet, stets ungeteilt, einnervig; Winterknospen mit Knospenschuppen. — Kotyledonen stets mehr als zwei, in wechselnder Anzahl, sehr häufig fünf.

Die wichtigsten Gattungen unterscheiden sich in folgender Weise:

- A. Keine Kurztriebe; Fruchtschuppen flach; Samenreife einjährig. — Der Stamm trägt kräftige Seitenzweige (Quirläste) in den obersten Blattachsen jedes Jahrestriebes und außerdem schwächere Seitenzweige in einzelnen Blattachsen. Die männlichen Blüten stehen in den Achseln der vorjährigen Blätter.

I. Deckschuppen ungefähr so lang als die Fruchtschuppen.

1. Zapfen aufrecht, bei der Reife zerfallend; Laubblätter flach, mit kreisrunder Basis, nicht erhaben eingefügt 4. Abies.
2. Zapfen hängend, nicht zerfallend; Laubblätter flach, mit quergestreckter Basis einer schwachen Erhabenheit eingefügt 2. Pseudotsuga.

II. Deckschuppen viel kürzer als die Fruchtschuppen; Zapfen hängend, nicht zerfallend; Laubblätter einer stark erhabenen Riefe eingefügt.

1. Laubblätter vierkantig mit zwei seitlichen Harzgängen 3. Picea.
2. Laubblätter flach mit einem unterseitigen Harzgang 4. Tsuga.

B. Lang- und Kurztriebe.

I. Fruchtschuppen flach; Laubblätter an Lang- und Kurztrieben; Verzweigung des Stammes unregelmäßig.

1. Laubblätter sommergrün; Samenreife einjährig 5. Larix.
2. Laubblätter wintergrün; Samenreife zweijährig 6. Cedrus.

II. Fruchtschuppen an der Spitze verdickt; Laubblätter nur an Kurztrieben; nur Quirläste 7. Pinus.

4. Abies Tanne. Die Laubblätter sind flach, zweischneidig, unterseits mit zwei weißen Streifen versehen; der Zapfen steht in der Achsel eines Blattes des vorjährigen Triebes weit rückwärts von dessen Spitze und zerfällt bei der Reife derart, dass Deck- und Fruchtschuppe unter sich verbunden nebst den Samen von der stehenbleibenden Spindel sich lösen (Fig. 477 B). Hierher A. pectinata, die Edel- oder Weißtanne, deren vorne ausgerandete Nadeln an den Zweigen nach zwei Seiten kammförmig abstehen; nahe verwandt A. Nordmanniana aus dem Kaukasus, als Zierpflanze kultiviert; A. balsamea in Nordamerika liefert den Kanadabalsam; A. cephalonica in Griechenland und A. pinsapo in Spanien haben spitze Nadeln, die bei letzterer ringsum sparrig abstehen.

2. Pseudotsuga Douglasii in Kalifornien; die Laubblätter sind flach, unterseits nur schwach gestreift.

3. *Picea*, Fichte. Die Zapfen stehen an der Spitze des vorjährigen Triebes, hängen bald nach der Bestäubung nach abwärts und lassen die Samen ausfallen; bei mehreren Arten, so unserer *P. excelsa*, Rottanne, sind die Nadeln seitlich zusammengedrückt, meist allseitig grün; bei einigen indes, z. B. *P. Omorica* in Serbien, *P. ajanensis* in Ostasien, sind die Nadeln median flachgedrückt und oberseits weißgestreift.

4. *Tsuga*. *T. canadensis*, Schierlingstanne, in Nordamerika hat unterseits weißgestreifte Nadeln, überhängende Zweigspitzen, kleine Zapfen; andere Arten in Kalifornien, im Himalaya und in Japan.

5. *Larix*, Lärche. Die Blätter stehen spiralig am Langtrieb, sowie auch büschelig zahlreich an Kurztrieben, die aus den Blattachseln des vorjährigen Langtriebes hervorkommen, sich jedes Jahr nur wenig verlängern, aber wieder in Langtriebe übergehen können. Die männlichen Blüten stehen an der Spitze unbeblätterter, die Zapfen an der Spitze beblätterter Kurztriebe. *L. europaea* in den Alpen und Karpathen einheimisch, andere Arten in Sibirien und Nordamerika.

6. *Cedrus*, Ceder. *C. Libani* in Kleinasien, *C. Deodara* im Himalaya.

7. *Pinus*, Kiefer. Die Fruchtschuppen tragen an der verdickten Spitze ein meist rhombisches Feld, die Apophyse; die Samenreife dauert zwei Jahre. Die grünen, mehrere Jahre lebenden Nadeln stehen nur zu 2, 3 oder 5 an Kurztrieben, die an ihrer Basis Niederblätter tragen, sich nicht verlängern und aus der Achsel schuppenförmiger Blätter des Langtriebes des gleichen Jahres entspringen. Die männlichen Blüten nehmen die Stelle von Kurztrieben an der Basis des diesjährigen Langtriebes ein und stehen hier dichtgedrängt; die Zapfen stehen ebenfalls an der Stelle von Kurztrieben, meistens an der Spitze des diesjährigen Langtriebes. — Bei der Untergattung *Pinaster* ist die Apophyse rhombisch, mit Querkiel, ungefähr in der Mitte genabelt; meist nur zwei grüne Nadeln an jedem Kurztrieb. Hierher *P. silvestris*, die gemeine Kiefer oder Föhre, deren Zapfen sich auf einem kurzen Stiele abwärts biegen; die Winterknospen sind an der Spitze abgerundet; *P. montana*, Krummholzkiefer, in den Alpen und Gebirgen, deren Stamm häufig niederliegt, aber auch aufrecht vorkommt, mit ungestielten, wagerecht abstehenden Zapfen: *P. Laricio*, Schwarzkiefer, in Südeuropa, mit zugespitzten Winterknospen; *P. Pinea*, Pinie, in Südeuropa, mit großen, essbaren Samen, deren Flügel nur klein ist. — Bei der Untergattung *Strobus* ist die Apophyse halbrhombisch, nahe dem Vorderrande gekielt und genabelt, fünf grüne Nadeln an jedem Kurztrieb; hierher *P. Strobus*, Weymouthskiefer, aus Nordamerika, und *P. Cembra*, Zirbelkiefer, in den Alpen und Karpathen, letztere mit ungeflügelten Samen und zerfallenden Zapfen.

Offizinell: Terebinthina, das mit ätherischem Terpentinöl gemengt ausfließende Harz (auch Oleum Terebinthi, Pix liquida und Colophonium) verschiedener Arten, besonders von *Pinus Pinaster* und *P. Laricio*.

Fam. 3. *Sequoieae*¹⁾ (*Taxodieae*). Die Zapfenschuppen sind nur an der Spitze etwas geteilt; die Samenanlage ist wenigstens anfangs aufrecht; Blätter und Zapfenschuppen spiralig gestellt.

Taxodium distichum, Sumpfcypresse, in Nordamerika; die mit mehrzeilig gestellten, zweiseitig abstehenden Blättern besetzten schwächeren Zweige fallen alljährlich im Herbst ab. — *Sequoia (Wellingtonia) gigantea*, Mammutbaum, in Kalifornien, besonders durch die Dimensionen und das hohe Alter der dort vorkommenden Bäume merkwürdig; als Ziergehölz bei uns kultiviert. — *Sciadopitys verticillata* aus Japan trägt an den Langtrieben nur Schuppenblätter; aus den Achseln der vordersten eines jeden Jahrestriebes entspringen »Doppelnadeln«, d. h. Kurztriebe, deren beide allein vorhandene Laubblätter mit einander verwachsen sind.

¹⁾ Wegen der naheliegenden Verwechslung des herkömmlichen Namens *Taxodieae* mit *Taxoideae* schlage ich für diese Familie den Namen *Sequoieae* vor.

Fam. 4. Cupressineae. Die Zapfenschuppen lassen nur gegen die Spitze die Andeutung einer Teilung (Fig. 178 *B, f, d*) erkennen; die Samenanlage ist stets aufrecht; Blätter und Zapfenschuppen quirlig gestellt.

Die Blätter stehen in zwei- oder dreigliedrigen Quirlen und sind meist an ihrer Basis mit der Rinde des Zweiges verschmolzen. Die Zapfenschuppen, in verhältnismäßig geringer Anzahl vorhanden, tragen innen an ihrer Basis zwei oder mehr Samenanlagen; *Juniperus communis* und die verwandten Arten haben nur je eine etwas seitlich stehende Samenanlage innerhalb jeder Schuppe, so dass es scheint, als würden die drei Samenanlagen mit den drei Schuppen alternieren. Die Blüten sind monöcisch oder diöcisch.

Bei *Juniperus* (diöcisch) werden die Zapfenschuppen bei der Reife saftig und verwachsen zusammen zu einer Beere; bei der Untergattung *Oxycedrus* (wobin *J. communis*, der gemeine Wacholder) stehen die am Grunde gegliederten Blätter in drei-

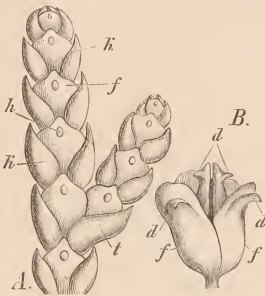


Fig. 178. *A* Zweig von *Thuja occidentalis* (6 mal vergr.). *k* Kanten-, *f* Flächenblätter, *h* Harzbehälter, *t* Tragblatt eines Seitenzweiges. *B* reifer Fruchtzapfen von *Biota orientalis* (nat. Größe). *f* Zapfenschuppen, an welchen die der Deckschuppe entsprechende Spitze *d* frei vorragt.

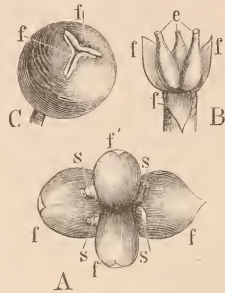


Fig. 179. *A* junger Beerenzapfen von *Juniperus Sabina*, von oben gesehen (vergr.); *ff* die beiden unteren Zapfenschuppen, mit je zwei Samenanlagen *S*; *f'* der obere sterile Quirl von Zapfenschuppen; *B* junger Beerenzapfen von *Juniperus communis* nach Entfernung der Hochblätter; *fff* die drei Zapfenschuppen (die vordere zurückgeschlagen); *e* die drei Samenanlagen; *C* reifer Beerenzapfen derselben Pflanze; die drei Schuppen *f* sind noch erkennbar.

zähligen Quirlen, entsprechend trägt der Zapfen drei Schuppen; bei der Untergattung *Sabina* (wobin *J. Sabina*, *J. virginiana* u. a.) stehen die Blätter meist in zweigliedrigen Quirlen, ebenso die Zapfenschuppen (Fig. 179 *A*). — *Thuja occidentalis*, Lebensbaum, aus Nordamerika, häufig kultiviert. Die Zapfenschuppen werden holzig und springen kapselartig auf; die Samen sind mit einem Flügelsaum umzogen. Die dekussierten Blätter ragen nur wenig über die Zweigoberfläche vor und tragen einen höckerförmig vorspringenden Harzbehälter, die an den Kanten des plattgedrückten Zweiges stehenden (Fig. 178 *A, k*) sind gekielt, die flächenständigen (Fig. 178 *A, f*) flach; die Zweige verästeln sich in den letzten Graden nur in einer Ebene und sind dorsiventral ausgebildet und sehen daher verzweigten Blättern entfernt ähnlich. — Ähnlich *Biota orientalis* aus China mit flügellosen Samen und eingedrückt linienförmigem Harzbehälter der Blätter, bilateralen aufrechten Zweigen. — *Cupressus sempervirens*, Cypresse, in Südeuropa, mit schildförmig gestielten Zapfenschuppen; letzteres auch bei *Chamaecyparis*, wohin beliebte Zierbäume gehören. — Die auf die Kotyledonen folgenden Blätter der Keimpflanzen sind noch nicht schuppenförmig, kurz, sondern lang, nadelförmig. Durch Stecklinge von den Keimpflanzen lässt sich diese Form für die ganze

Pflanze fixieren; solche Formen verschiedener Arten von *Chamaecyparis*, von *Thuja occidentalis* wurden früher irrthümlich als besondere Species beschrieben.

Offizinell: *Fructus Juniperi*, die Früchte von *Juniperus communis*.

Ordnung 2. Taxoideae.

Zapfenbildung unvollkommen, die Samen mit fleischiger Schale oder Arillus versehen, über die Fruchtblätter vorragend, oder letztere fehlen.

Fam. 1. Taxeae. Samenanlagen aufrecht.

Taxus baccata, die Eibe; diöcisch; die Samenanlagen stehen ohne Fruchtblätter einzeln am Ende je eines sehr kurzen, mit Hochblättern besetzten Zweigleins (Fig. 180 B); der Same wird bis zur Reifezeit von einem später rot und fleischig werdenden Arillus (Fig. 180 B, a; A, f) umwachsen. Die spiralig gestellten Blätter stehen nach zwei Seiten ab, sind flach, nadelförmig, unterseits heller grün, aber ohne weißen Streifen; hierdurch ist der Baum sofort von der im Habitus der Zweige ähnlichen Edeltanne zu unterscheiden. — *Ginkgo biloba* in China und Japan hat gestielte, dichotomisch gelappte, mit dichotom verzweigten Nerven versehene breite Blätter und erinnert auch im Wuchs an manche Laubbäume; die weibliche Blüte ist langgestielt und besteht aus meist zwei Samenanlagen ohne Fruchtblätter, welche bei der Reife außen saftig werden. — *Phyllocladus* in Neuholland hat blattartig verbreiterte Äste.

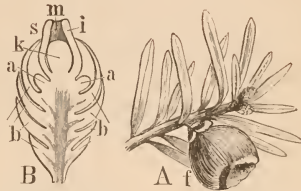


Fig. 180. *Taxus baccata*, A Zweig eines weiblichen Baumes mit einer Frucht *f* (nat. Größe). B weibliches Blütenzweiglein im Längsschnitt (20 mal vergr.), *b* schuppenartige Hochblätter, welche auch noch an der Basis der Frucht wahrnehmbar sind; *s* die scheinbar terminale Samenanlage mit Integument *i*, der Mikropyle *m* und dem Kern *k*; *aa* die Anlage des erst später heranwachsenden Arillus.

Fam. 2. Podocarpeae. Samenanlagen umgewendet.

Podocarpus und einige andere Gattungen in Ostasien und auf der südlichen Hemisphäre.

Klasse XVII.

Gnetaceae.

Die Gnetaceen unterscheiden sich von den Coniferen dadurch, dass sowohl die männlichen als die weiblichen Blüten Umbüllungen besitzen, die dem Perigon der Angiospermen ähnlich sind. Die Blätter sind gegenständig; der sekundäre Holzkörper enthält echte Tracheen.

Ephedra vulgaris ist ein in Südeuropa vorkommender niedriger Strauch vom Aussehen eines Equisetum, mit langen aufrechten Zweigen und kleinen, sehr entfernt stehenden, zu stengelumfassenden Scheiden verwachsenen Blättern und diöcischen Blüten. — *Welwitschia mirabilis*, eine merkwürdige Pflanze Westafrikas, ist ausgezeichnet durch einen ganz kurz bleibenden, eine riesige Rübe darstellenden Stamm, der nur zwei sehr große Laubblätter und in deren Achseln verzweigte Blütenstände trägt.

Fünfte Gruppe.

Die Angiospermen.

Diese Gruppe stimmt mit der vorhergehenden Gruppe der Gymnospermen in dem allgemeinen Aufbau des Pflanzenkörpers und in der Bildung von Samen überein, welche den durch die Befruchtung entstandenen Embryo enthalten und von der Mutterpflanze im Zustande der Reife abgeworfen werden. Deshalb fasst man auch beide Gruppen als Samenpflanzen, Spermaphyten, Phanerogamen, zusammen. Die in der Blüte vorhandenen Fortpflanzungsorgane sind im wesentlichen dieselben, wie bei den Gymnospermen; doch sind, wie im Folgenden näher gezeigt werden soll, folgende Verschiedenheiten hervorzuheben: Die Samenanlagen stehen nicht frei auf der Oberfläche der Fruchtblätter, sondern diese letzteren bilden ein geschlossenes Gehäuse, den Fruchtknoten, welcher die Samenanlagen einschließt und mit einem Aufnahmsorgan für die Pollenkörner, der Narbe, versehen ist. Vor der Befruchtung bildet sich im Embryosack kein Prothallium, sowie keine Archegonien, sondern die Eizelle entsteht direkt durch freie Zellbildung im Embryosack. Ebenso unterbleibt auch in den Pollenkörnern die rudimentäre Prothallienbildung; dieselben sind stets einzellig.

Die Blüte im allgemeinen. Während bei den Gymnospermen die Staub- und Fruchtblätter auf verschiedene Blüten verteilt, die Blüten sonach eingeschlechtig sind, ist es bei den Angiospermen vorherrschend Regel, dass in einer Blüte sowohl Staub- als Fruchtblätter vorhanden sind; solche Blüten heißen demnach zweigeschlechtig, hermaphrodit, Zwitterblüten (durch das Zeichen ♂ ausgedrückt). Es kommen indes auch eingeschlechtige, diklinische Blüten vor, wie bei den Gymnospermen; doch lässt sich wenigstens in vielen Fällen das Fehlen des einen Geschlechtes auf eine Verkümmern in der typisch zweigeschlechtigen Blüte zurückführen. Nach der Verteilung der eingeschlechtigen Blüten auf die Individuen sind die Pflanzen monöcisch oder diöcisch. Kommen endlich auf demselben Individuum sowohl eingeschlechtige, als hermaphrodite Blüten vor, so heißt die Pflanze polygam.

An der Blütenbildung beteiligen sich aber bei den Angiospermen nicht bloß die Staub- und Fruchtblätter, sondern in der weitaus größeren Mehrzahl der Fälle noch unterhalb dieser stehende Blattgebilde, welche selbst keine Fortpflanzungszellen erzeugen, aber doch indirekt bei der Fortpflanzung funktionieren: das Perigon oder die Blütenhülle.

Sonach besteht eine typische Angiospermenblüte aus folgenden, stets in der gleichen Ordnung von unten nach oben aufeinanderfolgenden Teilen:

1. dem Perigon (Blütenhülle, Perianthium: Fig. 181 *K_e*, *K*, s. S. 211);

2. dem *Andröceum*, d. h. der Gesamtheit sämtlicher in einer Blüte vorhandener Staubblätter (Fig. 484 *f*);

3. dem *Gynäceum*, d. h. der Gesamtheit sämtlicher in einer Blüte vorhandener Fruchtblätter nebst den Samenanlagen (Fig. 484 *F*, *S*).

Wie Fig. 484 zeigt, ist auch die Blütenachse gewöhnlich nicht so verlängert, wie bei den Gymnospermen, sondern verbreitert und stellt einen Blütenboden, *Torus*, vor, auf welchem die Blattgebilde dichtgedrängt entspringen, so dass die untersten zu äußerst, die obersten zu innerst zu stehen kommen.

Die Blütenachse schließt, mit Ausnahme einzelner abnormer Fälle, mit Erzeugung der obersten Blattgebilde der Blüte ihr Wachstum und ihre Thätigkeit ab; dieselben tragen (von einzelnen monströsen Bildungen abgesehen) niemals Knospen in ihren Achseln. Der Teil der Achse unter den Blattgebilden der Blüte ist häufig verlängert und heißt Blütenstiel (*Pedunculus*); derselbe ist entweder die direkte Fortsetzung eines Sprosses oder ein Seitenzweig, welcher unter der Blüte selbst ein oder mehrere Hochblätter, Vorblätter (*Prophylla*) trägt. Ist der Blütenstiel wenig oder gar nicht entwickelt, so heißt die Blüte sitzend (*sessilis*).

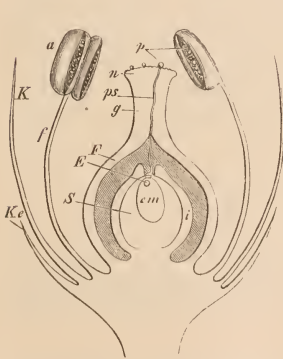


Fig. 181. Schema einer Angiospermenblüte im Längsschnitte; *Ke* Kelch, *K* Krone, zusammen das Perigon bildend. *f* Staubblatt mit Anthere *a*; *F* Fruchtknoten mit Narbe *n*, Samenanlage *S*. — *p* Pollenkörner; *ps* Pollenschlauch; *g* Griffel, *em* Embryosack, *E* Eizelle; *i* Integument.

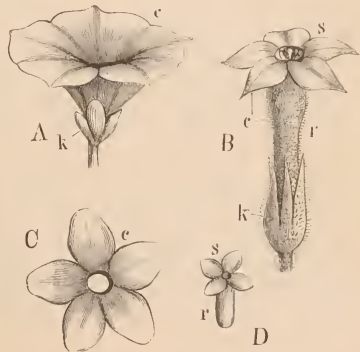


Fig. 182. Verwachsenblättrige Kelche und Kronen. *A* Blüte von *Convolvulus arvensis* mit trichterförmiger Krone *c* und fünfteiligem Kelche *k*, *B* von *Nicotiana Tabacum* mit fünf-spaltigem Kelch *k*, die Krone *c* in Röhre *r* und Saum *s* getrennt, dieser fünfteilig. *C* radförmige Blumeukrone von *Sambucus*. *D* synsepaler Kelch von *Daphne Mezereum* mit Röhre *r* und Saum *s*.

Die **Blütenhülle** (*Perigon*, *Perianthium*) fehlt nur bei wenigen Familien (z. B. *Piperaceen*) oder Gattungen vollständig (*achlamydeische* Blüte). Sie besteht entweder aus lauter unter sich gleichartigen Blättern (*einfaches Perigon*, *homochlamydeische* Blüte) oder aus zwei von außen nach innen aufeinander folgenden Teilen, die sich durch ihre Struktur und

Beschaffenheit unterscheiden (heterochlamydeische Blüte); der äußere, Kelch (*Calix*) genannt, besteht aus Blättern (Kelchblätter, *Sepala*) von derberer Struktur, meist grüner Farbe und geringerer Größe; der innere, die Krone (*Corolla*), ist gebildet von den Kronenblättern (*Petala*), die meist zart, weiß oder verschiedentlich gefärbt sind (z. B. Rose, Geranium, Flachs). In manchen Fällen fehlt der eine der beiden Teile, während er bei verwandten Pflanzen entwickelt ist, so z. B. der Kelch bei den Compositen, die Krone bei Daphne; im letzteren Falle (*apetale Blüten*) nimmt dann häufig der Kelch eine Beschaffenheit an, wie sie sonst die Krone zu zeigen pflegt, er wird korollinisch (*petaloid*).

Das einfache Perigon ist entweder von kalieinischer (*prophylloid*) Beschaffenheit, d. h. so wie sonst die Kelchblätter zu sein pflegen (z. B. Brennessel), oder korollinisch (*petaloid*, z. B. *Aristolochia*, *Liliaceen*); die Blätter eines einfachen Perigons heißen auch *Tepala*.

Die einzelnen Blätter des Perigons sind entweder vollständig bis zum Grund von einander getrennt, frei (*Corolla eleutheropetala*, auch *choripetala* genannt, *Calix eleutherosepalus*, z. B. *Cruciferen*), oder mehr oder minder weit von der Basis aus zu einer Röhre verwachsen (vergl. oben S. 44, Fig. 42), welche oben in so viel Zähne oder Lappen ausgeht, als ursprünglich Blätter vorhanden sind (*Corolla sympetala*, auch *gamopetala* genannt, Fig. 482 A, B, C, c, *Calix synsepalus*, Fig. 482 B, k, z. B. bei der Tabakpflanze, der Schlüsselblume, *Primula*, der Kelch allein verwachsen bei der Nelke, *Dianthus*, bei Daphne, Fig. 482 D [mit unterdrückter Krone]). Auch das einfache Perigon kann aus einzelnen Blättern (*Perigonium eleutherophyllum*, z. B. *Amarantus*), oder einer Röhre (*P. symphyllum*, z. B. *Aristolochia*) bestehen; dabei können selbst Blätter zweier Quirle zu einer einzigen gemeinschaftlichen Röhre verwachsen, z. B. bei *Hyacinthus* und verwandten Pflanzen.

Die Gestalt verwachsener Kronen ist bald glockenförmig, z. B. bei der Glockenblume, *Campanula*, trichterförmig, z. B. bei der Winde (Fig. 482 A), radförmig, z. B. beim Hollunder (Fig. 482 C). Häufig ist die Sonderung in einen röhrenförmigen Teil (Röhre, *Tubus*) (Fig. 482 B, r) und einen mehr oder weniger ausgebreiteten Saum (*Limbus*, Fig. 482 B, s). Andere eigentümliche Formen hängen mit der Symmetrie der Blüte zusammen.

Die kronenartigen Perigonblätter sind häufig in Stiel und Spreite gegliedert, welche dann Nagel und Platte genannt werden (z. B. bei der Nelke, Fig. 483 A, B). Ligularbildungen sind die sogenannten Nebenkronen (*Paracorolla*) bei *Lychnis* (Fig. 483 B, l) u. a. Selten ist Teilung oder Verzweigung der Kronenblätter, z. B. bei manchen Nelken (Fig. 483 A), während die ausgerandete oder verkehrt herzförmige Gestalt häufiger vorkommt. Manche Kronen- oder Perigonblätter (z. B. Veilchen, *Orchis*) haben spornförmige Erweiterungen, welche der Ausscheidung oder Aufbewahrung des Nektars dienen.

Als Außenkelch (*Caliculus*) bezeichnet man Blattbildungen, welche außerhalb des Kelches dicht unter demselben gleichsam einen äußersten

Kreis der Blütenhülle vorstellen, es sind dies entweder die paarweise verwachsenen Nebenblätter der Kelchblätter selbst (z. B. die kleinen Blättchen zwischen den Kelchblättern bei *Potentilla* (Fig. 483 C, a), oder Hochblätter, welche nahe an den Kelch hinaufgerückt sind (z. B. *Malvaceen*). Ein solches

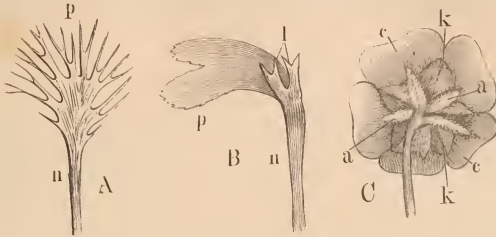


Fig. 133. A Kronenblatt von *Dianthus superbis* mit Nagel *n* und Platte *p*, letztere gespalten. B Kronenblatt von *Lychnis* mit Nagel *n*, Platte *p* und Ligula *l*. C Blüte von *Potentilla* von unten gesehen. *c* Krone, *a* Außenkelch, *k* Kelch.

Hinaufrücken von Hochblättern bis dicht an die Blüte, so dass sie oberflächlich betrachtet als Teile der Blütenhülle erscheinen, kommt überhaupt öfters vor; z. B. bei der Leberblume, *Anemone hepatica*.

Tritt eine abnorme Vermehrung der korollinischen Blattgebilde der Blüte ein, sei es auf Kosten der Staubblätter, oder unabhängig von diesen, so heißt die Blüte gefüllt, z. B. bei vielen Gartensorten der Tulpen, Rosen, Nelken u. a. *)

Das **Andröceum** ist die Gesamtheit der Staubblätter in einer Blüte, auch Staubgefäße oder Staubfäden (*Stamina*) genannt. Das Staubblatt besteht aus zwei Teilen, einem zarten, meist stielartig dünnen Träger, dem Filament (Fig. 484 s), und dem die Pollensäcke (Fig. 484 D, p) einschließenden Organ, welches Anthere, Staubbeutel oder Staubkolben genannt wird (Fig. 484 a).

Die Anthere besteht aus zwei Längshälften (*Thecae*), deren jede meistens zwei Pollensäcke (Fig. 484 D, p) enthält; diese beiden Antherenhälften werden durch das oberste Stück des Filaments, das Konnektiv (Fig. 484 c), zusammen gehalten. Dieses ist bisweilen sehr schmal, so dass die beiden Antherenhälften dicht aneinanderliegen (Fig. 484 A, a); dabei ist es entweder vom Filament nicht scharf getrennt und die Anthere sitzt dann einfach am oberen Ende des Filaments; oder es ist gelenkartig abgesetzt, so dass die Anthere samt dem Konnektiv auf der Spitze des Filamentes drehbar ist (*Anthera versatilis*, Fig. 484 A₂). Das Konnektiv ist aber auch oft breiter, so dass die beiden Antherenhälften weit auseinander

*) Nur äußerlich ähnlich ist die sog. Füllung bei den *Compositen*; s. dort.

gerückt sind (Fig. 184 B); ja es ist oft sehr stark in die Breite gezogen und dabei ganz dünn, so dass es mit dem Filament eine T-förmige Figur bildet (Fig. 184 C); bei dieser Pflanze, dem Salbei, kommt noch die Eigentümlichkeit hinzu, dass die eine Antherenhälfte fehlschlägt und zu anderen Zwecken umgeformt wird. Seltener (z. B. Einbeere, Fig. 185 C) ist das Konnektiv noch über die Anthere hinaus in eine Spitze oder Borste ver-

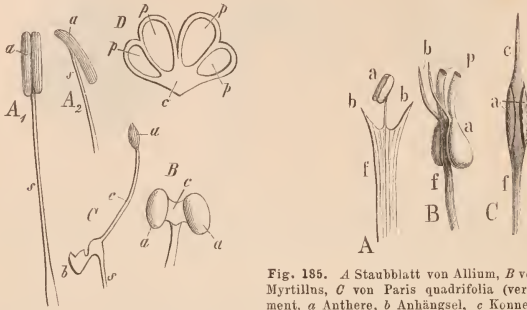


Fig. 185. A Staubblatt von *Allium*, B von *Vaccinium Myrtillus*, C von *Paris quadrifolia* (vergr.). f Filament, a Anthere, b Anhängsel, c Konnektiv, p Pore mit der die Antherenhälfte sich öffnet.

Fig. 184. Staubblätter A_1 von *Lilium*, s das Filament, a die Anthere, A_2 dasselbe von der Seite gesehen. B von *Tilia*, a Antherenhälfte, c Konnektiv, C von *Salvia*; s Filament, c Konnektiv, a Antherenhälfte, b metamorphosierte Antherenhälfte. D Querschnitt der Anthere von *Hypericum* (vergr.), p die 4 Pollensäcke, c Konnektiv.

längert; die beiden Antherenhälften erscheinen dann seitlich dem Filament anliegend. — Konvergieren die beiden Antherenhälften gegen die Oberseite des Staubblattes (Fig. 184 D), dann heißt die Anthere intrors; konvergieren sie gegen die Unterseite: extrors.

Das Filament ist gewöhnlich stielartig rund, von zartem farblosen oder gefärbten Gewebe, bisweilen aber auch bandartig verbreitert; ist es sehr kurz, so wird die Anthere sitzend genannt.

Bei einigen Pflanzen (z. B. *Allium*, Fig. 185 A) besitzt das Filament Anhängsel, bei anderen (z. B. *Ericaceen*, Fig. 185 B, *Asclepiadeen*) sind die Antheren selbst mit Anhangsgebilden, wie Sporne u. dgl., ausgestattet.

Bei gewissen Pflanzen, z. B. *Ricinus*, *Myrtaceen*, sind die Staubblätter, d. h. die Filamente verzweigt, und zwar entweder, wie gewöhnlich die Blätter, in einer zur Medianebene senkrechten Ebene (z. B. *Myrtaceen*), oder in verschiedenen Richtungen (z. B. *Ricinus*, Fig. 186); die letzten Endigungen des verzweigten Filaments tragen die Antheren oder, wenn auch das Konnektiv sich spaltet, die Antherenhälften.

Hiermit äußerlich ähnlich, im Wesen aber grundverschieden ist die Verwachsung mehrerer nebeneinander stehender Staubblätter (z. B. *Papilionaceen*); je nachdem nun die Staubblätter einer Blüte sämtlich zu einem

Bündel (gewöhnlich einer Röhre) oder in zwei, drei u. s. w. Gruppen vereinigt sind, heißen sie ein-, zwei-, dreibrüderig (*mono-, di-, triadelpa*). Die Antheren und häufig die oberen Enden der Filamente sind dabei gewöhnlich frei. Sehr kompliziert wird das Verhältnis, wenn Verwachsung und Verzweigung der Filamente zugleich vorkommen, z. B. bei den *Malvaceen*. Bei den *Compositen* (z. B. Sonnenrose, Distel) sind die Filamente frei, aber die Antheren seitlich aneinander geklebt, nicht vom Ursprung aus verwachsen.

Außerdem sind die Staubblätter häufig mit anderen Blütenteilen, besonders dem Perigon verwachsen, so dass die Filamente oder, wenn diese sehr kurz sind, die Antheren nicht an der Blütenachse, sondern an den Perigonblättern inseriert erscheinen. Es findet sich dieses Verhältnis vorzugsweise da, wo die Kronen- oder Perigonblätter selbst zu einer Röhre verwachsen sind (z. B. *Primula*).

Staubblätter, welche keine Antheren tragen, heißen *Staminodien*; solche finden sich z. B. in weiblichen Blüten, welche aus Zwitterblüten hervorgegangen sind, außerdem aber besonders dann, wenn die Staubblätter eine andere Funktion übernehmen, z. B. die Honigabsonderung. Letztere kann zwar an normalen pollenbildenden Staubblättern stattfinden (z. B. *Clematis integrifolia*, *Corydalis*, Veilchen); vielfach geht aber die ursprüngliche Funktion, die Pollensäcke zu tragen, hierbei verloren und die Staubblätter werden zu honigbildenden *Staminodien*, *Honigblättern*. Solche sind z. B. bei den *Ranunculaceen* sehr verbreitet, wo sie bald noch die äußere Form der normalen Staubblätter besitzen (*Pulsatilla*), bald mehr oder minder röhrig werden (*Helleborus*), ja sogar zugleich kronenartige Ausbildung erfahren können (*Ranunculus*).

Bei manchen spiralig gebauten Blüten (z. B. *Nymphaea*) finden sich Zwischenstufen zwischen Kronenblättern und Staubblättern, so dass der Übergang ein ganz allmählicher ist.

Die *Pollensäcke* sind in den Antheren enthalten, gewöhnlich in jeder Antherenhälfte zwei übereinander liegende (Fig. 184 *D, p* und Fig. 187 *ps*), seltener je ein oder je vier Pollensäcke. Die Pollenmutterzellen entstehen durch wiederholte Zweiteilung weniger ursprünglicher Zellen und werden anfänglich umgeben von mehreren Wandschichten (Fig. 187 *t* und *w*), wovon die innerste später aufgelöst wird, die äußeren teilweise spiralförmige Verdickungen der Zellwände erhalten. Durch Aufspringen der Antheren wird der *Pollen- oder Blütenstaub* aus den Pollensäcken entleert, gewöhnlich in großen Massen. Die Art des Aufspringens der Anthere ist



Fig. 186. Teil einer männlichen Blüte von *Ricinus* im Längsschnitt (vergr.), *f* die vielfach verzweigten Filamente *a* deren Antheren (nach Sachs).

schon durch ihren Bau vorgezeichnet, einige (z. B. Ericaceen, Fig. 185 B, *p*) öffnen sich durch ein rundliches Loch an der Spitze jeder Antherenhälfte, die meisten durch Längsspalten an den Flanken, d. h. an der Grenze je zweier Pollensäcke derselben Seite.

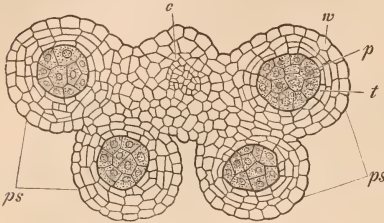


Fig. 187. Querschnitt durch eine junge Anthere von *Sambucus racemosa* (80). *c* das Konnektiv, *ps* die vier Pollensäcke, die Pollenmutterzellen enthaltend, noch umgeben von den Gewebeschichten *t* und *w*.

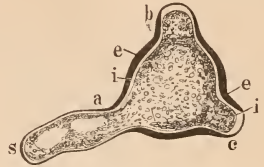


Fig. 188. Pollenkorn von *Epilobium* (sehr stark vergr.), einen Pollenschlauch treibend; *e* Exine, *i* Intine, *a*, *b*, *c* die drei für den Austritt der Pollenschläuche bestimmten, verdünnten Stellen der Exine. Es ist nur ein Pollenschlauch *s* bei *a* entwickelt.

Wenn das Pollenkorn auf die Narbe (s. unten) gelangt, oder auch in zuckerhaltigen Flüssigkeiten, wächst die von der Intine umschlossene Zelle zu einem oder mehreren langen Schläuchen, den Pollenschläuchen aus (Fig. 188 *s*). Die Stellen, an welchen hierbei die Exine von der wachsenden

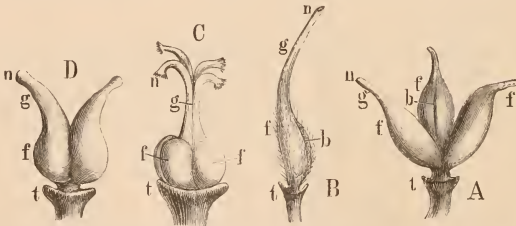


Fig. 189. A Gynäceum der polykarpischen Blüte von *Aconitum*, B der monokarpischen von *Melilotus*, mit einem einzigen Fruchtblatt, C der monokarpischen von *Rhamnus* mit vier zu einem einzigen Fruchtknoten verwachsenen Fruchtblättern. D Fruchtknoten von *Saxifraga* aus zwei Fruchtblättern gebildet, die nach oben auseinander weichen. *t* Blütenboden, *f* Fruchtknoten, *g* Griffel, *n* Narbe, *b* Bauchnaht.

Zelle durchbrochen wird, sind gewöhnlich schon durch die Struktur, dünne Stellen oder deckelartige Bildungen der Exine vorgezeichnet und auch in ihrer Zahl bestimmt (1, 2, 3, 4—6 oder mehr). Während bei den Gymnospermen wirkliche Zellteilungen im Pollenkorn erfolgen, wird dies bei den Angiospermen nur durch eine Kernteilung angedeutet, so dass im auskeimenden Pollenschlauch sich zwei Zellkerne befinden.

Die Pollenkörner vieler Orchideen (und weniger anderer Pflanzen)

trennen sich nicht von einander, sondern bleiben zu Massen, die den einzelnen Pollensäcken entsprechen, vereinigt.

Das Gynäceum ist immer das Schlussgebilde der Blüte, welches den Scheitel der Blütenachse einnimmt. Die Fruchtblätter (Karpelle) bilden hier bei den Angiospermen ein geschlossenes Gehäuse, Fruchtknoten (Germen) genannt, welches die Samenanlagen einschließt. Enthält eine Blüte mehrere Fruchtblätter, von denen sich jedes einzelne für sich mit seinen beiden Rändern schließt, so heißt das Gynäceum apokarp; die Blüte enthält dann also auch mehrere Fruchtknoten und heißt polykarpisch *) (Fig. 489 A), z. B. Ranunculus, Paeonia, Butomus; verwachsen aber sämtliche Fruchtblätter einer Blüte zu einem einzigen Fruchtknoten (Fig. 489 C), so heißt das Gynäceum synkarp (z. B. Mohn, Lilie); die Blüte heißt dann, sowie auch in dem Falle, dass überhaupt nur ein Fruchtblatt vorhanden ist (z. B. Wicke, Fig. 489 B), monokarpisch *). Übergänge zwischen diesen beiden Fällen kommen insofern vor, als ein synkarper Fruchtknoten an seinem oberen Ende sich in mehrere, der Anzahl der Fruchtblätter entsprechend, teilen kann (Fig. 489 D).

Der Fruchtknoten heißt monomer, wenn er nur von einem einzigen Karpell gebildet wird (Fig. 489 B, 490 A), dessen Ränder an der der Mittel-

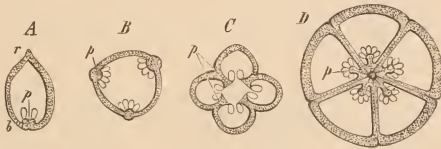


Fig. 190. Schematische Querschnitte von Fruchtknoten; *p* Placenta. A monomer einfächerig, *r* Rücken, *b* Bauchnaht; B polymer einfächerig, C polymer mehrkammerig. D polymer mehrfächerig.

rippe gegenüberliegenden Seite miteinander verwachsen. Die Seite, an welcher die Mittelrippe verläuft, heißt Rücken (Fig. 190 A, *r*), die entgegengesetzte Bauchnaht (*b*). Die hierdurch von dem Karpell umschlossene Höhlung ist gewöhnlich nicht durch Scheidewände unterbrochen, sondern einfächerig (z. B. Wicke); nur selten treten durch Wucherungen der Innenseite falsche Scheidewände auf.

Treten dagegen zur Bildung eines Fruchtknotens mehrere Karpelle zusammen, so entsteht ein polymerer (nach der Anzahl der Karpelle speziell di-, tri-, tetramerer etc.) Fruchtknoten. Derselbe ist einfächerig (Fig. 190 B), wenn die einzelnen Karpelle mit ihren Rändern einfach aneinander wachsen, ohne dass dieselben nach innen vorspringen. Wachsen diese aber als Längsleisten in die Höhlung hinein, so wird der Fruchtknoten mehrkammerig (Fig. 190 C), z. B. Mohn; die Kammern sind in der Mitte

*) Diese Ausdrücke sind nicht zu verwechseln mit den gleichlautenden für mono- und polykarpische Pflanzen (s. oben S. 427).

gegeneinander geöffnet. Mehrfächerig (Fig. 490 D) wird er dadurch, dass die hineinwachsenden Ränder sich in der Mitte berühren, ja selbst sich wieder zurück nach außen biegen; hierdurch werden die einzelnen Fächer vollständig voneinander getrennt; es kommen jedoch Fälle vor, wo die Ränder der Karpelle an den oberen Teilen nicht so weit hineinwachsen, sondern dort die beiden Ränder jedes einzelnen Karpells sich aneinander schließen, so dass der Fruchtknoten unten mehrfächerig polymer ist, oben aber in eine Anzahl einzelner monomerer Fruchtknoten auseinandergeht (z. B. Saxifraga). In allen diesen Fällen kann die Blütenachse im Innern der Fruchtknotenöhlung emporwachsen und, wenn der Fruchtknoten mehrfächerig ist, mit dessen Scheidewänden verwachsen.

Auch in polymeren Fruchtknoten können durch Wucherung von der Fläche der Karpelle falsche Scheidewände entstehen; so ist der Fruchtknoten der Boragineen und Labiaten ursprünglich zweifächerig; jedes Fach wird aber durch je eine falsche Scheidewand in zwei Klausen geteilt; bei der Frucht reife trennen sich diese vier Partien vollständig von einander.

Wenn die Achse, wie gewöhnlich, gleichmäßig fortwächst, so ist das Gynäceum als das deren Scheitel nächste Gebilde auch der oberste Teil der Blüte; es steht oberhalb der Insertion des Perigons und der Staubblätter (Fig. 494 H); der Fruchtknoten heißt dann oberständig (Germen superum), die Blüte hypogyn oder unterweibig (z. B. Ranunculus, Mohn, Lilie, Primula). In einer großen Anzahl von Blüten aber erhebt sich

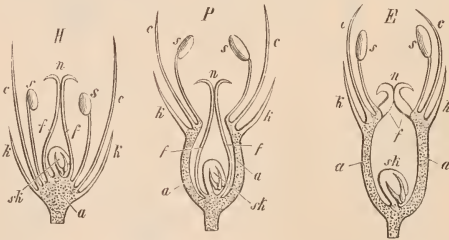


Fig. 191. Schematische Darstellung der hypogynen H, perigynen P und epigynen E Blüte; es bedeutet überall a Achse, k Kelch, c Krone, s Staubblätter, f Fruchtblätter, n Narbe, sh Samenanlage.

die Achse mit den Insertionen des Perigons und des Andröceums in Form eines ringförmigen Walles (Fig. 494 P und E, a), während der Scheitel in der Tiefe zurückbleibt. Je nach dem Verhalten der Fruchtblätter sind wieder zwei Fälle zu unterscheiden. Entweder die Fruchtblätter bleiben von diesem Vorgang unbertührt und stehen, einen oder mehrere Fruchtknoten bildend, nächst dem Scheitel der Blütenachse, somit am Grunde der Höhlung, werden nur rings von dem Ringwall umgeben (Fig. 494 P), welcher als Kelchröhre bezeichnet zu werden pflegt: perigyne Blüten, mittelständiger Fruchtknoten, z. B. Rose, Kirsche. Oder aber die Fruchtblätter

gliedern sich aus der Achse nicht aus, sondern treten nur als oberer Abschluss der Höhlung (bei Mehrfächerigkeit auch als Scheidewände) in die äußere Erscheinung (Fig. 494 *E, f*): epigyne Blüten, unterständiger Fruchtknoten, z. B. Apfel, Kürbis, Doldengewächse. Erreicht der ausgegliederte Teil der Fruchtblätter mächtigere Entwicklung, so heißt der Fruchtknoten halbunterständig. Zwischen diesen Hauptformen giebt es mannigfache Übergänge.

Der Griffel (Stylus) (Fig. 489 und 492 *g*) ist die schmalere Verlängerung der Karpelle nach oben; monomere Fruchtknoten tragen nur einen Griffel, polymere soviel als Karpelle vorhanden sind, die aber sowohl miteinander zu einem verwachsen und bisweilen oben frei, als auch ganz frei, selbst jeder einzelne wieder verzweigt sein können. Der Griffel steht ursprünglich auf der Spitze des Fruchtknotens; manchmal wird er durch stärkeres Wachstum des Fruchtblattes auf der Rückenseite, an dessen Innenseite verschoben, am stärksten bei den Boragineen und Labiäten, wo er als Verlängerung der Blütenachse erscheint und von den vier nach oben abgerundeten Teilen des Fruchtknotens umgeben wird. Bisweilen bleibt der Griffel sehr kurz und erscheint dann nur als Einschnürung zwischen Fruchtknoten und Narbe (z. B. Mohn). Selten ist er innen hohl, dagegen meistens von einem lockeren Gewebe durchzogen, durch das die Pollenschläuche leicht hindurchwachsen können.

Die Narbe (Stigma) (Fig. 489 und 492 *n*) ist das oberste Ende des Fruchtblattes, ausgezeichnet durch die Bekleidung mit Papillen, oft auch mit Haaren, und durch die Ausscheidung klebriger Flüssigkeit, welche die darauf gelangten Pollenkörner festhält und zum Austreiben der Pollenschläuche veranlasst. Oft ist die Narbe als lappige Ausbreitung vom Griffel scharf geschieden; bisweilen macht sie sich bloß als papillöser Teil des Griffels, sei es an dessen Ende oder Seite bemerkbar. Bei Papaver u. a. sitzt sie als scheibenförmige Ausbreitung auf dem Fruchtknoten; seltener (Pleurogyne) läuft sie in Form papillöser Streifen auf dem Fruchtknoten selbst herab.

Die Samenanlagen sind immer in die Höhlung des Fruchtknotens eingeschlossen, bald nur eine, bald in geringerer oder größerer Anzahl. Sie sind meistens deutlich Anhangsgebilde der Fruchtblätter, karpellbürtig (Fig. 493 *A, B, C, E*), in manchen Fällen aber auch scheinbar besondere Organe, die in der Höhlung von der Blütenachse entspringen, achsenbürtig. Durch vergleichende Betrachtung ergibt sich jedoch, dass auch diese, die achsenbürtigen Samenanlagen, ursprünglich als Teile der Fruchtblätter zu deuten sind und ihre Stellung an der Achse nur mehr oder minder weitgehenden Verschiebungen, sowie Verwachsungen der Fruchtblätter mit der Achse zu verdanken haben. Der Teil der Fruchtblätter oder



Fig. 192. Gynaeceum der Lilie; *f* Fruchtknoten; *g* Griffel; *n* Narbe (nat. Gr.).

der Achse, welcher die Samenanlagen trägt, heißt *Placenta* (Fig. 490 *p*, 493 *q*).

Die karpellbürtigen Samenanlagen sind meistens *randständig*, d. h. die Placenta nimmt einen Teil oder den ganzen Längsrand des einzelnen Karpells ein und trägt eine Samenanlage oder eine (selten mehrere) Längsreihen (Fig. 490 *p*, 493 *A*, *q*, *E*). In polymeren Fruchtknoten erfahren die

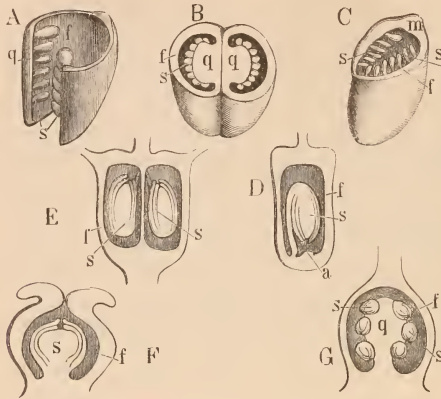


Fig. 193. Samenanlagen in verschiedener Stellung, schematisiert. *A* Karpell von *Helleborus* längs der Bauchnaht geöffnet, die Samenanlagen *s* an der randständigen Placenta *q*. *B* Fruchtknoten von *Nicotiana* quer durchschnitten; *f* Fruchtknotenwandung; *q* die aus den verwachsenen Karpellrändern gebildete mächtige Placenta. *C* Fruchtknoten von *Butomus* quer durchschnitten. Die Samenanlagen *s* stehen an der ganzen Innenfläche des Karpells mit Ausnahme des Mittelnerven *m*. *D* Fruchtknoten einer *Compositae* längs durchschnitten, *f* dessen Wandung; die Samenanlage *s* entspringt im Grunde neben dem Achsenscheitel *a*. *E* Fruchtknoten einer *Umbellifere* längs durchschnitten, in jedem Fach eine längende Samenanlage *s* im oberen Winkel. *F* Fruchtknoten von *Rheum* längs durchschnitten; eine einzige Samenanlage *s* steht auf dem Ende der Blütenachse. *G* Fruchtknoten einer *Primulaceae* im Längsschnitt, die Samenanlagen *s* stehen auf einer besonderen Verlängerung der Blütenachse *q*.

verwachsenen Ränder häufig eine bedeutende Verdickung (Fig. 493 *B*, *q*). Seltener sind die Samenanlagen *flächenständig*, d. h. sie entspringen aus der ganzen Innenfläche der Karpelle, wobei gewöhnlich der Mittelnerv frei bleibt (Fig. 493 *C*).

Die achsenbürtigen Samenanlagen entspringen bald einzeln am Grunde der Fruchtknotenöhle (Fig. 481 und 494), teils neben dem Achsenscheitel (z. B. bei den *Compositen*, Fig. 493 *D*), teils auch in dessen Verlängerung (z. B. *Piperaceen*, *Polygoneen*, Fig. 493 *F*), bald auf einem besonderen Träger, einer aus der Achse in die Fruchtknotenöhle emporwachsenden Placenta (z. B. bei den *Primulaceen*, Fig. 493 *G*).

Die Form der Samenanlagen ist mannigfaltiger, als bei den *Gymnospermen*. Zunächst tritt in der Regel ein deutlicher Stiel, *Funiculus*, *Nabelstrang* genannt, hervor, mit welchem sie befestigt ist (Fig. 494 *f*); ferner sind vorherrschend zwei Integumente vorhanden, ein äußeres (Fig.

194 *ai*) und ein inneres (Fig. 194 *ii*). Nach der gegenseitigen Lage und Gestalt von Funiculus, Integumenten und Nucellus unterscheidet man:

1. gerade (atrop, orthotrop) Samenanlagen (Fig. 194 *A*), wenn der Nucellus gerade in der Verlängerung des meist kurzen Funiculus, somit die Mikropyle der Anheftungsstelle der Samenanlage gerade gegenüberliegt;

2. anatrope (umgewendete) Samenanlagen (Fig. 194 *B*), wenn der Nucellus samt den Integumenten von seiner Basis an umgewendet und das

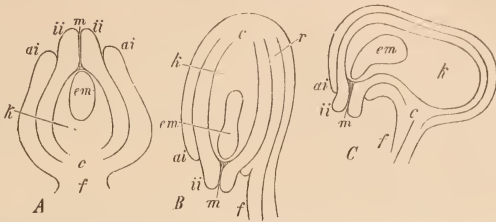


Fig. 194. Samenanlagen, schematisch. *A* gerade, *B* anatrope, *C* kampylotrop; *f* Funiculus; *ai* äußeres, *ii* inneres Integument, *m* Mikropyle, *k* Kerngewebe, *em* Embryosack, *r* Rhaphe.

Integument mit dem Funiculus der Länge nach an der sog. Naht (Rhaphe, Fig. 194 *B*, *r*) verwachsen ist. Die Mikropyle liegt hier nahe an der Anheftungsstelle der Samenanlage;

3. kampylotrope (gekrümmte) Samenanlagen (Fig. 194 *C*), wenn der Nucellus samt den Integumenten selbst gekrümmt ist.

Von diesen drei Formen ist die anatrope die häufigste; außerdem ist noch die Richtung zu beachten; die Samenanlage kann aufrecht (Fig. 193, *D*, *F*), hängend (Fig. 193 *E*), wagrecht (Fig. 193 *A*) oder schräg aufrecht (aufsteigend) sein. Für die anatropen und kampylotropen Samenanlagen ist noch zu unterscheiden, ob die Krümmung gegen die Basis des Fruchtknotens (apotrop) oder gegen dessen Spitze (epitrop) oder gegen die Wandung hin gerichtet ist (pleurotrop), sowie ob die Rhaphe in Bezug auf das Karpell dorsal oder ventral verläuft.

Die Nektarien sind drüsige Sekretionsorgane, welche einen riechenden oder schmeckenden, meist süßen Saft ausscheiden, der von den Insekten aufgesucht wird. Sie sind kein besonderer Teil der Blüte, sondern bilden sich an den übrigen Blattgebilden oder dem Blütenboden; so an den Kronenblättern von *Fritillaria*, den Staubblättern von *Rheum*, an Staminodien bei *Gesneraceen*, den meisten *Ranunculaceen*, als fleischige Polster auf den Fruchtblättern bei den *Umbelliferen*, als Wucherung der Blütenachse nächst den Karpellen bei *Rutaceen*. Derartige Wucherungen der Blütenachse, welche oft einen ringförmigen Wall oder ein Polster bilden, werden als Diskus bezeichnet (z. B. *Rhamneen*, *Ahorn*).

Stellungsverhältnisse und Zahl der Blütenteile. Die Blattgebilde der Blüte sind häufig ebenso, wie es in der vegetativen Region die Regel ist, spiralg angeordnet, und zwar am häufigsten nach der Divergenz $\frac{2}{5}$; doch kommen besonders im Andröceum, wo zahlreiche schmale Blattgebilde an einer breiten Achse inseriert sind, auch höhere Divergenzen vor (z. B. Ranunculaceen). In den spiralgigen oder acyklischen Blüten findet man entweder keine scharfe Grenze zwischen den einzelnen Formationen: Kelch-, Kronen- und Staubblätter sind durch Zwischenformen ganz allmählich mit einander verbunden (z. B. Nymphaea), oder die Formationen sind scharf voneinander getrennt, indem jede Formation einen oder mehrere ganze Cyklen einnimmt; in letzterem Falle sind, wenn die Divergenz konstant dieselbe ist, die Blätter der aufeinander folgenden Cyklen einander superponiert, so z. B. bei vielen Urticinen, wo Perigon und Staubblätter in einer kontinuierlichen Spirale nach $\frac{2}{5}$ angeordnet sind und jeder Formation je ein Cyklus der Spirale angehört; hier sind daher die fünf Staubblätter den fünf Perigonblättern superponiert.

Mit acyklischen Blüten letzterer Art sind nun gewisse cyklische Blüten, d. h. solche, deren Blattgebilde in Quirlen angeordnet sind, sehr nahe verwandt, wie das Vorkommen dieser beiden Stellungsverhältnisse nicht bloß bei nahe verwandten Pflanzen, sondern sogar bei der gleichen Spezies beweist. Es sind dann nämlich statt der fünf Blätter des Cyklus der $\frac{2}{5}$ Stellung vier oder sechs Blätter vorhanden, die sich entsprechend, wie ja auch die Spirale innerhalb des $\frac{2}{5}$ Cyklus zweimal die Achse umläuft, in zwei alternierende Quirle von je zwei, beziehungsweise je drei Blättern ordnen. Da nun das Gleiche im Andröceum der Fall ist, so resultiert eine Anordnung dieser beiden Formationen in vier regelmäßig alternierende zwei- oder dreigliedrige Quirle. Dabei können dann die beiden Quirle des Perigons als Kelch und Krone ausgebildet sein (einige Monokotyledonen) oder zusammen ein einfaches Perigon vorstellen (viele Monokotyledonen, wie Liliaceen u. a., viele Julifloren, Polygoneen).

In anderen cyclisch gebauten Blüten finden wir alternierende fünf- gliedrige Quirle, wobei ebenfalls meist zwei dem Perigon (Kelch und Krone) und zwei dem Andröceum angehören. Tritt hier statt der Fünfzahl die Vierzahl auf, so besteht gewöhnlich der viergliedrige Kelch streng genommen aus zwei zweigliedrigen Quirlen, mit denen die Krone im ganzen alterniert, d. h. gekreuzte Stellung zeigt. Wo das Perigon in Kelch und Krone gesondert ist und zwei gleichzählige Staubblattkreise vorhanden sind, heißt der dem Kelch superponierte Kreis episepal, der der Krone superponierte epipetal. — Andere nicht so häufige Stellungsverhältnisse sollen bei den betreffenden Pflanzen besprochen werden.

Solche cyclische Blüten, welche aus lauter gleichzähligen alternierenden Quirlen bestehen, werden eucyklisch genannt; die Anzahl der Quirlglieder wird durch die Ausdrücke di-, tri-, tetra-, pentamer u. s. w. angegeben; gleichzählige Quirle heißen isomer; hemicyklisch heißen diejenigen, die zum Teil (meist im Perigon) cyclisch, zum Teil spiralg (meist

im Andröceum) gebaut sind. Die Quirle werden gewöhnlich als Kreise, Cyklen bezeichnet.

Man drückt solche Stellungsverhältnisse ähnlich, wie wir oben bei der Blattstellung im allgemeinen gesehen haben, am anschaulichsten in Diagrammen aus, in denen der Kelch zu äußerst, das Gynäceum als das oberste Gebilde (auch bei epigynen Blüten) zu innerst aufgetragen wird, und die einzelnen Formationen durch Zeichen kenntlich gemacht werden, die an ihre Form erinnern; so zeichnet man an den Kelchblättern die Mittelrippe, an den Staubblättern die Antherenhälften.

Verzeichnet man im Diagramm die Verhältnisse, wie man sie an der Blüte findet, so erhält man das empirische Diagramm; zieht man jedoch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen und Vergleiche mit anderen Pflanzen herbei, so findet man eine gewisse Übereinstimmung im Bau der Blüten. Die Verschiedenheiten beruhen, abgesehen von der verschiedenen Form der Teile, in dem Fehlen eines oder des anderen Kreises, oder eines oder des anderen Blattes (Abortus, Fehlschlagen, Unterdrückung), seltener auch in der Vermehrung der Kreise und Glieder. Bezeichnet man die fehlenden (nicht sichtbaren, sondern durch Studium ergänzten) Glieder durch Punkte, so wird das Diagramm dem einer anderen Blüte ganz ähnlich und man erhält so ein theoretisches Diagramm; hierdurch kommt man zur Aufstellung von Typen, welche einer großen Anzahl von Blüten gemeinsam sind. So stellt z. B. das empirische Diagramm der Lilienblüte (Fig. 495) zugleich den Typus für die Blüte von Scirpus (Fig. 496) vor, in welcher gewisse Glieder fehlgeschlagen sind.

Unter den Vermehrungen ist besonders hervorzuheben die Verdoppelung (Fig. 497), nämlich die Anordnung, dass an Stelle eines Gliedes zwei auftreten; es kommt dies zu stunde teils durch frühzeitige Verzweigung eines Gliedes, teils auch dadurch, dass zur Ausfüllung des Raumes statt eines Gliedes, das man erwarten sollte, deren zwei auftreten.

Wir haben bei Betrachtung der Stellungsverhältnisse bisher das Gynäceum unberücksichtigt gelassen, weil es gewöhnlich nicht so einfach an die vorhergehenden Kreise sich anschließt; sehr häufig sind die Fruchtblätter in geringerer Anzahl vorhanden, als die vorhergehenden Kreise Glieder enthalten; es lassen sich dann für deren Stellung keine allgemeinen Regeln angeben; ist das Gynäceum jedoch mit den Kreisen des Perigons und Andröceums gleichzählig (isomer), so alternieren meist die Fruchtblätter mit dem innersten Kreis des Andröceums (bei den meisten Monokotyledonen, z. B. Fig. 495), in den diplostemonen Blüten, d. h. jenen, welche zwei mit der Krone gleichzählige Staubblattkreise enthalten; es kommt jedoch vor, dass statt dieser beiden Staubblattkreise ein einziger mit der doppelten Anzahl von Staubblättern auftritt und dann die Fruchtblätter nicht episepal, sondern epipetal stehen (obdiplostemone Blüten, z. B. Fig. 498).

Die Zahlen- und Stellungsverhältnisse der Blütenteile lassen sich außer durch Diagramme auch durch Formeln ausdrücken, in denen ähnlich wie

bei den Diagrammen der Übersichtlichkeit halber die Eigentümlichkeiten der Ausbildung größtenteils unberücksichtigt bleiben. So entspricht z. B. dem Diagramm Fig. 195 die Formel: $P_3 + 3, A_3 + 3, G_{(3)}$, wodurch gesagt ist, dass das Perigon (P) sowie das Andröceum (A) aus zwei, das Gynäceum (G) aus einem dreigliedrigen Kreise bestehen, welche sämtlich miteinander alternieren. Superponierte Kreise werden durch einen dazwischengestellten Strich | kenntlich gemacht. Sind die Zahlenverhältnisse der einzelnen Kreise variabel, so wird statt der Zahl n gesetzt. So ist z. B. $Pn + n, An + n, Gn$ die theoretische Formel für die meisten Monokotylen. Das Fehlen der Kreise



Fig. 195. Diagramm der Lilienblüte.



Fig. 196. Diagramm der Blüte von Scirpus.



Fig. 197. Diagramm der Cruciferenblüte; die medianen Staubblätter verdoppelt.



Fig. 198. Diagramm der obdiplostemonen Blüte von Dictamnus; der bei eucyklischer Anordnung obere Staubblattkreis ist schraffiert.

wird durch die Ziffer 0 ausgedrückt, das einzelner Glieder durch die Anzahl der wirklich vorhandenen angedeutet. So ist z. B. die Formel der Blüte von Scirpus (Fig. 196) folgende: $P_3 + 3, A_3 + 0, G_{(3)}$. Durch die Klammer (in den hier bereits erwähnten Formeln bei G) wird angedeutet, dass die betreffenden Blattgebilde (hier die Fruchtblätter) miteinander verwachsen sind. Ober- und unterständiger Fruchtknoten wird durch einen Strich unter oder über der betreffenden Zahl bezeichnet; Verdoppelung durch den Exponenten 2, z. B. dem Diagramm Fig. 197 entspricht die Formel: $K_2 + 2, C \times 4, A_2 + 2^2 G_{(2)}$; hier ist das Perigon (K) und Krone (C) gesondert; das \times bei C bedeutet, dass die vier Kronenblätter sich mit den vier Kelchblättern als Ganzem kreuzen. Staminodien können durch ein vorgesetztes † kenntlich gemacht werden; die Stellung der Fruchtblätter bei den oben erwähnten obdiplostemonen Blüten wird durch einen vorgesetzten Strich | als den Kronenblättern superponiert gekennzeichnet.

Schließlich ist auch die Stellung der Blütenteile zu den vorausgehenden Blattgebilden zu berücksichtigen; es geschieht dies am leichtesten bei seitlichen Blüten, d. h. solchen, deren Achse außer den eigentlichen Blattgebilden der Blüte und den Vorblättern keine anderen Blattgebilde trägt; deren Blütenstiel entspringt in der Achsel eines Deckblattes oder Tragblattes. Eine Ebene, welche durch die Blüte so gelegt wird, dass sie die Abstammungsachse und die Mediane des Deckblattes in sich aufnimmt, heißt der Medianschnitt der Blüte; die dazu rechtwinklige, die Blüte halbierende: Lateralschnitt, eine zwischen diesen verlaufende: Diagonale. Diese

Ausdrücke gelten auch, um die Stellung von Blütenteilen zu bezeichnen, so sagt man von der Cruciferenblüte Fig. 197, der äußere Kelchquirl steht median, die Fruchtblätter lateral, die Krone diagonal; es ist in diesen Diagrammen überall der Querschnitt der Abstammungssachse durch einen oben stehenden Punkt angedeutet, das stets diesem gegenüber, also unten zu denkende Tragblatt weggelassen; die Richtung gegen die Abstammungssachse wird als hinten, die gegen das Deckblatt als vorne bezeichnet.

Viele Blüten haben nur ein Vorblatt (die meisten Monokotyledonen); steht dieses dem Deckblatt gegenüber, also hinter der Blüte, so fällt ein Blatt des dreizähligen Kelches (und zwar bei spiraligem Bau das erste) nach vorne.

Sind zwei seitliche Vorblätter (gewöhnlich mit α und β bezeichnet) vorhanden, wie bei den meisten Dikotyledonen, so stehen zweizählige Quirle des Kelches damit gekreuzt, bei dreizähligen und fünfzähligen Kelch (so wohl quirlig als spiralig gebautem) fällt meistens ein Kelchblatt median nach hinten.

Die Symmetrie der Blüte ist in derselben Weise, wie wir oben S. 2 für die Pflanzenteile im allgemeinen kennen gelernt haben, von dreierlei Art; es ist nur zu bemerken, dass für Blüten, deren Blattgebilde quirlig angeordnet sind, wirkliche Symmetrie vorhanden ist und für diese die Ausdrücke multilateral, bilateral, dorsiventral ersetzt werden können durch die Bezeichnungen: polysymmetrisch, zweifach symmetrisch, monosymmetrisch. Um nun die auf verschiedenen Seiten gleiche oder ungleiche Ausbildung, Gestalt der Blütenteile zu bezeichnen, hat man schon seit längerer Zeit Ausdrücke eingeführt, welche wir beibehalten wollen. Eine monosymmetrische Blüte oder all-

gemein eine Blüte, welche nur durch einen einzigen Schnitt in zwei nicht wesentlich verschiedene Hälften geteilt werden kann (z. B. Fig. 199), heißt zygomorph (in älteren Werken unregelmäßig genannt); sind aber mehrere in gleicher Weise annähernd oder wirklich symmetrisch teilende Schnitte möglich, so heißt die Blüte aktinomorph, regelmäßig. Unregelmäßig oder asymmetrisch nennen wir eine Blüte nur dann, wenn sie in gar keiner Weise symmetrisch geteilt werden kann (z. B. *Canna*). In zygomorphen Blüten ist der symmetrisch teilende Schnitt zumeist der Medianschnitt, nur selten der Lateralschnitt (z. B. *Corydalis*) oder ein diagonalen Schnitt (z. B. *Aesculus*). Wie erwähnt, beziehen sich diese Ausdrücke



Fig. 199. Blüte von *Heracleum* mit zygomorpher Corolle (vergr.) (nach Sachs).

auf die fertige Gestalt der Blüte; es kommt sehr häufig vor, dass eine Blüte der Anlage und Stellung der Blätter nach multilateral ist und sich zygomorph ausbildet; es kann aber auch schon die Stellung an der Blütenachse mehr oder minder dorsiventral sein, Verhältnisse, die sich aus dem Vergleich des Diagrammes mit der Gestalt der Blüte ergeben; die Stellung und Zahl der Fruchtblätter wird bei Beurteilung der Symmetrie gewöhnlich nicht mit in Betracht gezogen.

Will man die Symmetrieverhältnisse in den Formeln (s. oben S. 224) mit ausdrücken, so bezeichnet \downarrow medianzygomorph, \rightarrow lateralzygomorph, während aktinomorpe Blüten ohne weitere Bezeichnung bleiben.

Pelorien heißen solche aktinomorpe Blüten, welche sich an Pflanzen, deren Blüten normal zygomorph ausgebildet sind, abnormer Weise vorfinden, besonders häufig am Ende von Infloreszenzachsen, deren Seitenblüten zygomorph sind.

Die Bestäubung. Zur Einleitung der Befruchtung muss, wie bereits erwähnt, der Pollen auf die Narbe gelangen; bei einer geringen Anzahl von hermaphroditen Blüten und zwar bei kleinen, unscheinbaren, gelangt der Pollen aus den Antheren der gleichen Blüte auf die Narbe durch sehr einfache Mittel, indem der Pollen bald auf die tiefer stehende Narbe herabfällt, bald durch benachbarte Stellung der beiden Organe beim Öffnen der Anthere in unmittelbare Berührung mit der Narbe gelangt. In diesen Fällen übt der Pollen der eigenen Blüte vollkommen befruchtende Wirkung aus. — Bei diklinischen Blüten ist es selbstverständlich, dass der Pollen aus fremden Blüten auf die Narbe kommen muss; es ist aber eine Anzahl von Pflanzen mit hermaphroditen Blüten bekannt, in welchen gewöhnlich eine Übertragung des Pollens aus anderen Blüten, Fremdbestäubung, stattfindet. Diese Rolle der Übertragung wird für manche unscheinbare Blüten, z. B. von Getreidearten, vom Winde übernommen, für diejenigen Blüten aber, welche durch Größe, Farbe, Geruch, reiche Honigabsonderung sich auszeichnen, besorgen die Insekten, welche des Honigs halber, sowie um den Pollen als Nahrungsmittel für sich zu sammeln, die Blumen aufsuchen, die Übertragung. In einigen dieser Fälle ist es konstatiert, dass nur der Pollen fremder Blüten befruchtende Wirkung ausübt, dass der eigene Pollen der Blüte unfruchtbar, selbst geradezu schädlich ist, folglich Fremdbestäubung notwendig ist; in anderen Fällen ist der eigene Pollen zwar nicht unfruchtbar, aber doch in geringerem Grade befruchtungsfähig als der fremde; hier ist also Fremdbestäubung vorteilhaft; in noch anderen Fällen endlich ist die befruchtende Wirkung des eigenen Pollens ebenso groß, als die des fremden, und es liegt hier also der Vorteil der Fremdbestäubung offenbar nur in der kräftigeren Nachkommenschaft, welche durch die Vermischung verschiedener Individuen entsteht.

In solchen Blüten, für welche Fremdbestäubung notwendig oder nützlich ist, sind nun Einrichtungen der mannigfaltigsten Art getroffen, einerseits um die Selbstbestäubung zu verhindern oder zu beschränken, andererseits um die Fremdbestäubung zu ermöglichen; endlich auch, um im Falle

des Ausbleibens der Fremdbestäubung schließlich noch Selbstbestäubung zu bewirken; letzteres natürlich nur da, wo der eigene Pollen befruchtungsfähig ist; es leuchtet ja ein, dass eine, wenn auch nicht sehr ausgiebige Befruchtung mit eigenem Pollen immer noch nützlicher ist, als gar keine.

Unter den Einrichtungen, welche die Selbstbestäubung verhindern, ist die einfachste die, dass vermöge der gegenseitigen Stellung von Antheren und Narbe der Pollen nicht auf die Narbe der gleichen Blüte von selbst gelangen kann (z. B. *Aristolochia*, Fig. 200), oder aber in einer Anzahl von Blüten verkümmern die männlichen, in anderen die weiblichen Organe, d. h. sie sind wohl vorhanden, aber nicht funktionsfähig; es ist dies eine Annäherung an Diklinie, z. B. bei der Feuerlilie, in der man gewöhnlich in den einen Blüten die Fruchtknoten, in den andern die Antheren verkümmert findet; drittens sehr häufig ist die Dichogamie, d. h. die Einrichtung, dass beiderlei Organe sich ungleichzeitig entwickeln; die Blüten sind dann entweder protandrisch, d. h. die Staubblätter jeder Blüte entwickeln sich zuerst und haben den Pollen schon entleert, wenn die Narbe der gleichen Blüte fähig wird, Pollen aufzunehmen; oder protogyn, d. h. die Narben entwickeln sich schon, bevor die Antheren der gleichen Blüte den Pollen entlassen; in letzterem Falle ist natürlich Selbstbestäubung nur dann ausgeschlossen, wenn die Narbe während des Verstäubens schon abgewelkt ist; es giebt aber auch protogyne Blüten, in denen die Narbe lange Zeit frisch bleibt, also doch durch eigenen Pollen bestäubt werden kann.

Unter den Einrichtungen, welche die Fremdbestäubung durch Insekten ermöglichen, sind zunächst die Anlockungsmittel der Blüten für die Insekten, als lebhafte Farben, Geruch, reiche Honigabsonderung zu erwähnen; viele Farbenzeichnungen erfüllen die Aufgabe, den Insekten den Zugang zum Honig bemerkbar zu machen. Die Form der Blüten, die Lage des Honigs, die Stellung und Richtung der Staubblätter zu den übrigen Blütenteilen, besonders den Narben, die zeitliche Aufeinanderfolge in der Entwicklung der Blütenteile, alle diese Umstände wirken in den mannigfaltigsten Kombinationen zusammen, um die Fremdbestäubung zu sichern, sowie auch bisweilen, um nur bestimmten Insekten z. B. Schmetterlingen mit langen Rüsseln den Zugang zu gestatten. Freilich giebt es auch Fälle, wo die Insekten gelegentlich auch Pollen der eigenen Blüte mit der Narbe in Berührung bringen.

Als einer ziemlich einfachen Erscheinung sei hier besonders der Heterostylie (Dimorphismus) gedacht, welche z. B. bei den Schlüsselblumen, Pulmonarien u. a. vorkommt. Diese Pflanzen haben zweierlei Blüten; in den einen sind die Staubblätter kurz und die Griffel viel länger, so dass die Narbe oberhalb der Antheren steht; in den anderen stehen umgekehrt die Antheren auf langen Staubblättern über der Narbe, und zwar so, dass die Antheren in der einen Blütenform auf derselben Höhe stehen, wie die Narben der anderen (s. Fig. 303). Da nun durch die Lage der Nektarien und die Form der übrigen Blütenteile ein die Blüte besuchendes

Insekt genötigt wird, bei jedem Besuche die gleiche Stellung einzunehmen, so streift es mit demselben Körperteil, mit dem es in der ersten Blüte die Antheren berührt und Pollen hinweggenommen hat, in der folgenden die Narbe und legt den an ihm hängen gebliebenen Pollen ab. Versuche mittels künstlicher Übertragung des Pollens haben nun gezeigt, dass dann die ausgiebigste Befruchtung eintritt, wenn die auf gleicher Höhe stehenden

Organe zusammenwirken. Das Gleiche gilt von den trimorphen Pflanzen, z. B. Oxalis, wo zweierlei Blüten mit drei verschiedenen Längen des Griffels und der beiden Staubblattkreise vorkommen.

Als Beispiele komplizierter Einrichtungen zum Zweck der Fremdbestäubung mögen hier *Aristolochia* und *Epipactis*, eine Orchidee, beschrieben werden.

Die Blüte von *Aristolochia Clematitis* (Fig. 200) ist protogyn; die Insekten können durch die Röhre des Perigons (Fig. 200 *r*), welche mit abwärts gekehrten Haaren ausgekleidet ist, ungehindert eintreten und auf der Narbe den mitgebrachten Pollen abstreifen: die Haare der Röhre verwehren ihnen aber den Ausgang. Wenn die Narbe bestäubt ist, schlagen sich deren Lappen (Fig. 200 *A* und *B*, *n*), nach oben und machen so die sich öffnenden Antheren zugänglich; das Tier (Fig. 200 *l*), welches fortwährend Versuche macht, dem Gefängnis zu entkommen, kriecht nach unten, wo sich ihm der ausfallende Pollen anhängt; um diese Zeit schrumpfen die Haare der Röhre und das Insekt kann, mit Pollen beladen, entweichen, um denselben trotz der gemachten Erfahrung in eine zweite Blüte zu tragen.

Die eben befruchtungsfähig gewordenen Blüten sind aufrecht und die Röhre des Perigons ist oben geöffnet, so

dass das Insekt ungehindert eintreten kann; nach der Befruchtung aber neigt sich der Stiel abwärts und die Röhre wird durch den großen Lappen des Perigons geschlossen, so dass also die Insekten nicht in die Lage kommen, bereits befruchtete Blüten zu besuchen.

In der Blüte von *Epipactis* sitzt die Anthere über der Narbe und entlässt nicht einzelne Pollenkörner, sondern die ganzen Pollensäcke werden bei Berührung eines klebrigen Teils der Narbenfläche (des Rostellums *h*,

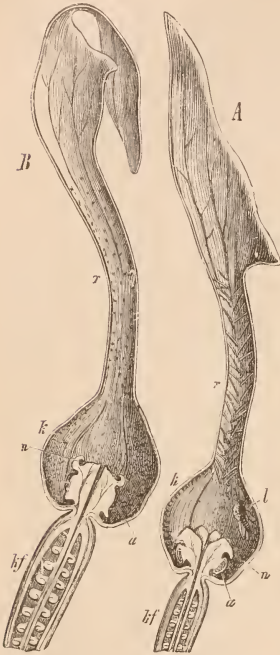


Fig. 200. Blüte von *Aristolochia*. *A* vor, *B* nach der Befruchtung; *r* Röhre des Perigons, *k* Kessel desselben, *n* Narbe, *a* Antheren, *l* ein Insekt; *kf* Fruchtknoten (nach Sachs).

Fig. 201) samt diesem hinweggenommen. Das Insekt kriecht in die Blüte, um den in der Höhlung des einen Perigonblattes (des Labellums *l*, Fig. 201) abgesonderten Nektar zu holen, und zieht beim Herauskriechen das Rostellum samt den Pollenmassen hinweg, ähnlich wie die Bleistiftspitze *b* in Fig. 201, trägt es mit sich fort und setzt es in der nächsten Blüte an die Narbe ab.

Die Befruchtung. Auf der Narbe angelangt, treiben die Pollenkörner Pollenschläuche, welche durch das Gewebe des Griffels hindurch in die Fruchtknotenhöhle und durch die Mikropyle je einer Samenanlage bis an deren Kern hinwachsen (Fig. 203 *P, n*). Die Zeit, welche der Pollenschlauch hierzu braucht, hängt teils von der Länge dieses Weges, teils auch von spezifischen Eigentümlichkeiten der Pflanze ab; so braucht der Pollenschlauch von *Crocus*, um den etwa 5—10 cm langen Griffel zu durchsetzen, nur einen bis drei Tage, während er bei Orchideen, wo er einen Weg von kaum 2—3 mm zu durchsetzen hat, mehrere Tage, selbst Wochen und Monate braucht; ja hier bilden sich inzwischen erst die Samenanlagen im Fruchtknoten aus.

Der Embryosack liegt bei den Angiospermen immer am vorderen Ende des Kerngewebes, ja wächst manchmal selbst in die Mikropyle hinein. Er enthält, außer einem Zellkern, in der Regel sechs durch freie Zellbildung entstandene Zellen, wovon drei, die Antipoden (Fig. 202 *at*), im hinteren Ende, drei im vorderen Ende liegen; von letzteren ist eine die zu befruchtende Eizelle (Fig. 202 *e*), die beiden anderen die Synergiden (Fig. 202 *s*), durch welche die aus dem Pollenschlauch übertretenden befruchtenden Stoffe hindurchwandern. Infolge der Befruchtung umgiebt sich die Eizelle mit einer Membran und wächst zu einem meist kurzen Embryoträger aus, an dessen unterem Ende sich der Embryo heranbildet (Fig. 203 *E*). Unterdessen erfüllt sich der übrige Raum mit Endosperm (Fig. 203), welches meist durch freie Zellbildung unter wiederholter Teilung des Kerns (Fig. 202 *k*) des Embryosacks, in mehreren Fällen jedoch durch Teilung des Embryosacks entsteht.

In diesem Endosperm werden Nahrungsstoffe abgelagert, welche vom



Fig. 201. *Epipactis latifolia*. *A* Längsschnitt einer Blütenknospe, *B* ganz offene frische Blüte nach Wegnahme der Perigontteile mit Ausnahme des Labellums *l*, *C* nach Wegnahme aller Perigontteile von vorn gesehen. *fK* Fruchtknoten, *l* Labellum, *n* Narbe, *ca* Konnektiv der Anthere, *p* die beiden Pollenmassen, *h* Rostellum; *xr* die zwei seitlichen Staminodien. *D* eine Bleistiftspitze *b* nach Art eines Insektenrüssels eingeführt, *E* und *F* dieselbe wieder herausgezogen mit den daran haftenden Pollenmassen *p* und Rostellum *h* (nach Sachs).

Keimpflänzchen in der ersten Zeit seiner Weiterentwicklung, bei der Keimung verbraucht werden. In vielen Samen wird aber das Endosperm durch den sich ausbildenden Embryo ganz oder größtenteils wieder auf-

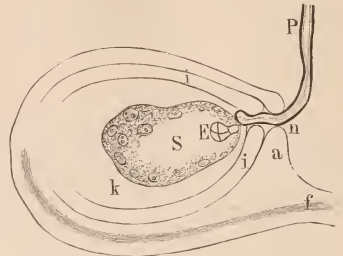
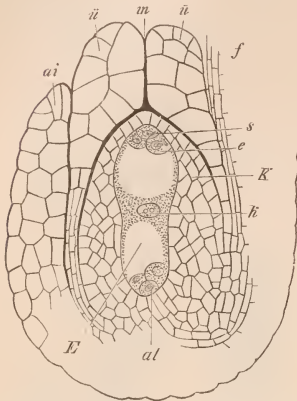


Fig. 203. Schematische Darstellung einer Samenanlage, kurz nach der Befruchtung; a äußeres und i inneres Integument, f Funiculus, k Nucellus, S Embryosack, darin der aus der befruchteten Eizelle entstandene Embryo E, sowie das durch freie Zellbildung entstehende Endosperm. P Pollenschlauch, der durch die Mikropyle n eingedrungen war.

Fig. 202. Längsschnitt durch eine Samenanlage von *Lilium bulbiferum* vor der Befruchtung (70); f Funiculus, ai äußeres, ii inneres Integument, m Mikropyle, K das Kerngewebe, E der Embryosack, k dessen Zellkern, at die Antipoden, e die Eizelle, s die beiden Synergiden.

gesogen; die Nahrungsstoffe werden dann bald in dem sich vermehrenden Gewebe des Kerngewebes (z. B. *Canna*, Pfeffer, Fig. 204 B, P), dem Perisperm, bald aber auch im Keim selbst, in dessen dann mächtig heran-



Fig. 204. Durchschnitte reifer Samen, A mit Endosperm E von *Strychnos Nux vomica*, B mit Endosperm E und Perisperm P, von Piper, C ohne Endosperm, der Mandel; s Samenschale e des Embryo, w dessen Würzelchen, cc dessen Kotyledonen.



Fig. 205. Sammelfrucht von *Illicium anisatum* (Sternanis), st Blütenstiel, ff die einzelnen Früchte, mit je einem Samen s, zusammen ein Synkarpium bildend.

wachsenden Kotyledonen abgelagert (z. B. Bohne, Rosskastanie, Mandel, Fig. 204 C).

Die Frucht. Die Folgen der Befruchtung äußern sich nicht bloß darin, dass die Eizelle zum Embryo und die Samenanlage zum Samen wird, sondern erstrecken sich auf das ganze Gynäceum, bisweilen auch noch auf andere Blütenteile. Als Frucht im strengen Sinne bezeichnet man dasjenige, was infolge der Befruchtung aus dem Fruchtknoten wird; es ist

sonach die Bildung eines Embryos und Samens in der Regel Bedingung der Ausbildung einer Frucht; doch giebt es bekanntlich taube Samen ohne Embryonen, ebenso taube Früchte, welche nur taube Samen enthalten. In manchen mehrfächerigen Fruchtknoten wird nur ein Fach weiter ausgebildet, welches allein Samen enthält (z. B. Valeriana, Eichel, Linde), die übrigen schlagen fehl.

Die Wandung des Fruchtknotens wird bei der Bildung echter Früchte zur Fruchtschale, Perikarpium; dasselbe lässt im allgemeinen drei Gewebeschichten unterscheiden, zu äußerst das Epikarp, in der Mitte das Mesokarp und zu innerst das Endokarp.

Enthält eine Blüte mehrere getrennte Fruchtknoten, so wird, bei vollständig erfolgter Befruchtung, jeder derselben zu einer Frucht; es gehen sonach mehrere Einzelfrüchte aus einer Blüte hervor; es ist aber zweckmäßig, die aus einer Blüte, einem Gynäceum hervorgehenden Früchte zusammenzufassen unter dem Begriff Sammelfrucht, Synkarpium; eine solche Sammelfrucht ist z. B. die Himbeere, wo die einzelnen Fruchtknoten fleischig werden, der Sternanis (Fig. 205); die einzelnen Früchte können sich in verschiedener Weise ausbilden, wie dies unten für die echten Früchte überhaupt gezeigt werden soll.

Vorher ist aber noch darauf aufmerksam zu machen, dass sich an der Bildung des nach der Befruchtung sich entwickelnden, die Samen einschließenden Organs, der im gewöhnlichen Leben sogenannten Frucht, auch noch andere Blütheile beteiligen können; so kommen die sog. Scheinfrüchte zu stande. Eine solche Scheinfrucht ist z. B. die Erdbeere, an welcher der Blütenboden, also die Achse fleischig wird, heranwächst, und die einzelnen einfächerigen Früchte in Form harter Körnchen einschließt. Ein Beispiel einer anderen Scheinfrucht ist die Feige, nämlich ein fleischiger Blütenstand, d. h. eine Achse, welche zahlreiche einzelne Blüten trägt; diese sitzen in der Höhlung der Feige und die einzelnen Früchte erscheinen als harte Körnchen. — In anderen Fällen beteiligt sich an der Bildung einer Scheinfrucht eine aus Blättern gebildete Hülle (Cupula), welche erst nach der Befruchtung heranwächst und entweder eine einzelne Frucht, wenigstens teilweise, einschließt (z. B. der Napf an der Eichel, oder mehrere einzelne Früchte (z. B. die borstige, vierklappig aufspringende Hülle der Buchenfrucht, die stachelige Hülle der echten Kastanie). — Hingegen erscheint es nach obiger Definition nicht nötig, die aus unterständigen Fruchtknoten entstehenden Früchte (z. B. Apfel) den Scheinfrüchten zuzurechnen, da die Beteiligung der Achse hier eben schon im Fruchtknoten besteht.

Bei der Einteilung der verschiedenen Fruchtformen ist sowohl auf den Bau des Fruchtknotens, als auf die Veränderungen desselben bis zur Fruchtreife, insbesondere darauf Rücksicht zu nehmen, ob aus der Frucht nur die Samen entleert werden, oder ob die Frucht als Ganzes oder teilweise sich von der Mutterpflanze löst und die Samen umschließt. Sonach erhalten wir folgende Übersicht:

A. Die Samen werden aus der Frucht frei, besitzen eine stark entwickelte Samenschale.

1. Springfrüchte. Die mit herannahender Reife vertrocknende oder wenigstens an Saftgehalt nicht zunehmende Fruchtwandung springt auf und entlässt die Samen: das Aufspringen erfolgt meistens

a) der Länge nach; nach der näheren Modalität des Aufspringens und dem Bau des Fruchtknotens unterscheidet man:

α) aus einem Karpell bestehend

1. die Balgfrucht (Folliculus) besteht aus einem Karpell, welches längs der Bauchnaht aufspringt und dort auch die Samen trägt, z. B. die Einzelfrüchte von Spiraea, Paeonia, Illicium (Fig. 205 f);

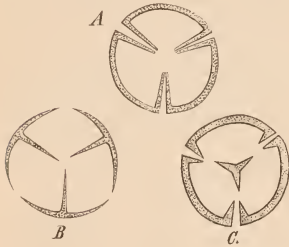
2. die Hülse (Legumen) besteht ebenfalls aus nur einem Karpell, das aber sowohl an der Bauchnaht als am Rücken aufspringt (Fig. 207 A), z. B. Wicke, Erbse, Bohne, überhaupt die meisten Leguminosen; hier und da ist eine falsche Scheidewand vorhanden.

β) aus 2 oder mehr Karpellen bestehend.

3. Die Kapsel (Capsula) entsteht aus einem polymeren ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten und zerspaltet in zwei oder mehr Klappen,

die vom Scheitel her sich ganz oder nur eine Strecke weit trennen (Fig. 207 B). Werden dabei die Karpelle voneinander getrennt, also bei mehrfächerigen Fruchtknoten die Scheidewände gespalten (Fig. 206 A), so heißt die Art des Aufspringens wandspaltig (Dehiscencia septicida, Fig. 206 A); wird dagegen jedes Karpell in seiner Mitte gespalten, so heißt das Aufspringen klappenspaltig (D. loculicida, Fig. 206 B); bei mehrfächerigen Fruchtknoten können auch die Scheidewände in der Mitte zu einer Säule vereinigt bleiben und sich von den Klappen trennen; tritt dies in Verbindung mit der septiciden Dehiscenz ein, so heißt diese septifrag (Fig. 206 C).

Fig. 206. Schematische Querschnitte aufgesprungener Kapseln; A septicida, B loculicida, C septifrage Dehiscenz.



nen; tritt dies in Verbindung mit der septiciden Dehiscenz ein, so heißt diese septifrag (Fig. 206 C).

Hier schließt sich auch die Schote (Siliqua) an, bestehend aus zwei Karpellen; hier bleiben die Verwachsungsstellen der Fruchtblätter (oder außerdem ein Teil der Fruchtwand) als Rahmen auf dem Blütenstiel stehen, während die Klappen sich meist von unten beginnend lösen, z. B. die meisten Cruciferen (Fig. 207 C), auch Papaveraceen. Als Spezialfall schließt sich hier die Porenkapsel des Mohns (Fig. 207 B) an mit einer größeren Anzahl von Karpellen und nur ganz kurzen, ein kleines Loch öffnenden Klappen.

b) Der Quere nach öffnet sich das sogenannte Pyxidium z. B. von *Plantago*, *Anagallis*, *Hyoseyamus* (Fig. 207 E); es fällt die obere Klappe der Fruchtwand wie ein Deckel ab; auch die monomere Frucht der *Berberidaceae* *Jeffersonia* springt der Quere nach auf.

II. Als Bruchfrüchte kann man diejenigen mehrsamigen Früchte mit trockenem Perikarp zusammenfassen, welche zwar zur Reifezeit die Samen einschließen und als Ganzes sich von der Pflanze lösen, welche

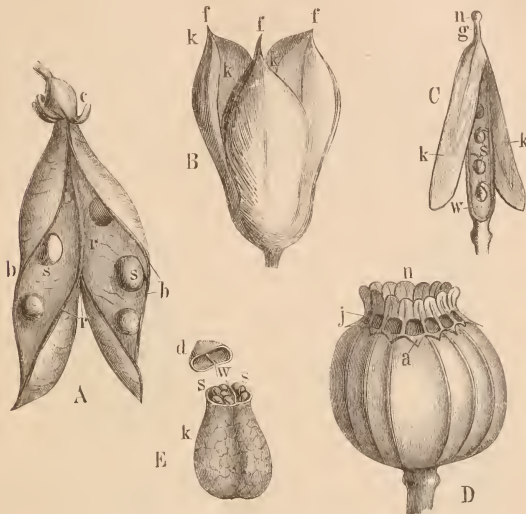


Fig. 207. Trockene Springfrüchte. A Hülse der Erbse, *r* Rücken-, *b* Bauchnaht, *c* Kelch, *s* die Samen. B septicide Kapsel der Herbstzeitlose, *fff* die drei sich trennenden Fruchtblätter. C Schote von *Brassica*; *kk* die Klappen, *w* die Scheidewand mit den Samen *s*; *g* Griffel, *n* Narbe. D Porenkapsel des Mohns, von *Papaver somniferum*; *n* Narbe, *j* die Poren, entstanden durch Zurückschlagen der Stücke *a*, E Pyxidium von *Hyoseyamus*, *d* der abspringende Deckel, *w* die Scheidewand, *s* die Samen.

aber doch eine nachträgliche unregelmäßige Zertrümmerung erfahren, so dass die Samen wenigstens bis zur Keimung frei werden; so die nicht aufspringenden »Hülsen« von *Gleditschia*, *Ceratonia*, die Früchte gewisser Sorten von Mohn und Lein.

III. Die Beerenfrucht (*Bacca*); die Fruchtwand wird saftig, ihre Zellen füllen sich speziell für den Reifezustand mit meist zuckerhaltigem Saft; in dem weichen Fruchtfleische liegen die hartschaligen Samen, welche somit nach Zerstörung des Fruchtfleisches frei sind. Das Epikarp bildet bald eine zarte Umhüllung der Beere, so bei den Johannisbeeren, Weintrauben, bald eine lederartige Schale, so z. B. bei den Citronen und Orangen, ja kann selbst holzig werden bei den Kürbisfrüchten. Eine

andere Modifikation bildet die Apfelfrucht, bei der die Auskleidung der Fruchtfächer, das Endokarp, von etwas derberer Konsistenz ist.

B. Die Samen werden bis zur Keimung von der ganzen Fruchtwandung oder wenigstens einzelnen Teilen derselben umschlossen, und besitzen eine nur schwach entwickelte Samenschale.

IV. Die Schließfrüchte besitzen ein vollständig trockenes Perikarp, von bald durchaus holziger, bald nur lederartiger Beschaffenheit; die Schließfrucht entsteht entweder

a) aus einem ganzen Fruchtknoten, der entweder nur eine einzige Samenanlage enthielt (z. B. Polygoneen), oder in welchem regelmäßig nur eine Samenanlage befruchtet wird, während die anderen verkümmern, z. B. die Haselnuss, Eichel. Je nach der Beschaffenheit des Perikarps pflegt man zu unterscheiden die Nuss (Nux) mit holzigem oder lederigem Perikarp, freiem Samen, z. B. die Haselnuss (aber nicht die Walnuss, s. unten), die Eichel, die Caryopse mit dem Perikarp angewachsenen Samen, z. B.



Fig. 208. Carum Carvi, eine Umbellifere; A Fruchtknoten der Blüte (*f*); B reife Frucht, die beiden Fächer werden zu zwei Merikarpn (*m*); ein Teil der Scheidewand bildet einen Halter, Carpophorum (*a*).

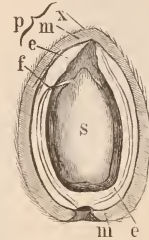


Fig. 209. Längsschnitt der Steinfrucht des Mandelbaums; *s* der Same befestigt am Funiculus *f*; *e* das harte Endokarp, *m* das Mesokarp, *x* das Epikarp, zusammen das Perikarp *p* bildend.

die Frucht der Gräser und Getreidearten u. s. w.; davon die Achene (z. B. Compositen) wegen des unterständigen Fruchtknotens abzutrennen, ist überflüssig; oder

b) die einsamige Schließfrucht entsteht durch Teilung eines mehrsamigen Fruchtknotens in einsamige Teilfrüchte, Merikarpn; diese Teilung erfolgt

a) der Länge nach, bei den Spaltfrüchten (Schizocarpn) der Doldengewächse (Fig. 208), der Ahorne, Malvaceen, Labiaten, Boragineen, bei Erodium u. a.; die ganze Frucht lässt sich auch vergleichen mit einer septoiden Kapsel, bei welcher die Klappen sich nicht nach innen öffnen, sondern die Samen völlig umschließen;

oder β) der Quere nach, hierher gehört die Gliederhülse von *Hedysarum*, *Hippocrepis* und anderen *Papilionaceen*, welche im Bau mit einer Hülse übereinstimmt, aber nicht der Länge nach aufspringt, sondern in so viele einsamige Querglieder zerfällt, als Samen hintereinander liegen; analog verhält sich die Gliederschote von *Raphanus* und anderen *Cruciferen*.

V. Die Steinfrucht (*Drupa*) bildet ihr Endokarp sklerenchymatisch aus zu einem Steinkern (Fig. 209 e), welcher den Samen bis zur Keimung umschließt; das Mesokarp ist sehr saftreich, z. B. bei den Kirschen und Pflaumen, minder saftig bei der Mandel, Wallnuss; oder auch trocken, wie bei der Cocosnuss, welche diese Form mit den Schließfrüchten verknüpft.

Daran schließt sich auch, vergleichbar mit den Teilfrüchten, der Steinapfel, z. B. von *Crataegus*; hier wird jedes Fach des Fruchtknotens zu einem Steinkerne, deren sonach mehrere in einer Frucht sich befinden und durch Zerstörung des fleischigen Mesokarps frei werden.

Die Ausbildung der Früchte und Samen zeigt verschiedene Anpassungserscheinungen, welche der möglichst leichten und weiten Verbreitung dienen. So werden die saftigen Früchte, die Beeren und Steinfrüchte, von Tieren, insbesondere Vögeln verzehrt, die hartschaligen Samen und Steinkerne aber unverdaut abgegeben; so finden sich bald flügelartige Ausbreitungen und Anhängsel, welche einer Fortbewegung durch den Wind förderlich sind, Haarschöpfe, Federkronen, welche insbesondere ein Aufsteigen bei trockener, ruhiger Luft, ein Niederfallen bei feuchter Luft bewirken, ferner borsten- oder hakenförmige Anhängsel, durch welche die Früchte oder Samen am Fell oder Gefieder der Tiere festgehalten und dadurch verschleppt werden. Je nachdem der Same von der Pflanze sich löst oder die ganze Frucht oder Teilfrüchte, welche die Samen umschließen, sich abtrennen, sind es nun auch die Samen einerseits oder die Früchte, beziehungsweise Teilfrüchte andererseits, welche die betreffenden Einrichtungen besitzen; so finden wir häutige Flügel oder Anhängsel an den Samen von *Catalpa*, den Früchten von *Ulmus*, *Betula*, *Acer*, oder als Hüllen einer ganzen Blüte bei *Carpinus*, selbst an einem Blütenstande bei *Tilia*; Haarschöpfe u. dgl. finden sich an den Samen der Weiden, Pappeln, der Baumwolle, an den Früchten der Disteln und anderer *Compositen*; hakige Anhängsel an den Teilfrüchten vieler *Doldengewächse*, *Boragineen*, an den Früchten von *Galium*, aber auch an den ganzen Blütenköpfen von *Lappa*. — Besondere Einrichtungen sind die langen Schnäbel von *Erodium*, die vermöge ihrer *Hygroskopizität* sich spiralg auf- und zudrehen und dadurch die Teilfrüchtchen in die Erde einbohren.

Während einzelne Samen sofort nach der Reife keimen (z. B. viele *Papilionaceen*, Weiden, Ulmen), bedürfen die meisten einer längeren Ruhe, manche wie *Carpinus*, Esche selbst anderthalb Jahre.

Die erste Achse des Keimpflänzchens schließt nur bei verhältnismäßig wenigen Pflanzen wieder mit einer Blüte ab; diese Pflanzen heißen einachsige; gewöhnlich endigen erst Sprosse des zweiten, dritten oder höheren

Grades mit einer Blüte; die Pflanzen heißen dann zwei-, drei-, mehrachsrig.

Die blütentragenden Sprosse der Angiospermen bilden sehr häufig reiche Verzweigungssysteme, welche von dem vegetativen Teil der Pflanze gewöhnlich scharf abgegrenzt sind, und außer den Blattgebilden der Blüte nur Hochblätter (Brakteen), nämlich deren Trag- oder Deckblätter und die Vorblätter, oder gar keine Blattgebilde tragen. Diese Verzweigungssysteme werden als **Blütenstände**, **Infloreszenzen** bezeichnet.

Die Verzweigung ist in den Blütenständen, wie überhaupt bei den Angiospermen, vorwiegend monopodial und axillär. Einige scheinbare Abweichungen von der axillären Verzweigung lassen sich leicht auf diese allgemeine Regel zurückführen; so sind z. B. in den Trauben der meisten Cruciferen die Deckblätter der einzelnen Blütenstiele abortiert, ebenso in den Köpfen vieler Compositen; bei Solanaceen erleidet das Deckblatt häufig eine Verschiebung, so dass es an dem Achselspross selbst seitlich zu stehen scheint; andererseits kommt es auch vor, dass der Achselspross mit seinem Mutterspross eine Strecke weit verwächst.

Unter Zugrundelegung der oben S. 44 behandelten allgemeinen Verzweigungsgesetze unterscheiden wir die verschiedenen Blütenstände in folgender Weise:

A. **Racemöse** (traubige) Blütenstände. Sie kommen dadurch zu stande, dass eine Achse zahlreiche Seitensprosse in akropetaler Reihenfolge erzeugt, welche sich gewöhnlich nicht stärker entwickeln, als der über

ihrer Insertion liegende Teil der Hauptachse.

Für die Begriffsbestimmung ist es gleichgültig, ob die Hauptachse mit einer Blüte abschließt oder nicht. Endigen die Seitensprosse erster Ordnung, welche an der Hauptachse des Blütenstandes, der Spindel entspringen, sofort, ohne sich weiter zu verzweigen, mit einer Blüte, so heißt der Blütenstand:

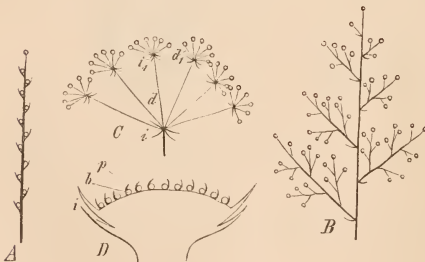


Fig. 210. Schematische Darstellung racemöser Blütenstände. A Achse; B zusammengesetzte Traube; C zusammengesetzte Doldel; d Strahlen der Doldel, *i* Involucrium, *d*₁ Strahlen der Döldchen, *i*₁ Involucrellum. D Köpfchen, *i* Involucrium, *b* Blüten, *p* Deckblätter.

I. Einfach:

4. Die Traube (*Racemus*); die Hauptachse ist langgestreckt, die Blütenstiele entspringen meist entfernt von einander. Dabei kann eine Endblüte vorhanden sein oder nicht, z. B. *Berberis*, *Robinia*, die Cruciferen, bei welch letzteren die Deckblätter der Blütenstiele fehlen, aber nicht die

Weintraube (s. unten Nr. 4); sind die Blüten sitzend, so heißt der Blütenstand eine Ähre (Spica, Fig. 240 A), z. B. die männlichen Ähren von Carex; ist dabei die Spindel dick und fleischig, so wird die Bezeichnung Kolben (Spadix) angewendet; letzterer trägt unterhalb der Blüten häufig ein mächtig entwickeltes Hochblatt, die Scheide (Spatha), z. B. Arum, Zantedeschia.

2. Das Köpfchen (Capitulum, Fig. 240 D); die Hauptachse ist verkürzt, konisch oder kuchenförmig ausgebreitet oder selbst napfartig ausgehöhlt, z. B. Compositen, wohin Löwenzahn, Sonnenrose, Scabiosen. Die Deckblätter der einzelnen Blüten (Fig. 240 D, p) fehlen bisweilen; das ganze Köpfchen wird an der Basis von einer Anzahl Hochblätter umgeben, dem Hüllkelch (Involucrum, Fig. 240 D, i), wodurch der Blütenstand äußerlich einer Einzelblüte ähnlich wird.

3. Die Dolde (Umbella, Fig. 240 C, d₁); eine große Zahl langgestielter Blüten entspringt dicht gedrängt aus einer sehr verkürzten Spindel, welche gewöhnlich keine Endblüte trägt, z. B. Epheu, Schlüsselblume. Die Deckblätter der einzelnen Blütenstiele, der Strahlen, sind gewöhnlich nicht vollständig vorhanden und heißen Hülle, Involucrum.

II. Zusammengesetzte racemöse Blütenstände kommen dadurch zu stande, dass die Seitensprosse, welche bei den eben angeführten Formen die Blüten tragen, sich wiederum nach racemösem Typus weiter verzweigen, oder mit anderen Worten: Blütenstände, welche einer der im obigen aufgezählten Formen angehören, sind wiederum nach racemösem Typus zu einem größeren Blütenstande zusammengestellt, z. B. mehrere Köpfchen in derselben Weise, wie die Einzelblüten in einer Traube. Man wendet dann für den größeren zusammengesetzten Blütenstand in seiner ersten Verzweigung dieselben Ausdrücke an, wie sie oben für die einfachen festgestellt wurden, und spricht dann im erwähnten Beispiele von einer aus Köpfchen gebildeten Traube, kurz Köpfschentraube. Sie lassen sich einteilen in:

α) gleichartig zusammengesetzte; die Verzweigung gehört in beiden (oder allenfalls noch höheren) Graden derselben Form an:

4. die zusammengesetzte Traube. An der Spindel einer Traube stehen wiederum Trauben; die Verzweigung wiederholt sich oft in noch höheren Graden derart, dass am Grunde des Blütenstandes die Verzweigung reicher ist, als gegen die Spitze, Fig. 240 B, z. B. die Weintraube. — Wie wir die Ähre der Traube untergeordnet haben, so gelte auch hier als Spezialfall die zusammengesetzte Ähre, wenn nämlich an der Spindel einer Ähre wiederum Ähren sitzen, z. B. die sog. Ähren des Weizens, Roggens.

5. die zusammengesetzte Dolde, Fig. 240 C; sie kommt viel häufiger vor, als die einfache, und wird gewöhnlich schlechthin Dolde, Umbella, genannt; die einzelnen einfachen Dolden (Fig. 240 C, d₁) heißen dann Döldchen (Umbellulae), deren Hüllen: Hüllchen (Involucella).

β) ungleichartig zusammengesetzte; die Verzweigungen der verschiedenen Grade gehören verschiedenen Formen an.

Es kommt hier eine solche Mannigfaltigkeit vor, dass es unmöglich ist, die einzelnen Kombinationen aufzuzählen und zu benennen. Als Beispiel für die Bezeichnungsweise seien erwähnt: Köpfentraube, d. h. zu einer Traube zusammengestellte Köpfchen bei vielen Compositen, z. B. Petasites; Ährenköpfchen, d. h. zu einem Köpfchen zusammengestellte Ähren bei vielen Scirpeen; Ähentraube bei vielen Gräsern, wo die letzten Verzweigungen einer zusammengesetzten Traube Ähren sind.

B. Cymöse (trugdoldige) Blütenstände. Der mit einer Blüte abschließende Hauptsporn erzeugt unter seinem Ende einen oder wenige (nur selten mehrere) Seitensprosse, welche ebenfalls mit Blüten abschließen, sich kräftiger entwickeln, als der Hauptsporn, und dieselbe Verzweigungsform in höheren Graden fortsetzen.

I. Bei den einfachen cymösen Blütenständen behält die Verzweigung in den höheren Graden immer denselben Typus bei.

α) ohne Scheinachse (s. oben S. 42).

6. Die cymöse oder Scheindolde (Cyma); unterhalb der Endblüte des Hauptspornes entspringen zahlreiche, d. h. drei oder mehr unter sich gleich starke Seitensprosse, z. B. bei vielen Euphorbien. Dieser Blütenstand ist der echten Dolde sehr ähnlich und unterscheidet sich in der That nicht von einer echten Dolde, welche mit einer Endblüte versehen ist. (Die Zugehörigkeit zum cymösen Haupttypus ergibt sich in vielen Fällen daraus, dass die Cyma in höheren Graden durch Verarmung in Dichasien ausgeht.)

7. Das Dichasium (s. Fig. 40 C auf S. 42); unterhalb der Endblüte des Hauptspornes entspringen nur zwei auf gleicher Höhe stehende Seitensprosse, die sich wiederum ebenso verzweigen; gewöhnlich kreuzen sich die aufeinander folgenden falschen Dichotomien unter rechtem Winkel, z. B. Valerianella, die schwächeren Blütenstände mancher Euphorbien.

β) mit Scheinachse.

8. Die Fächer (s. oben S. 43, Fig. 40 A, B), z. B. bei Irideen.

9. Die Sichel (s. oben S. 43, Fig. 40 D), z. B. bei Juncaceen.

10. Die Schraubel (Bostryx); die Seitenachsen der aufeinander folgenden Verzweigungen fallen immer auf dieselbe Seite, s. oben S. 43, Fig. 40 D).

11. Die Wickel (Cincinnus); die Seitenachsen fallen auf entgegengesetzte Seiten, s. oben S. 43, Fig. 40 A und B, z. B. bei Boragineen.

II. Zusammengesetzte cymöse Blütenstände kommen gewöhnlich dadurch zu stande, dass die Verzweigung in höheren Graden sich abschwächt, indem z. B., wie schon oben angedeutet, die Strahlen einer

Cyma nicht wieder zu Cymen, sondern zu Dichasien werden: Dichasien-cyma, z. B. viele Euphorbien, oder Dichasien in Schraubeln oder Wickeln endigen.

C. Racemös und cymös zusammengesetzte Blütenstände. Es kommt vor, dass zusammengesetzte Blütenstände in den verschiedenen Graden der Verzweigung einem anderen Haupttypus folgen. So findet sich z. B. racemöse Verzweigung im ersten, cymöse im zweiten Grade in den Dichasientrauben mancher Euphorbien (z. B. E. *Esula*, *amygdaloides*), den Wickeltrauben der Rosskastanie, den Schraubelköpfchen mancher *Allium*-Arten u. s. f. Andererseits kommt auch cymöse Verzweigung im ersten, racemöse im zweiten Grade vor, z. B. aus Köpfchen zusammengesetzte Schraubeln, d. h. Köpfchenschraubeln bei *Cichorium* u. a.

Endlich sind noch einige Bezeichnungen für Blütenstände anzuführen, welche nur auf deren äußere Erscheinung Bezug haben, ohne Rücksicht auf den Aufbau nach den oben geschilderten Typen; so nennt man z. B. Rispe (*Panicula*) im allgemeinen einen wenigstens im ersten Grade racemösen Blütenstand von pyramidalen Gestalt; Ebenstrauß (*Corymbus*, zuweilen fälschlich Trug- oder Scheindolde genannt) einen zusammengesetzten Blütenstand, dessen letzte Zweige alle in einer Ebene endigen und die Blüten tragen, z. B. *Sambucus*; Spirre (*Anthela*) ist ein zusammengesetzter Blütenstand, dessen Zweige ersten Grades von unten nach oben (dem Ansehen nach von außen nach innen) allmählich kürzer werden (z. B. *Juncaceen*); Kätzchen (*Amentum*) heißt ein meist hängender einfacher oder zusammengesetzter Blütenstand von verlängerter Gestalt, welcher nur unscheinbare Blüten trägt und (wenigstens wenn er nur männliche Blüten enthält) nach dem Abblühen sich als Ganzes von der Pflanze lostrennt. — Lange blattlose oder nur mit wenigen kleinen Hochblättern versehene Blütenstiele oder ähnliche Achsen, welche an ihrem oberen Ende dicht gedrängte oder scharf abgesetzte Infloreszenzen tragen, heißen Schäfte (*Scapi*).

Die Gruppe wird in zwei Klassen eingeteilt:

Klasse XVIII. *Monocotyledones*. Der Embryo trägt nur einen Kotyledon; das Endosperm im reifen Samen ist meist groß; der Stamm ist von geschlossenen Fibrovasalsträngen durchzogen, die Blätter vorherrschend parallelnervig; die Blüten meist auf den pentacyklisch trimeren Typus zurückführbar.

Klasse XIX. *Dicotyledones*. Der Embryo trägt zwei opponierte Kotyledonen; das Endosperm wird häufig vor der Samenreife ganz aufgezehrt; der Stamm wird von offenen Fibrovasalsträngen durchzogen; die Blätter sind fast immer netzaderig; der Blütenbau verschieden, sehr häufig pentacyklisch pentamer.

Klasse XVIII.

Monocotyledones.

Der Embryo trägt nur einen Kotyledon; das Endosperm im reifen Samen ist meist groß; der Stamm ist von geschlossenen Fibrovasalsträngen durchzogen; die Blätter vorherrschend parallelnervig; die Blüten meist auf den pentacyklisch trimeren Typus zurückführbar.

Der Embryo ist gewöhnlich klein im Verhältnis zum umfangreichen Endosperm (Fig. 211 I, e, c), die Achse des Embryos ist nach hinten von einer

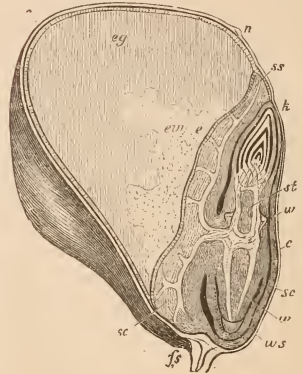
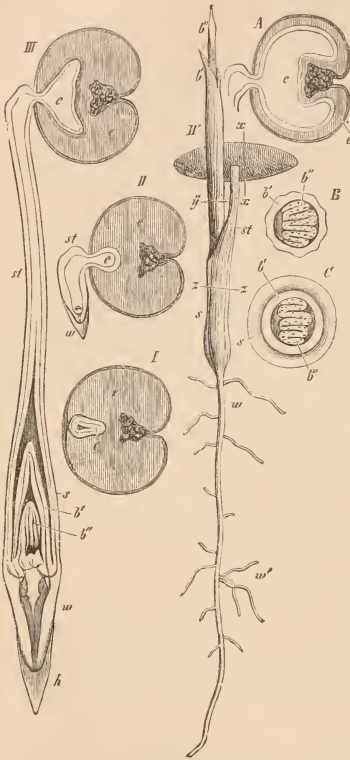


Fig. 212. Längsschnitt der Frucht (Caryopse) von Zea Mais, 6mal vergr.; c Fruchtschale, fs Basis der Frucht; eg fester, ev weicher Teil des Endosperms, sc Scutellum (Kotyledon), ss dessen Spitze, k Knospe des Keimpflänzchens, w Wurzel, ws Wurzelscheide, st Stämmchen des Keims (nach Sachs).

Fig. 211. Keimung der Dattel. I Querschnitt des ruhenden Samens, e Endosperm, c Embryo; II, III Keimung, Querschnitt des Samens (vergr.); e Endosperm, c Spitze des Kotyledons, st dessen Stiel, s dessen Scheide, w die Hauptwurzel, mit Haube h; b' b'' die auf den Kotyledon folgenden Blätter. IV weiteres Stadium (nat. Gr.). w' Nebenwurzeln. A Querschnitt des Samens im Zustande IV bei xx; der Gipfel des Kotyledons hat den Raum des Endosperms eingenommen, B Querschnitt des Pflänzchens bei xy, C bei zz (nach Sachs).

meist sehr kurzen Wurzelanlage begrenzt, und trägt vorn ein scheidenförmiges erstes Blatt, den Kotyledon, dessen Masse meist beträchtlich

größer ist, als die des ganzen übrigen Keims, und welches nicht selten noch ein oder mehrere jüngere alternierende erste Blätter einschließt.

Bei der Keimung bleibt gewöhnlich das obere Ende des Kotyledons im Samen eingeschlossen, um die im Endosperm abgelagerten Reservestoffe aufzusaugen (Fig. 211 II—IV); die untere Partie des Kotyledons streckt sich und schiebt das Wurzelende samt dem Stämmchen aus dem Samen heraus. Bei den Gräsern hat der Kotyledon eine eigentümlich schildförmige Gestalt und heißt daher Schildchen (*Scutellum*), Fig. 212 s. c. Dasselbe hüllt im reifen Samen den Embryo zum größten Teile ein und grenzt andererseits an das Endosperm; bei der Keimung saugt der Kotyledon die in diesem enthaltenen Nahrungsstoffe auf, während der Stamm mit den übrigen Blättern aus dem Samen heraustritt. Bei den übrigen Monokotyledonen entwickelt sich der Kotyledon zu einem scheidenförmigen Niederblatt, oder zum ersten grünen, von den späteren Laubblättern kaum verschiedenen Blatt.

Die Hauptwurzel bleibt gewöhnlich klein und unbeträchtlich, während aus dem Stamm sich nach und nach immer höher oben Wurzeln entwickeln.

Der Stamm der Monokotyledonen ist von zerstreuten, geschlossenen Fibrovasalsträngen durchzogen; er besitzt daher auch kein kambiales Dickenwachstum. Nur bei wenigen Gattungen (*Yucca*, *Dracaena*) wächst er später in die Dicke, aber dadurch, dass aus den äußersten Schichten des Grundgewebes sich ein Meristem bildet, welches außer neuem Grundgewebe auch neue geschlossene Fibrovasalstränge erzeugt.

Die Achse des Keimpflänzchens bleibt in vielen Fällen auch die Hauptachse der Pflanze; sie ist anfangs zart und schwach; da nun ein nachträgliches Dickenwachstum nicht stattfindet, die späteren Stammteile aber schon von vornherein kräftiger, dicker werden, so wird der Stamm umgekehrt kegelförmig; wenn die Pflanze eine gewisse Höhe erreicht hat, kann er dann zylindrisch fortwachsen; deshalb findet man bei Palmen, beim Mais und anderen ähnlich gebauten aufrechten Stämmen am unteren Ende eine Versmälnerung. Sehr häufig geht aber die erste Achse der Pflanze bald zu Grunde, nachdem sie Seitensprosse erzeugt hat.

Die Blattstellung beginnt mit alternierenden Blättern; bei kräftiger Ausbildung des Stammes geht diese zweireihige Blattstellung nicht selten in komplizierte Spiralstellungen über, so bei *Fritillaria*, bei den Palmen, wo sie sich in der Form der allseitig entwickelten Blattkrone geltend macht. Bei den Gräsern und einigen anderen Familien bleibt sie beständig zweireihig. Quirlige Blattstellung kommt in der Laubblattregion nur selten vor.

Die Blätter besitzen meist eine stark entwickelte Scheide, (aber keine Nebenblätter. Die Spreite ist gewöhnlich ganzrandig, von einfachem Umriss, häufig lang und schmal, bandartig oder schwertförmig, seltener rundlich oder herz- bis pfeilförmig. Verzweigung des Blattes kommt nur bei mehreren Araceen vor. Die fiederig oder fächerig geteilten Blätter der Palmen bekommen diese Form durch Zerreißen der

ursprünglich ganzen Spreite, ähnlich wie auch die durchbohrten Blätter mancher Araceen.

Die Blätter sind vorherrschend parallelnervig, die schwächeren Nerven springen auf der Unterseite gewöhnlich nicht vor; es treten entweder schon zahlreiche annähernd gleichstarke Nerven in das Blatt ein und vereinigen sich außer zahlreichen sehr zarten, rechtwinklig ansetzenden Verbindungsstücken gegen die Spitze des Blattes; oder es gehen von dem durch die Blattmediane verlaufenden stärkeren Nerven schwächere in sehr spitzem Winkel ab; oder endlich dieser Winkel ist weniger spitz, die schwächeren Seitennerven dicht gedrängt und unter sich parallel (Scitamineen). Einige Formen haben netzaderige Blätter (Araceen, *Paris quadrifolia*, *Dioscoreen* u. a.); seltener sind einnervige (*Elodea*).

Die Blüte der Monokotyledonen besteht typisch aus fünf alternierenden gleichzähligen Kreisen, zwei Perigon-, zwei Staubblatt- und einem Karpellkreis. Die typische Formel ist somit:

$$P_n + nA_n + nG_n,$$

wobei n in der größten Anzahl der Fälle den Wert 3 hat, seltener 2, 4 oder 5. Seitliche Blüten besitzen meist ein hinten stehendes Vorblatt; daher fällt ein äußeres Perigonblatt gerade nach vorne. Meist sind beide Perigonkreise korollinisch mit nur geringen Verschiedenheiten, bisweilen (*Juncaceen*) beide kalicinisch; verhältnismäßig selten (*Commelynaceen*, *Polycarpicaceae*) der äußere rein kalicinisch, der innere korollinisch.

Dieser Blütenbau ist in der reinsten Gestalt vorhanden bei den meisten Liliifloren, speziell den *Liliaceen*. Die nächste Abweichung ist das Fehlschlagen des inneren Staubblattkreises bei den *Irideen*, sowie das Unterständigwerden des Fruchtknotens. Dieser letztere Charakter findet sich noch bei den *Scitamineen* und *Orchideen*, die sich außerdem durch zygomorphe Anlage der Blüte und weitgehende Reduktion des Andröceums auszeichnen.

In einer anderen Reihe findet sich verschieden weitgehende Reduktion der Blütenteile (*Spadiciflorae* und *Glumiflorae*).

Einige Wasserpflanzen (*Helobiae*) weichen in ihrem Blütenbau weiter vom Typus ab.

Hieraus ergibt sich folgende Anordnung der Monokotyledonen*):

I. Blüten in der Regel groß, mit korollinischem Perigon.

a. Samen mit reichlichem Endosperm; Blüten dem Typus entsprechend oder wenig abweichend, dem Grundriss nach aktinomorph.

*) In dem Werke »Die natürl. Pflanzenfamilien« sind diese Ordnungen in folgender Reihenfolge behandelt: 1. Pandanales, 2. *Helobiae*, 3. *Glumiflorae*, 4. *Spadiciflorae*, 5. *Farinosae*, 6. *Liliiflorae*, 7. *Scitamineae*, 8. *Arrhizogonae*; abgesehen von der aus didaktischen Gründen hier veränderten Reihenfolge weicht das hier gegebene System nur in der Stellung der *Juncaceen* von jenem ab.

Ordnung 1. Liliiflorae. Embryo vom knorpeligen oder fleischigen Endosperm umschlossen.

- 2. Farinosae. Embryo dem mehligem Endosperm anliegend.

b. Endosperm spärlich oder fehlend; Blüten im Andröceum reduziert, dem Grundriss nach zygomorph; Fruchtknoten unterständig.

Ordnung 3. Scitamineae. Embryo groß; Perisperm.

- 4. Arrhizogonae. Embryo klein, ohne Wurzelanlage; kein Perisperm.

II. Blüten klein, mit unscheinbarem oder ohne Perigon, zu größeren Infloreszenzen vereinigt.

Ordnung 5. Spadiciflorae. Deck- und Vorblätter fehlen oder wenig entwickelt; Samenanlagen wandständig oder aufrecht.

- 6. Pandanales. Deck- und Vorblätter fehlen oder wenig entwickelt; Samenanlagen hängend.
- 7. Glumiflorae. Deck- und meist auch Vorblätter kräftig entwickelt (Spelzen).

III. Blüten aktinomorph mit Vermehrung im Andröceum und Gynäceum oder vom Typus abweichend; Endosperm fehlt; Embryo mit Wurzel; Sumpf- und Wasserpflanzen.

Ordnung 8. Helobiae.

Ordnung 1. Liliiflorae.

Blüten meist groß, einzeln oder in verschiedenartigen Blütenständen, im allgemeinen von der Formel $P_3 + 3A_3 + 3G(3)$, seltener nach der Zwei-, Vier- oder Fünzfahl; das Fehlschlagen trifft gewöhnlich nicht einzelne Glieder, sondern ganze Kreise. Perigonkreise meist beide gleichartig korollinisch. Fruchtknoten ober- oder unterständig, trimer, meist dreifächerig. Embryo vom knorpeligen oder fleischigen Endosperm umschlossen.

Fam. 1. Liliaceae. $P_3 + 3A_3 + 3G(3)$, selten andere Zahlenverhältnisse. Beide Perigonkreise gewöhnlich korollinisch; Blüten höchstens durch die Lage der Blattgebilde zygomorph; Fruchtknoten fast stets oberständig, dreifächerig mit wandständigen Samenanlagen in den Innenwinkeln; Narben fast nie fadenförmig; Endosperm fleischig oder knorpelig. — Wuchs verschieden; verbreitet ist Zwiebelbildung mit endständigem Blütenstand und Neubildung der Zwiebeln in jeder Vegetationsperiode.

Unterfam. 1. Melanthioideae. Rhizom oder Knolle mit endständigem Blütenstand; Antheren meist extrors; meist septicide Kapsel, niemals Beerenfrucht.

Tofieldia caliculata mit schwertförmigen grundständigen Blättern; die gelblichen Blüten in einer Ahre an der Spitze des Schaftes, nicht selten auf mageren Plätzen, besonders in Gebirgsgegenden. — *Veratrum album* und *nigrum* mit breit eiförmigen Blättern. — *Colchicum autumnale*, Herbstzeitlose; der Stengel ist im Herbst während

der Blütezeit unterirdisch; er ist zu dieser Zeit kurz, dünn (Fig. 213 *k'*), sitzt neben einer älteren Knolle (*k*) und trägt außer einigen noch wenig entwickelten Blättern (*l' l''*) eine oder zwei Blüten (*b b'*); auch deren Fruchtknoten sind unterirdisch, die sechs Perigonblätter sind zu einer viele Centimeter langen Röhre verwachsen, welche weit über den Fruchtknoten hinaus bis über die Bodenfläche emporwächst und in dem rosenfarbigen sechsteiligen Saum endigt; die Staubblätter entspringen im obersten

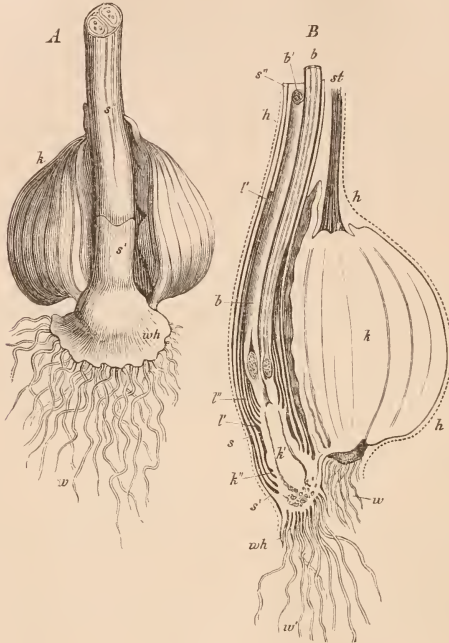


Fig. 213. *Colchicum autumnale*, unterirdische Teile einer blühenden Pflanze; *A* von vorn aus gesehen, *B* im Längsschnitt (nat. Gr.). *h* eine braune Haut, welche alle Teile umhüllt, *st* der vorjährige unterirdische Stengel, *k* dessen Basalportion, die mit Reservestoffen gefüllte Knolle, *wh* deren Basis mit Wurzeln *w*; ein Seitenspross aus der Basis der Knolle *k* ist die blühende Pflanze, *b, b'* deren Blüten (die Perigonröhre), *l', l''* deren Laubblätter, *s, s'* deren Scheidenblätter, *k'* deren mittleres Stück, das im nächsten Jahr zur Knolle wird, mit einer Knospe *k''*, der Knolle des übernächsten Jahres (nach *Sachs*).

Teile der Röhre. Im Frühjahr schwillt der unterirdische Stengel an seiner Basis (*k'*) knollig an und wächst empor, so dass die sich entwickelnden Blätter (*l' l''*) und die Kapsel über die Erde kommen; an seiner Basis wächst ein Seitenspross (*k''*) hervor, der im Herbst Blüten erzeugt und sich dann ebenso verhält, wie der eben geschilderte.

Unterfam. 2. *Asphodeloideae*. Rhizom mit grundständigen Blättern oder beblätterter und verzweigter Stengel; Blütenstand meist terminal; Antheren intrors; meist Kapsel Frucht.

Asphodelus, Hosta, Hemerocallis verbreitete Zierpflanzen. — *Phormium tenax*, neuseeländischer Flachs, die starken Bastfasern der etwa meterlangen bandförmigen

Blätter finden Verwendung. — *Aloë* mit dicken fleischigen Blättern, häufig strauch- oder baumartigem Stamm, verwachseublätterigem Perigou, meist in Afrika.

Unterfam. 3. Allioideae. Zwiebel oder kurzes Rhizom; Blütenstand eine von zwei Blättern mehr oder weniger eingeschlossene Scheindolde.

Allium, Lauch, mit häufig röhrig hohlen Blättern; zwischen den Blüten nicht selten zwiebelartige Brutknospen; mehrere Arten werden zum Küchengebrauch kultiviert, so *A. Cepa*, Küchenzwiebel, *A. ascalonicum*, Schalotte, *A. Schoenoprasum*, Schnittlauch, *A. Porrum*, Porre, *A. sativum*, Knoblauch.

Unterfam. 4. Lilioideae. Zwiebel; Blütenstand endständig; Antheren intrors; fachspaltige Kapsel.

Lilium candidum, weiße Lilie, *L. bulbiferum*, Feuerlilie, deren obere Laubblätter in ihren Achseln Brutknospen tragen, *L. Martagon*, Türkenbund. — *Fritillaria imperialis*, Kaiserkrone, deren Blüten von ihren Tragblättern überragt werden. — *Tulipa Gesneriana* und andere Arten aus dem Orient, bekannte Zierpflanzen. — *Scilla*. — *Urginea maritima* mit oberirdischer Zwiebel. — Bei *Hyacinthus* und einigen anderen Gattungen sind die sechs Perigonblätter zu einer gemeinschaftlichen Röhre verwachsen (Fig. 214).

Unterfam. 5. Dracaenoideae. Stamm aufrecht; meist baumartig, mit Dickenwachstum s. oben S. 76).

Dracaena Draco, Drachenblutbaum, auf den kanarischen Inseln, mit Beerenfrucht, liefert rotes Gummiharz; andere Arten, sowie von *Cordyline*, z. B. *C. australis*, *C. terminalis* häufig kultiviert. — *Yucca* in Zentralamerika mit freiblätterigem Perigon.

Unterfam. 6. Asparagoideae. Unterirdisches Rhizom in oberirdische beläuterte blühende Zweige endigend oder mit seitlichen Blütenzweigen, Beerenfrucht.

Asparagus officinalis, Spargel; der Stengel trägt nur Schuppenblätter, in deren Achseln nadelförmige Zweige; die jungen von den Rhizomen entspringenden Sprosse werden gegessen. — *Ruscus aculeatus* und andere Arten sind kleine Sträucher, deren



Fig. 214. Blüte der Hyacinthe, *aaa* die drei äußeren, *iii* die drei inneren Perigonblätter, an der Basis zu einer gemeinschaftlichen Röhre *r* verwachsen (nat. Gr.).

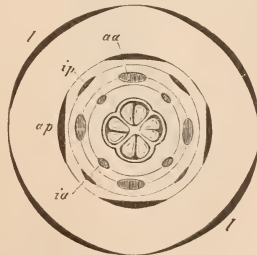


Fig. 215. Diagramm der Blüte von *Paris quadrifolia*, *l* die Laubblätter, *ap* äußeres, *ip* inneres Perigon, *aa* äußere, *ia* innere Staubblätter (nach Sachs).

blattartige Zweige auf ihrer Mitte aus der Achsel eines kleinen Deckblattes die diklinischen Blüten tragen (s. oben Fig. 26 S. 33). — *Maianthemum bifolium* mit zweizähligen Blütenkreisen. — *Convallaria maialis*, Maiglöckchen. — *Polygonatum* mit beläutertem Stengel. — *Paris quadrifolia*, Einbeere; die Blüten sind aus vier- (selten drei- oder fünf-) zähligen Kreisen aufgebaut und stehen auf einem Stengel, der unter der Blüte einen Quirl von vier (resp. drei oder fünf) Laubblättern trägt (Fig. 215).

Unterfam. 7. Smilacoideae. Rankende Sträucher mit drei- bis fünfnervigen netzaderigen Blättern.

Smilax besonders in den Tropen.

Offizinell: Semen Colchici, die Samen von *Colchicum autumnale*. — Rhizoma Veratri, das Rhizom von *Veratrum album*. — Aloë, der eingedickte Saft von *Aloë ferox*, *africana*, *succotrina* und *plicatilis* in Südafrika, *A. Perryi* auf Sokotra und *A. vera* im Mittelmeergebiet. — Bulbus Scillae, die mittleren Zwiebelschalen von *Urginea maritima* in Südeuropa. — Radix Sarsaparillae, die Wurzeln verschiedener *Smilax*-arten in Zentralamerika.

Fam. 2. Amaryllidaceae. $P3 + 3 A3 + 3$ oder mehr $G \overline{3}$. Perigonkreise beide korollinisch, Blüten aktinomorph oder zygomorph; Fruchtknoten unterständig, dreifächerig. Frucht meist eine fachspaltige Kapsel.

Galanthus nivalis und *Leucojum vernum*, Schneeglöckchen. — *Narcissus Pseudo-Narcissus*, poeticus und andere Arten sind beliebte Zierpflanzen; die sog. Nebenkrone

besteht aus verwachsenen Anhängseln der Staubblätter. — Die genannten Gattungen haben Zwiebeln und achselständige Blütenschäfte. Hingegen besitzt *Alströmeria* ein Rhizom und reichblättrigen Stengel. — *Agave americana*, gewöhnlich Aloë genannt, stammt aus Mexiko, ist aber auch in Südeuropa einheimisch geworden. Der ganz kurze Stamm trägt eine grundständige Rosette von dicken stacheligen Blättern; wenn er hinreichend erstarkt ist (in Südeuropa etwa nach 40—20 Jahren), verlängert er sich zu einem viele Meter hohen Schaft, der in reichlicher Verzweigung von pyramidalem Umriss zahlreiche Blüten trägt.

Fam. 3. Dioscoreaceae. Blüten unscheinbar, häufig diklin; Fruchtknoten unterständig, meist dreifächerig mit 2 Samen in jedem Fach; Endosperm hornig. — Windende Sträucher mit häufig pfeilförmigen Blättern, oft knolligen Rhizomen.

Dioscorea Batatas, Yamswurzel, wird in den Tropen als stärkereiches Nahrungsmittel kultiviert. — *Tamus communis* hie und da in Deutschland.

Fam. 4. Iridaceae. $P3 + 3 A3 + 0 G \overline{3}$. Perigon korollinisch, zuweilen der Lage nach

zygomorph; Fruchtknoten unterständig, dreifächerig; fachspaltige Kapsel; Endosperm hart.

corolliscl

Bei *Iris*, Schwertlilie, ist der Stamm ein unterirdisches wagerechtes Rhizom, das zweireihig gestellte schwertförmige, in der Richtung der Medianebene ausgebreitete Blätter und blütentragende Stengel treibt; die Narben sind hier blumenblattartig ausgebildet und bedecken mit ihrer konkaven Außenfläche die vor ihnen stehenden

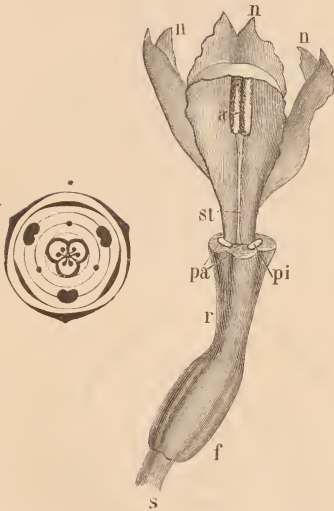


Fig. 216. Diagramm der Iridaceenblüte und Blüte von *Iris* nach Wegnahme der Perigonblätter; *s* der Stiel, *f* der unterständige Fruchtknoten, *r* der röhrig verwachsene Teil des Perigons, *pa* Insertion der äußeren, *pi* der inneren Perigonblätter, *st* Staubblatt, *a* Anthere, *nnn* die drei blumenblattartigen Narben (nat. Gr.).

Staubblätter (Fig. 246). *Iris pumila*, *germanica* u. a. beliebte Zierpflanzen, *I. Pseudacorus* häufig in Gräben. — *Gladiolus* mit unterirdischer Zwiebel, die einen hohen mehrblütigen Stengel treibt, Blüten zygomorph; *G. communis* häufig kultiviert; *G. paluster* in Mooren. — *Crocus*, Safran, mit unterirdischer Zwiebel, die einen ganz kurzen unterirdischen Stengel treibt; dieser trägt über den Boden emporrage Laubblätter und schließt mit einer Blüte ab, deren Fruchtknoten noch tief unter der Erde steckt; die Röhre des Perigons ragt über den Boden vor und breitet sich in einen sechsteiligen Saum aus, an dessen Basis die drei Staubblätter inseriert sind; 3 fädliche Narben.

Offizinell: Rhizoma *Iridis* von *Iris germanica*, *florentina* und *pallida* in Südeuropa. — *Crocus*, die Narben von *Crocus sativus* (nur in Kultur bekannt).

Ordnung 2. Farinosae.

Blüten im allgemeinen von der Formel $P3 + 3 A3 + 3 G (3)$; doch Perigon häufig in Kelch und Krone gesondert, zuweilen durchaus kelchartig oder fehlend. Fruchtknoten ober- oder unterständig; Embryo dem mehligem Endosperm seitlich oder an der Spitze anliegend. — Die Familien 3—5 sind vielleicht näher mit den Glumiflorae, besonders den Gramineae verwandt.

Fam. 4. Bromeliaceae. Innerer Perigonkreis kronenartig; Fruchtknoten dreifächerig, ober-, unter- oder halbunterständig; Samenanlagen umgewendet. — Blätter gewöhnlich grundständig; die Blüten zwitterig in endständigen traubigen Blütenständen mit oft schön gefärbten Deckblättern.

Im tropischen Amerika einheimisch; die meisten leben epiphytisch auf Bäumen. *Ananas sativus*, Ananas, wird in allen wärmeren Gegenden kultiviert; die Beeren eines Blütenstandes verschmelzen unter sich mit der Achse und den fleischigen Deckblättern zu einer Scheinfrucht, welche von der durchwachsenden, einen Blattschopf tragenden Achse gekrönt wird (Fig. 247).

Fam. 2. Commelynaceae. Kelch und Krone; Fruchtknoten oberständig; Samenanlagen gerade. — Arten von *Commelina* und *Tradescantia* werden als Zierpflanzen kultiviert.

Fam. 3. Centrolepidaceae. Perigon fehlt; 1 bis viele monomere Fruchtknoten. Grasähnliche Pflanzen in Australien.

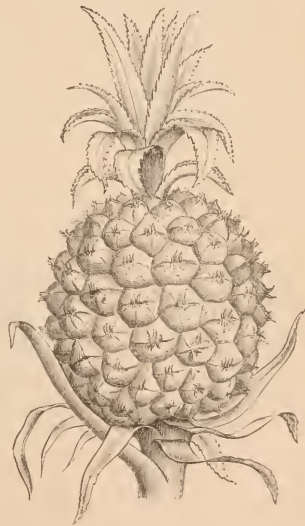


Fig. 217. Fruchtstand von *Ananas sativus* (verkleinert).

Fam. 4. Eriocaulaceae. Blüten diklin in Köpfchen; Perigon kelchartig; Fruchtknoten 2- oder dreifächerig, oberständig. Meist in den Tropen.

Fam. 5. Restionaceae. Blüten meist diöcisch in Ähren; Perigon kelchartig oder teilweise fehlend; nur der innere Staubblattkreis vorhanden; Fruchtknoten oberständig, 1—3 fächerig mit je einer geraden Samenanlage.

Grasähnliche Pflanzen meist in Südafrika.

Ordnung 3. Scitamineae.

Blüten zygomorph oder asymmetrisch: $\downarrow P3 + 3 A3 + 3 G(3)$, jedoch mit bisweilen sehr starker Reduktion des Andröceums. Beide Perigonkreise korollinisch, oder der äußere kalicinisch. Fruchtknoten unterständig, dreifächerig. Frucht eine Kapsel oder Beere. Kein oder nur spärliches Endosperm, aber reichliches Perisperm. — Stattliche Kräuter mit großen, in der Knospenlage zusammengerollten Blättern, deren Spreite fiedernervig.

Fam. 1. Musaceae. Perigon korollinisch, unregelmäßig ausgebildet, das vordere äußere Blatt meist sehr groß, das hintere innere immer sehr klein, bei *Musa* sind die 5 vorderen zu einer hinten offenen Röhre verwachsen; das hintere Staubblatt steril oder fehlend, die anderen fertil. Die



Fig. 218. Diagramm von *Musa*.



Fig. 219. Diagramm vieler Zingiberaceenblüten.



Fig. 220. Blüte von *Canna indica* (nat. Gr.). *f* der unterständige Fruchtknoten, *pa* äußeres, *pi* inneres Perigon, *g* Griffel, *st* das fertile Staubblatt mit der Anthere *an*, *l* Labellum, *a* und *β* die beiden anderen Staminodien (nach *Eichler*).

Unterfamilie der Heliconieen weicht im Blütenbau ab. Stauden von kolossalem Wuchs mit mehrere Meter langen Blättern. Die Blüten stehen meist in ährenförmigen Blütenständen in der Achsel großer, oft gefärbter Deckblätter, bisweilen zahlreich in der Achsel je eines Deckblattes.

Musa paradisiaca, Pisang, M. Sapientum, Banane, und M. Ensete stammen aus der Tropenregion der alten Welt; die beiden ersteren sind jetzt auch in Amerika verbreitet und erfahren ausgedehnte Anwendung; die beerenartigen Früchte werden gegessen, die Fibrovasalstränge zu Geweben benutzt.

Fam. 2. Zingiberaceae. Blüten einzeln in den Achseln von Hochblättern, zygomorph; nur das hintere Staubblatt des inneren Kreises fruchtbar mit vollständiger Anthere; die zwei vorderen Staubblätter des inneren Kreises zu einem kronenblattartigen Gebilde, dem Labellum, verwachsen (Fig. 219), zuweilen noch zwei hintere Staminodien des äußeren Kreises.

Offizinell: Rhizoma Zingiberis, Ingwer, von *Zingiber officinale* in Ostindien (in Westindien auch kultiviert). — Rhizoma Zedoariae, Zittwer, von *Curcuma Zedoaria* in Ostindien. — Rhizoma Galangae von *Alpinia officinarum* in China. — Fructus Cardamomi von *Elettaria Cardamomum* in Ostindien.

Das Stärkemehl der Rhizome von *Curcuma angustifolia* und *leucorrhiza* kommt als ostindisches Arrow-root in den Handel.

Fam. 3. Cannaceae. Blüten in zweiblütigen Wickeln in den Hochblattachseln, unsymmetrisch. Das Andröceum wird von einer Anzahl blumenblattartiger Gebilde repräsentiert, von denen eines (das hintere Staubblatt des inneren Kreises) eine halbe Anthere trägt (Fig. 220 *st, an*); von den übrigen Staminodien ist eines größer, zurückgerollt, das Labellum (Fig. 220 *l*), die anderen schmälere (Fig. 220 α und β) wechseln in ihrer Zahl nach den Arten; Fruchtknotenfächer mit mehreren Samenanlagen.

Canna indica und mehrere andere Arten werden als Zierpflanzen häufig kultiviert.

Fam. 4. Marantaceae. Blüten zu zweien in den Hochblattachseln, unsymmetrisch, aber in jedem Paare gegenseitig symmetrisch; das hintere Staubblatt des inneren Kreises mit halber Anthere; außerdem vier Staminodien; nur eine Samenanlage im Fruchtknotenfach.

Das Stärkemehl des Rhizoms von *Maranta arundinacea* in Westindien ist das eigentliche »Arrow-root«.

Ordnung 4. Arrhizogonae (Gynandrae).

Fruchtknoten unterständig. Samen sehr klein, ohne Endosperm; Embryo ein winziger ungegliederter Gewebekörper ohne Wurzelanlage.

Fam. 1. Orchideae. Blüten meist zygomorph, im Andröceum reduziert, die Staubblätter in der Regel auf einer Verlängerung der hohlen Blütenachse, der Säule, Gynostemium (Fig. 201 *S*, Fig. 224 *B* und *C, gs*), eingefügt. $\downarrow P3 + 3A1 + 2G(\overline{3})$. Die Blüten der meisten Gattungen entsprechen der Formel: $\downarrow P3 + 3A1 + \dagger 2G(\overline{3})$, die von *Cypripedium* jedoch $\downarrow P3 + 3A\dagger 1 + 2G(\overline{3})$ (Fig. 224 *A, B*). Die Blüte ist durch Drehung des Fruchtknotens (Fig. 222 *f*) gewöhnlich so gedreht, dass die hinteren Glieder, statt wie gewöhnlich nach oben, nach unten zu stehen kommen. Die beiden Perigonkreise sind korollinisch und zwar zygomorph ausgebildet. Das hintere Blatt des inneren Kreises, Labellum genannt (Fig. 222 *l*, s. auch Fig. 201 *l*), ist stets größer als die übrigen und von mannigfaltiger Form, häufig mit einem Sporn (Fig. 222 *sp*) oder einer sackartigen Höhlung

(Fig. 204) versehen. Das fertile Staubblatt trägt eine zweifächerige (durch Schwinden der Scheidewand öfter ein-, seltener vierfächerige) Anthere, die beiden anderen sind meist Staminodien (Fig. 204 α) und erscheinen bisweilen nur als kleine zahnartige Vorsprünge (Fig. 222). — Der Pollen zerfällt bei einigen in die einzelnen Körner, bei anderen bleiben diese zu Tetraden,

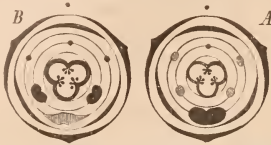


Fig. 221. Diagramme von Orchideenblüten; A der gewöhnlichen Form. B von *Cypripedium*; die schraffierten Staubblätter sind Staminodien.



Fig. 222. Blüte von *Orchis mascula* (2 mal vergr.). *f* der gedrehte Fruchtknoten; *aaa* die drei äußeren Perigonblätter, *ii* zwei der inneren, *l* das dritte innere Perigonblatt, Labellum mit Sporn *sp*; *n* Narbe, *p* die Pollensäcke.

bei den meisten zu Massen vereinigt, deren jede einem Pollensack entstammt (Fig. 222 *p*, 204 *p*). — Bei der Bestäubung, die hier immer durch Insekten vermittelt wird, bleiben diese Pollenmassen mittelst eines klebri-

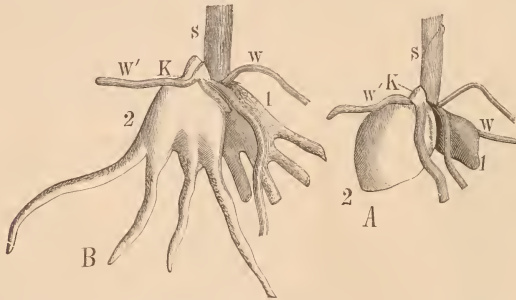


Fig. 223. Knollen A von *Orchis Morio*, B von *Gymnadenia conopsea*; *s* blümentragende Stengel, *l* die diesjährige, *2* die nächstjährige Knolle mit Knospe *k*, *w* und *w'* Wurzeln (nat. Gr.).

gen Teils der Narbe, des Rostrum (Fig. 204 *h*), beide am Insektenrüssel haften, von dem sie in anderen Blüten an der Narbe abgesetzt werden. Bei ausländischen Formen sind diese Verhältnisse viel verwickelter. — Der unterständige Fruchtknoten ist einfächerig mit zahlreichen wandständigen anatropen Samenanlagen.

Die bei uns einheimischen Arten besitzen unterirdische Rhizome oder Knollen. Diese Knollen sind gewöhnlich in der Zweizahl vorhanden, die eine ältere, zur Blütezeit schlaffere (Fig. 223 A und B, 1) trägt den oberirdischen blümentragenden Stengel (Fig. 223 *s*) oder bei jungen Pflanzen einen kurzen unterirdischen Stamm, der nur Blätter über die Erde treibt.

Am oberen Ende dieser Knolle entspringt die festere Knolle (Fig. 223, 2), welche an ihrem Gipfel die Knospe des nächstjährigen Stammes (*K*) trägt. Die Knolle ist aufzufassen als eine Seitenknospe, welche mit ihrer ersten Wurzel (oder deren mehreren, Fig. 223 *B*) zusammen verschmilzt und anschwillt; die Spitze der ungeteilten (Fig. 223 *A*), sowie die Spitzen der geteilten handförmigen Knollen (Fig. 223 *B*) haben, wenigstens im jungen Zustande, die Beschaffenheit von Wurzelspitzen.

A. Zwei fertile seitliche Staubblätter (Fig. 221 *B*, 224 *aa*); das bei den folgenden fertile hier ein Staminodium (Fig. 224 *s*).

Unterfamilie 4. *Cypripediinae*. — *Cypripedium Calceolus*, Frauenschuh, in Gebirgswäldern, mit kriechendem Rhizom und breiten eiförmigen Blättern. Die Perigonblätter sind braunrot gefärbt, das gelbe Labellum bildet einen schuhförmigen hohlen Sack.

B. Ein fertiles Staubblatt; zwei seitliche Staminodien.

Unterfam. 2. *Ophrydinae*. Anthere mit breiter Basis aufsitzend; die Pollenmassen an ihrem Grunde mit Anhängseln.

Orchis Morio, *militaris*, mit rundlichen oder länglichen Knollen (Fig. 223 *A*), *O. latifolia*, *incarnata* mit handförmigen, in Wurzeln ausgehenden Knollen (Fig. 223 *B*), häufig auf feuchten Wiesen. — *Gymnadenia conopsea* mit langer Blütentraube, und ebenfalls handförmigen Knollen, in Wäldern, auf Haiden. — *Ophrys myodes*, *apifera*, *aranifera* mit zierlichen, im Aussehen an Insekten erinnernden Blüten, ziemlich selten auf Haiden, in Auen.

Unterfam. 3. *Neottiiinae*. Staubblätter mit dünnem Filament; Blütenstand endständig; Blätter in der Knospe gerollt; deren Spreiten am Grunde nicht abgegliedert.

Cephalanthera, *Epipactis latifolia* u. a. mit kriechendem Rhizom, in Wäldern. — *Epigogon* Gmelini ohne Wurzeln, chlorophyllfrei, lebt im Humus der Gebirgswälder, selten. — *Neottia Nidus avis*, ebenfalls ein chlorophyllfreier Humusbewohner, besitzt ein dicht mit fleischigen Wurzeln, die wie die Zweige in einem Vogelneste untereinander verschlungen sind, besetztes Rhizom, häufig in Wäldern.

Von den tropischen hiehergehörigen Gattungen sei *Vanilla* erwähnt, mit langer schotenförmiger Frucht, die sich durch ihren feinen Geruch auszeichnet und unter dem Namen Vanille allgemein bekannt ist.

Unterfam. 4. *Liparidinae*. Blätter in der Knospe gefaltet, meist nicht gegliedert.

Malaxis; *Coralliorrhiza innata* mit korallenähnlich verzweigtem unterirdischen Rhizom, ohne Wurzeln, Humusbewohner.

Zahlreiche andere Unterfamilien mit vielen Gattungen und Arten gehören nur den Tropen an, wo sie meist auf Bäumen leben und mächtige Luftwurzeln treiben. — *Vanda*, *Oncidium*, *Phajus* u. a. sind Gattungen, die wegen ihrer schönen, oft wohlriechenden Blüten in Gewächshäusern kultiviert werden.

Offizinell: *Tubera Salep*, die rundlichen Knollen von *Orchis Morio*, *mascula*,

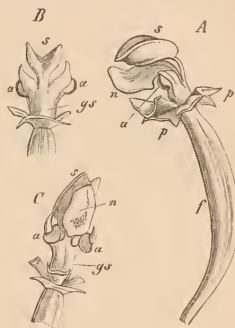


Fig. 224. Blüte von *Cypripedium Calceolus*; die Perigonblätter *pp* sind abgeschnitten. *A* von der Seite. *B* von hinten, *C* von vorne; *f* Fruchtknoten, *gs* Gynostemium, *aa* die beiden fertilen Staubblätter, *s* Staminodium, *n* Narbe (nach Sachs)

ustulata, militaris, Anacamptis pyramidalis, sowie die handförmigen von *Platanthera bifolia* u. a. — Fructus Vanillae von *Vanilla planifolia* in Mexiko.

Ordnung 5. Spadiciflorae.

Die Blüten sind klein und zahlreich; der Blütenstand ist ein Kolben (Spadix) oder eine Rispe mit dicken Zweigen, gewöhnlich von einem (oder mehreren) mächtig entwickelten Hochblatt, der Scheide (Spatha), umgeben. Die Deck- und Vorblätter der einzelnen Blüten fehlen häufig. Das Perigon ist stets unscheinbar, niemals korollinisch, fehlt auch bisweilen völlig. Blüten gewöhnlich diklinisch, aber oft beiderlei Geschlechter an demselben Blütenstand; Fruchtknoten immer oberständig. Same endospermreich mit geradem, meist kleinem Embryo, seltener ohne Endosperm.

Fam. 4. Palmae. Die Blüten diöcisch oder monöcisch, nur selten hermaphrodit oder polygam, im allgemeinen nach dem Typus gebaut: $P3 + 3 A3 + 3 G(3)$, seltener sind weniger oder mehr Staubblätter vorhanden; die Fruchtblätter (selten nur zwei oder eins) bilden bald einzelne monomere, bald einen polymeren ein- bis dreifächerigen Fruchtknoten; vor jedem Fruchtblatt steht typisch je eine grundständige Samenanlage, von denen indes zuweilen zwei fehlschlagen; Früchte Beeren oder steinfruchtartig; Samen groß mit hornartigem Endosperm, dessen Zellwände stark verdickt sind.

Der Wuchs ist ziemlich verschieden. Meist stehen die Blätter dicht gedrängt, eine reiche Krone am Gipfel des hohen oder niedrig bleibenden Stammes bildend, welcher noch eine Strecke weit abwärts von den vertrockneten Resten der älteren Blätter eingehüllt wird. Es gibt aber auch Formen (*Calamus*), deren Stämme kriechen oder klettern und die Blätter sehr entfernt gestellt tragen. Die Spreite der Blätter zerreißt während der Entfaltung entweder fächerförmig oder fiederförmig.

Die Palmen bewohnen vorzugsweise die Tropenregionen, besonders die Molukken, Brasilien, das Orinokogebiet, und zwar gehören die einzelnen Gattungen (abgesehen von einigen verschleppten Arten) ausschließlich entweder der alten oder der neuen Welt an.

Unterfam. 4. Coryphinae. Drei freie oder lose verwachsene Fruchtknoten glatte Beerenfrüchte; Strahlen der Blätter oberseits konkav.

Phoenix dactylifera, Dattelpalme, aus Asien und Afrika stammend, mit fiederig zerteilten Blättern; von den drei Fruchtknoten bildet sich immer nur einer zur Frucht, der Dattel aus; der sog. Kern derselben besteht, vom dünnen Endokarp umgeben, der Hauptsache nach aus dem Endosperm. — *Chamaerops humilis* mit Fächerblättern, im westlichen Mittelmeergebiet, häufige Zierpflanze,

Unterfam. 2. Borassineae. Ein am Grunde dreifächeriger Fruchtknoten; Frucht glatt mit 3 Steinkernen; Blätter fächerförmig mit oberseits konkaven Strahlen. Hieher *Hyphaene thebaica*, die Doum-Palme Ägyptens. *Borassus flabelliformis*, die »Palmyra« in Indien und Afrika.

Unterfam. 3. Lepidocaryinae. Ein dreifächeriger Fruchtknoten; Frucht mit Schuppen bedeckt, einsamig; Strahlen der Blätter oberseits konvex.

Mauritia in Amerika. — *Raphia* in Afrika (und verschleppt in Amerika) liefert den

Raphiabast. — *Metroxylon Rumphii* auf den Molukken liefert Sago, der aus dem Stärkemehl des Stammes gewonnen wird. — Die Stämme von *Calamus*-Arten in Indien liefern das spanische Rohr.

Unterfam. 4. *Ceroxyliinae*. Ein trimerer ein- oder dreifächeriger Fruchtknoten; glatte Beere (zuweilen wachsen die drei Fächer zu 3 getrennten Beeren aus) oder Steinfrucht; Blätter fiederförmig.

Areca Catechu, Betelnußpalme im tropischen Asien (Fig. 225 J). — *Elaeis guineensis*, Ölpalme, in Westafrika; das Fleisch der pflaumenähnlichen Frucht liefert das Palmöl. — *Cocos nucifera*, Kokospalme, in Amerika einheimisch, aber in den ganzen Tropen verbreitet, erfährt bekanntlich eine äußerst mannigfaltige Anwendung. Die Frucht, die Kokosnuss, ist eine riesige Steinfrucht, deren Mesokarp von zahlreichen Fibrovasalsträngen durchzogen ist, welche vielfach zu Gespinnsten verwendet werden. Innerhalb der steinharten Schale des sog. Kerns, des Endocarps, liegt ein einziger sehr großer Same. Das Endosperm besteht bei voller Frucht-

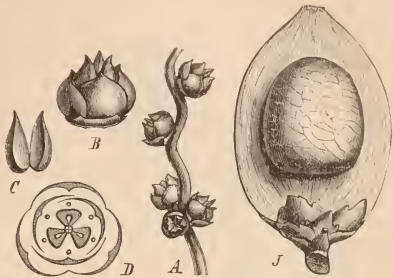


Fig. 225. A Stück des weiblichen Blütenstandes von *Phoenix reclinata*; B einzelne weibliche Blüte; C zwei Fruchtknoten daraus; D Diagramm; J Frucht von *Areca Catechu*; die eine Längshälfte des faserigen Pericarps ist entfernt.

reife aus einer nur wenige Millimeter dicken, der Schale anliegenden Gewebeschicht; der übrige Raum ist mit Zellsaft ausgefüllt (Kokosmilch). Der kleine Embryo liegt im festen Endosperm an der Stelle, wo sich im Endokarp ein Loch befindet.

Unterfam. 5. *Phytelephantinae*. Perigon der weiblichen oder der männlichen Blüten fehlt.

Von *Phytelephas*-Arten im tropischen Amerika wird das Endosperm als vegetabilisches Elfenbein verwendet.

Offizinell: Samen *Arecae* von *Areca Catechu* im tropischen Asien.

Fam. 2. *Cyclantheae*. Pflanzen mit palmenähnlichem Wuchse in Süd- und Zentralamerika: die Blüten stehen in regelmäßiger Verteilung der Geschlechter am Kolben; Samenanlagen zahlreich wandständig.

Die Blätter von *Carludovica palmata* werden zur Anfertigung von Geweben, z. B. der Panamahüte verwendet.

Fam. 3. *Araceae*. Die Blüten stehen stets ohne Deck- und Vorblätter an einem Kolben, der fast immer von einer Spatha umgeben wird. Bei einer Anzahl von Gattungen sind die Blüten vollständig ausgebildet und nach dem allgemeinen Monokotylentypus gebaut: $P3 + 3A3 + 3G(3)$, so z. B. *Acorus*, Fig. 226.

Bei anderen Gattungen jedoch sind die Blüten in verschieden hohem Grade reduziert, indem nicht bloß das Perigon schwindet, sondern auch die Anzahl der Staubblätter und Fruchtblätter verringert wird. Den extremsten Fall stellen dann die diklinischen Blüten dar, welche nur (die

männlichen) aus je einem Staubblatt, beziehungsweise (die weiblichen) aus einem monomeren Fruchtknoten bestehen. Diese reduzierten Blüten sind in bestimmter Weise am Kolben angeordnet, so finden sich z. B. bei *Arum* (Fig. 227) an der Basis des Kolbens zahlreiche weibliche, aus je einem Fruchtknoten bestehende Blüten (Fig. 227 *f*), höher oben männliche Blüten (Fig. 227 *a*) dichtgedrängt, von denen jeder nur wenige Staubblätter

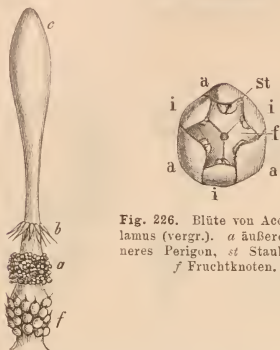


Fig. 226. Blüte von *Acorus Calamus* (vergr.). *a* äußeres, *i* inneres Perigon, *st* Staubblätter, *f* Fruchtknoten.

Fig. 227. Kolben von *Arum maculatum* (nat. Gr.), *f* weibliche, *a* männliche, *b* rudimentäre Blüten, *c* oberstes keuliges Ende des Kolbens.

angehören. Der obere Teil des Kolbens wird von völlig verkümmerten Blüten (*b*, *c*) eingenommen. Wo, wie hier, das Perigon vollständig fehlt, könnte der Schein entstehen, als stelle der ganze Kolben eine einzelne Blüte vor; allein abgesehen von den zahlreich existierenden vermittelnden Formen ist eine solche Auffassung unmöglich wegen der stets unter den Staubblättern stehenden Fruchtknoten, welche in einer Einzelblüte oberhalb der Staubblätter stehen müssten.

Die Frucht ist meistens eine Beere; die Samenschale außen

fleischig; zuweilen fehlt das Endosperm.

Die fast stets sympodial aufgebauten Stämme sind entweder unterirdisch, Knollen, Rhizome, oder oberirdisch; die letzteren klettern gewöhnlich an Bäumen u. dgl. mit Hilfe mächtiger Luftwurzeln. Die Blätter sind nur selten schmal, band- oder schwertförmig, zumeist in Scheide, Stiel und Spreite gegliedert, welche letztere öfters netzadrig Nervatur besitzt und sich nicht selten in mehr oder minder komplizierter Weise verzweigt. Im Gewebe finden sich bei gewissen Gruppen Milchsafschläuche, sowie Spikularzellen, d. h. in die Zwischenzellräume hineinwachsende Fasern.

Unterfam. 1. Pothoideae. Weder Milchsafschläuche noch Spikularzellen; Blüten meist zwittrig. — *Acorus Calamus*, Kalmus, an Gewässern der nördlichen Hemisphäre verbreitet; das unterirdische Rhizom trägt lange schwertförmige Blätter und dreikantige Stengel mit endständigem Kolben, der aber durch die schmale schwertförmige, in die Verlängerung des Stengels aufgerichtete Spatha zur Seite gedrängt ist; der Kolben ist dicht mit den Blüten (s. Fig. 226) besetzt.

Unterfam. 2. Monsteroideae. Keine Milchsafschläuche; aber Spikularzellen; Blüten zwittrig, meist ohne Perigon. — *Monstera deliciosa* aus Mexiko, Zierpflanze mit durchlöchernten Blättern, fälschlich *Philodendron pertusum* genannt.

Unterfam. 3. Calloideae. Gerade Milchsafschläuche; Blüten meist zwittrig; Blätter nie pfeilförmig. — *Calla palustris* mit weißer Spatha, parallelnervigen Blättern, in Sümpfen.

Unterfam. 4. Lasioidae. Gerade Milchsafschläuche; Blüten zwittrig oder diklin; Blätter pfeilförmig, oft geteilt. — *Amorphophallus* in Ostindien.

Unterfam. 5. *Philodendroideae*. Gerade Milchsaftschläuche; Blüten diklin, ohne Perigon; Blätter fast stets parallelnervig. — *Zantedeschia aethiopica*, beliebte Zimmerpflanze (Calla, Richardia genannt), mit weißer Spatha.

Unterfam. 6. *Colocasioideae*. Verzweigte Milchsaftschläuche; Blüten diklin, ohne Perigon, mit verwachsenen Staubblättern; Blätter stets netznadrig. — *Alocasia*, *Caladium* verbreitete Zierpflanzen.

Unterfam. 7. *Aroideae*. Gerade Milchsaftschläuche; Blüten diklin, meist ohne Perigon; Blätter netznadrig. — *Arum maculatum* in Wäldern stellenweise häufig; die mächtige hellgrüne Spatha hüllt den Kolben (Fig. 227) fast ganz ein.

Unterfam. 8. *Pistioideae*. Keine Milchsaftschläuche; Blüten diklin, ohne Perigon, männliche quirlig, weibliche nur eine am Kolben. — *Pistia Stratiotes* schwimmende Wasserpflanze in den Tropen.

Offizinell: Rhizoma Calami von *Acorus Calamus*.

Fam. 4. *Lemnaceae*. Vegetationskörper ein schwimmender Thallus. Zwei (oder nur eine) männliche, nur aus je einem Staubblatt bestehende, und eine weibliche, nur von einem Fruchtknoten gebildete Blüten finden sich, zu einem Blütenstande zusammengestellt, in einer seitlichen Ausbuchtung des Thallus.

Lemna trisulca, Wasserlinse, findet sich häufig in Teichen, Pfützen, auf der Oberfläche des Wassers schwimmend und untergetaucht. Der blattlose, ziemlich flache Thallus verzweigt sich zweizeilig (Fig. 228) und trägt unterseits in das Wasser herabhängende Wurzeln. Ähnlich *L. minor* und *Spirodela polyrrhiza*; *Wolffia arrhiza* entbehrt der Wurzeln und Gefäße.

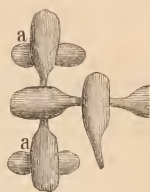


Fig. 228. Stück einer Pflanze von *Lemna trisulca*, von oben gesehen, bei *a* junge Seiten-sprosse (nat. Gr.).

Ordnung 6. Pandanales.

Blüten reduziert, zuweilen ohne deutliche Abgrenzung gegeneinander in dichten Blütenständen, diklin, Fruchtknoten mit einer, selten mehreren hängenden Samenanlagen; Schließ- oder Steinfrucht.

Fam. 1. *Sparganiaceae*. Blüten in kugelförmige Köpfehen zusammengestellt, mit häutigem Perigon; ein monomerer oder dimerer Fruchtknoten mit einer hängenden Samenanlage; Schließfrucht; Same mit mehligem Endosperm.

Sparganium ramosum, simplex, u. a., Igelkolben, häufig in Gräben; die unteren Köpfehen enthalten weibliche, die oberen männliche Blüten.

Fam. 2. *Pandanaceae*. Blüten dücisch, ohne Deck- und Vorblätter an Kolben, ohne Perigon; Fruchtknoten meist monomer mit einer oder mehreren Samenanlagen; Beeren oder Steinfrüchte zu einer Scheinfrucht verbunden; Endosperm ölhaltig.

Pandanus utilis und andere Arten bilden in den Tropen der alten Welt Gestrüppe, besonders an den Flussufern. Die aufrechten, später sich verzweigenden holzigen Stämme sind durch zahlreiche starke Wurzeln, die über der Bodenoberfläche entspringen, befestigt und tragen Blattkronen von großen schmalen bandförmigen stachelig gezähnten Blättern, welche zu Flechtwerk verwendet werden.

Fam. 3. *Typhaceae*. Blüten ohne Perigon; ein monomerer Fruchtknoten mit einer hängenden Samenanlage. Samen mit fleischigem Endosperm. Die Blüten und Schließfrüchte werden von langen Haaren umgeben und stehen an einem Kolben, im unteren Teile die weiblichen an kleinen Zweigen desselben, im oberen die männlichen direkt an der Kolbenachse.

Typhá latifolia und angustifolia, Rohrkolben, häufig in Gräben, Sümpfen, mit zweizeiligen bandförmigen Blättern.

Ordnung 7. Glumiflorae.

Die Blüten sind auf den Typus $P3 + 3A3 + 3G3$ zurückführbar, doch meist im Perigon und Andröceum (gewöhnlich nur der äußere Staubblattkreis entwickelt) reduziert, klein, in meist ähren- oder rispenartigen Blütenständen mit spelzenartigen Hochblättern. Fruchtknoten oberständig. Samen mit reichlichem mehligem Endosperm. Gräser und Halbgräser.

Fam. 1. *Juncaceae*. Perigon aus 6 trockenhäutigen spelzenartigen Blättern bestehend; meist 6 Staubblätter; Fruchtknoten trimer, drei- oder einfächerig mit drei oder mehr anatropen Samenanlagen, fadenförmigen Narben; Embryo im mehligem Endosperm eingeschlossen. Die Blätter sind bandartig oder röhrig; die Blüten einzeln oder in Köpfchen, zu mannigfaltigen Gesamtblütenständen vereinigt, in denen häufig die oberen Äste von den unteren überragt werden (Spirre).

Juncus (mit dreifächerigem, mehrsamigem Fruchtknoten), häufig Binse genannt, *J. glaucus* und *effusus* mit röhrigem Stengel und Blättern, terminalem Blütenstand, der aber von einem röhrigen Hochblatt zur Seite gedrängt wird; dieses erscheint als Fortsetzung des Stengels; gemein an feuchten Plätzen, *J. bufonius*, an Wegrändern. — Die Arten von *Luzula* (mit einfächerigem dreisamigem Fruchtknoten), *multiflora*, *pilosa*, *campestris*, *angustifolia*, nicht selten in Wäldern, auf Haiden.

Fam. 2. *Cyperaceae*, Halbgräser. Blüten in der Achsel von Deckspelzen (oder endständig), aber meist ohne Vorspelze; Perigon in Form einfacher oder verzweigter Borsten oder fehlt; Fruchtknoten di- oder trimer; Samenanlage eine aufrechte anatrophe, Embryo im Endosperm eingeschlossen. Blätter meist in drei Reihen am gewöhnlich knotenlosen Stengel, mit geschlossenen Scheiden.

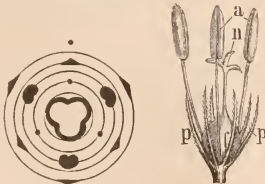


Fig. 229. Blüte von *Scirpus* (vergr.), *p* das borstenförmige Perigon, *a* die drei Staubblätter, *f* Fruchtknoten. *B* Diagramm.

Unterfam. 4. *Scirpoideae*. Die hermaphroditen Blüten stehen sämtlich in den Achseln der spiralig oder zweizeilig gestellten Deckblätter und bilden ein Ährchen; diese Ährchen stehen oft zu anderen Infloreszenzen, als Ähren, Rispen, Dolden, Köpfchen zusammengeordnet.

Scirpus, Binse, mit borstenförmigem Perigon (Fig. 229), die Ährchen stehen bei einigen Arten einzeln endständig (z. B. *S. caespitosus*), bei anderen sind außer diesen endständigen noch seitliche Ährchen auf kürzeren (z. B. *S. lacustris*) oder längeren Stielen (*S. silvaticus*) vorhanden. — *Eriophorum latifolium*, *angustifolium* u. a., Wollgras, häufig auf

Mooren; die Haare des Perigons entwickeln sich erst nach der Blütezeit zu bedeutender Länge. — *Cyperus* (mit zweizeiligen Deckblättern) fuscus gemein an feuchten Orten; *Cyperus Papyrus* in Ägypten diente im Altertum zur Bereitung des Papiers.

Unterfamilie 2. *Caricoideae*.

Blüten meist diklin, ohne Perigon. Bei der Gattung *Carex* stehen die männlichen Blüten direkt in den Achseln der Deckblätter (Fig. 230 B, D) zu einer Ähre geordnet; die weiblichen dagegen stehen seitlich einzeln an kurzen Zweiglein, welche aus den Achseln der Ähredeckblätter entspringen (Fig. 230 A, C) und werden von ihrem Tragblatt, dem sog. Schlauch, utriculus, vollkommen eingehüllt (Fig. 230 A, C, s).

Die Gattung *Carex*, Riedgras, enthält zahlreiche Arten, welche meist an feuchten Orten wachsen, starre, oft schneidende Blätter tragen und gewöhnlich als saure Gräser bezeichnet werden. Nur wenige sind diöcisch; bei den meisten finden sich männliche und weibliche Blütenstände auf dem nämlichen Stengel. Bei einer großen Hauptabteilung sind die beiden Geschlechter an derselben Ähre vereinigt, welche entweder am Grunde männlich und an der Spitze weiblich ist, oder umgekehrt. Dabei trägt der Stengel bald (z. B. *C. pulicaris*, *pauciflora*) nur eine einzige endständige solche Ähre, oder an seinem oberen Ende mehrere solcher Ähren zu Köpfchen (*C. cyperoides*) oder Rispen (*C. arenaria*, *brizoides*, diese als »Seegräs« gesammelt und verwendet, *muricata*) zusammengestellt. Bei der zweiten großen Hauptabteilung dagegen ist in jeder Ähre nur ein Geschlecht vertreten; es steht dann fast immer die männliche Ähre terminal am Stengel, die weiblichen seitlich (z. B. *C. acuta*, *glauca*, *praecox*, *digitata*, *flava*, *paludosa*).

Fam. 3. *Gramineae*, echte Gräser. Blüten eingeschlossen von Hochblättern, den Spelzen, und zu komplizierten Blütenständen angeordnet, ohne Perigon, mit meist 3 Staubblättern, einem monomeren Fruchtknoten mit meist 2 Griffeln; Samenanlage hängend, schwach gekrümmt, ohne Funiculus; Embryo neben dem Endosperm. Blätter am Stengel, dem sog. Halm, zweizeilig, mit meist offenen, gerollten Scheiden. Das sogenannte Korn ist die Frucht, eine Caryopse, mit der bisweilen noch die Vorspelze verwachsen ist (z. B. Gerste, Hafer).

Eine solche Blüte sitzt in der Achsel eines Deckblattes, der Deckspelze, *Palea inferior* (Fig. 231 b_1 , b_2 . . .), und hat noch ein Vorblatt, die Vorspelze, *Palea superior* (Fig. 231 *ps*); diese beiden Spelzen, *Paleae* (auch Bälglein genannt), schließen die Blüte vollständig ein; auf die Vorspelze folgt meist noch ein in zwei Teile, die *Lodiculae*, geteiltes Hochblatt. Solche von den Spelzen umschlossene Grasblüten sind meist zu zweien oder mehreren an einer Achse (x Fig. 231) zusammengeordnet, und bilden das sog. Grasährchen, *Spicula*, welches unterhalb der ersten Blüte noch gewöhnlich zwei, zuweilen mehrere unfruchtbare, d. h. in ihren

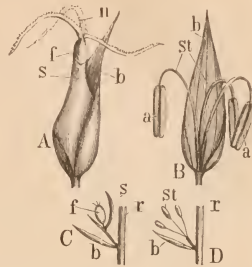


Fig. 230. Blüten von *Carex*, vergr., A weibliche Blüte mit Deckblatt der Ähre *b*, Schlauch *s*, Fruchtknoten *f* und Narben *n*. B männliche Blüte mit Deckblatt *b*, drei Staubblättern *st* mit Antheren *a*. C schematischer Aufriß der weiblichen, D der männlichen Blüte; *r* Achse der Ähre, *b* Tragblatt des Ährchens, *s* Tragblatt der Blüte.

Achseln keine Blüten tragenden Spelzen, die sogenannten Hüllspelzen, *Glumae* (auch Klappen, Balg genannt, Fig. 231 *g*), besitzt. Ein Gras-

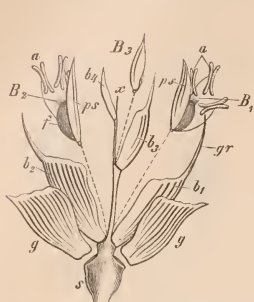


Fig. 231. Ährchen des Weizens zergliedert (vergr.); *x* Achse des Ährchens, *g* *Glumae*, *b1*, *b2* . . . die Deckblätter der Blüten, *Paleae inferiores*, mit Granne *gr*; *B1*, *B2* . . . die Blüten, in Richtung der punktierten Linien aus der Achsel der Deckblätter herausgezogen; *ps* deren Vorblätter, *Paleae superiores*, *a* Antheren, *f* Fruchtknoten.



Fig. 232. Einblütiges Ährchen von *Panicum miliaceum* (vergr.). *C2* und *C3* zweite und dritte Hüllspelze; *D* Deckspelze, *E* Vorspelze.

ährchen besteht also aus einer Achse mit zweireihig angeordneten Spelzen, von denen die untersten (meist zwei) unfruchtbar sind, die folgenden aber in ihrer Achsel je eine Blüte tragen, unter welcher sich noch wenigstens ein der Blütenachse selbst angehörendes Vorblatt findet. Die Deckspelzen tragen häufig, bald an ihrer Spitze, bald auf ihrem Mittelnerve einen borstenartigen Fortsatz, die Granne (*Arista*) (Fig. 231 *gr*), welche der Spreite der Laubblätter entspricht.



Fig. 233. *A* Granspice des Hafers, *Avena sativa*; *s* Hauptachse, *s'* Seitenäste, *a* Ährchen ($\frac{1}{3}$ der nat. Gr.). *B* Granspice des Weizens, *s* Spindel, *g* die Ausschnitte derselben, in welchen die Ährchen *a* sitzen; diese sind am unteren Teile entfernt (nat. Gr.).

bei einer Anzahl von Gattungen (z. B. Roggen, Weizen, Fig. 333 *B*) in zwei Reihen an einer Hauptspindel sitzend, oder in diese eingesenkt: der

Blütenstand kann dann als Grasähre bezeichnet werden; bei den meisten übrigen Gattungen aber trägt die Hauptachse des Blütenstandes verschieden lange, dünne, oft sich wiederum reich verzweigende Seitenäste, an deren Ende die Ährchen stehen; so bildet sich die Grasrispe (z. B. Hafer, Fig. 233 A). Dieselbe ist entweder locker ausgebreitet mit gestreckten Ästen (Fig. 233 A), deren Seitenzweige oft schon am Grunde auf-treten und den Schein von Quirlen erregen, oder aber dicht zusammengezogen mit verkürzten Zweigen, z. B. *Alopecurus*. Die Stellung der Zweige dieser Rispe ist stets mehr oder minder dorsiventral; am deutlichsten da, wo die untersten Seitenzweige der Rispenäste alle auf der gleichen Seite der Rispe entspringen (einseitige Rispen, z. B. *Festuca*).

Der Stengel ist gewöhnlich an den Knoten mit Anschwellungen versehen, welche stets durch die Basis der Blattscheiden, zuweilen außerdem vom Stengel selbst gebildet werden. Die langen Internodien sind innen hohl; die Scheiden der Blätter sind sehr mächtig entwickelt und hüllen oft noch mehrere der oberen Internodien ein. An der Grenze von Scheide und Spreite findet sich eine häutige Ligula (s. oben S. 20, Fig. 15 A).

Die Gräser werden in folgender Weise eingeteilt:

A. Ährchen einblütig, ohne Achsenverlängerung über der Blüte, bei der Reife als Ganzes abfallend.

Unterfamilie 1. *Maydeae*. Ährchen nicht von der Seite zusammengedrückt; Deck- und Vorspelze zarthäutig; unterste Hüllspelze am größten; Ährchen eingeschlechtig. — *Zea Mays*, Mais, in wärmeren Gegenden gebaut, aus dem tropischen Amerika stammend; die männlichen Ährchen in lockerer Rispe an der Spitze des Halms, die weiblichen seitlich unten am Halm zu einem dicken, von scheidigen Blättern umhüllten Kolben verwachsen.

Unterfamilie 2. *Andropogoneae*, wie vor., aber Ährchen höchstens teilweise eingeschlechtig. — *Saccharum officinarum*, Zuckerrohr, in Ostindien einheimisch, in den Tropen kultiviert. — *Andropogon Sorghum*, Mohrhirse.

Unterfamilie 3. *Panicaceae*. Ährchen nicht von der Seite zusammengedrückt; Deck- und Vorspelze knorpelig; unterste Hüllspelze am kleinsten (Fig. 232). — *Panicum* in mehreren Arten, besonders als Ackerunkraut; die Ährchen in fingerig oder traubig zusammengestellten Ähren. *P. miliaceum*, Hirse, mit lockerer Rispe.

Unterfamilie 4. *Oryzaceae*. Ährchen von der Seite zusammengedrückt. — *Oryza sativa*, Reis, aus Ostindien, an feuchten Orten auch Südeuropas angebaut.

B. Ährchen ein- bis vielblütig mit deutlichen Internodien zwischen den Blüten; die einblütigen meist mit Achsenfortsatz über der Blüte, die Hüllspelzen bleiben beim Ausfallen der reifen Früchte stehen.

Unterfamilie 5. *Phalarideae*. Ährchen gestielt in Rispen, einblütig mit vier Hüllspelzen. — *Phalaris arundinacea* an Ufern, in Gärten eine Spielart mit weißgestreiften Blättern kultiviert. — *Anthoxanthum odoratum*, Ruchgras, mit nur zwei Staubblättern, zusammengezogener Rispe, verbreitet, verursacht den angenehmen Geruch des Heus.

Unterfamilie 6. *Agrostideae*. Ährchen gestielt in Rispen, einblütig, mit zwei Hüllspelzen. — *Stipa pennata* mit sehr langer federig behaarter Granne. — *Milium effusum* ohne Granne, in Wäldern häufig. — *Phleum pratense* mit ährenförmiger Rispe, freien Hüllspelzen, häufig auf Wiesen. — Ähnlich *Alopecurus pratensis*, Fuchsschwanzgras, aber mit verwachsenen Hüllspelzen. — *Agrostis* mit kahler Achse des Ährchens. lockerer Rispe, *A. vulgaris*, *A. stolonifera* häufig auf Wiesen, an Wegen. — *Calama-*

grostis mit behaarter Ährchenachse, an Ufern, in Wäldern. — *Apera Spica Venti*, Windhalm, mit langen zarten Grannen, Ackerunkraut.

Unterfamilie 7. *Avenaceae*. Ährchen gestielt in Rispen, zwei- bis mehrblütig; Deckspelzen meist kürzer als die Hüllspelzen, auf dem Rücken mit geknietter Granne. — *Avena*, Hafer, mit lockerer Rispe, zweizähliger Deckspelze, in mehreren Arten: *A. elatior*, pubescens, häufig auf Wiesen. Als Getreide werden gebaut: *A. sativa* mit allseitwendiger, *A. orientalis* mit einseitwendiger Rispe, *A. strigosa* mit behaarter Ährchenachse, *A. nuda* mit meist dreiblütigen Ährchen. — *Trisetum flavescens* mit freier Frucht, häufig auf Wiesen. — *Deschampsia caespitosa* und *flexuosa*, Schmiele, mit abgestutzter Deckspelze, häufig auf Wiesen, in Wäldern. — *Holcus*, Honiggras, die obere Blüte des zweiblütigen Ährchens meist männlich; die Blattscheiden weichhaarig, häufig auf feuchten Wiesen.

Unterfamilie 8. *Chlorideae*. Ährchen in zwei einander genäherten Reihen, sitzend. — *Cynodon Dactylon* mit fingerig gestellten Ähren.

Unterfamilie 9. *Festuceae*. Ährchen gestielt, in Rispen oder Trauben, zwei- bis mehrblütig; Deckspelzen meist länger als die Hüllspelzen, ohne oder mit spitzenständiger, nie geknietter Granne, meist mehrblütig. — *Phragmites communis*, Schilf, die Ährchenachse mit seidenartigen Haaren besetzt, an Ufern gemein. — *Molinia coerulea* mit sehr langem, größtenteils aus nur einem Internodium bestehendem Halm, in Wäldern häufig. — *Melica*, Perlgras, mit bisweilen einblütigen Ährchen und längeren Hüllspelzen, in Wäldern häufig. — *Briza*, Zittergras, mit seitlich zusammengedrückten, an der Basis herzförmigen Ährchen, auf Wiesen gemein. — *Dactylis glomerata*, Knäuelgras, mit zusammengezogener, aber in einzelne länger gestielte Abschnitte geteilter Rispe, gemein auf Wiesen. — *Poa pratensis*, *trivialis* u. a. auf Wiesen gemein, Ährchen seitlich stark zusammengedrückt, die Spelzen mit scharfem Kiel, *P. annua*, gemein an Wegen. — *Festuca elatior* u. a., Schwingel, gemein auf Wiesen. — *Bromus*, Trespelze, in mehreren Arten, gemein in Feldern (*B. secalinus*), auf Wiesen (*B. mollis* u. a.), an Wegen (*B. sterilis*, *tectorum*). — *Brachypodium* mit sehr kurz gestielten Ährchen in einfacher Traube, häufig auf Wald- und Haide- wiesen.

Unterfamilie 10. *Hordeaceae*. Die Ährchen sitzen in Einsenkungen der Spindel in einer sog. Ähre, fast stets in zwei gegenüberstehenden Reihen. Nur bei *Nardus stricta*, Borstengras, sind die Reihen einseitig genähert; hier sind die Hüllspelzen verkümmert, nur eine Narbe; die Halme und Blätter sind sehr rau; auf Moorwiesen und magerem Boden nicht selten. — Bei *Lolium*, Lolch (*L. perenne*, Raygras, überall gemein), stehen die Ährchen mit ihrem Rücken (d. h. mit der Mittellinie der einen Spelzenreihe) gegen die Hauptspindel, die dieser zugewendete Hüllspelze meist verkümmert. Bei allen anderen Gattungen wenden die Ährchen ihre Seite der Hauptspindel zu. — *Agropyrum*, dessen Deckspelzen mit der Frucht abfallen; hierher *A. repens*, Quecke, überall gemein, wegen des weitkriechenden Rhizoms ein lästiges Unkraut. — *Secale cereale*, Roggen, mit zweiblütigen Ährchen, schmalen, pfriemlichen Hüllspelzen, stehenbleibenden Deckspelzen. — *Triticum*, Weizen, mit dreibis mehrblütigen Ährchen, eiförmigen Hüllspelzen. Die kultivierten Sorten gehören drei Arten an: *T. monococcum*, Einkorn, mit verkümmertem Gipfelährchen, spitzem Seitenzahn der Hüllspelzen; *T. sativum* mit deutlichem Gipfelährchen, stumpfem Seitenzahn der Hüllspelzen, diese kürzer als die sämtlichen Deckspelzen; hierher der gemeine Weizen mit zäher Ährenspindel, der Spelz oder Dinkel mit zerbrechlicher Ährenspindel, der Emmer ebenso, aber mit zusammengedrückter Ähre; *T. polanicum*, Polnischer Weizen, mit deutlichem Gipfelährchen, stumpfem Seitenzahn der Hüllspelzen, diese mindestens so lang als alle Deckspelzen. — *Hordeum*, Gerste, drei einblütige Ährchen sitzen gemeinsam in einer Einsenkung der Spindel. *H. murinum*, Mäusegerste, niedrig, gemein an Wegen, Mauern. Kultiviert werden drei Rassen von *H. sativum*: die zweizeilige Gerste, deren seitliche Ährchen männlich sind, daher die Früchte nur in zwei Zeilen; bei der vier- und der sechszeiligen Gerste sind alle

Ahren fruchtbar, bei ersterer greifen die Seitenzeilen ineinander. Die Frucht hängt meist den Spelzen an.

Unterfamilie 14. *Bambuseae*. Große oberirdisch ausdauernde Gräser mit oft kurz gestielten Blattspreiten, in den Tropen.

Offizinell: *Amylum Triticum*, Stärkemehl der Frucht von *Triticum vulgare*. — *Saccharum*, Zucker von *Saccharum officinarum* (in Ostindien einheimisch).

Ordnung 8. Helobiae.

Blüten aktinomorph, im allgemeinen nach dem Monokotylientypus gebaut, jedoch oft mit Vermehrung im Andröceum und Gynäceum, $P3 + 3$ $A3 + 3 + \dots$ $G3 + \dots$ Fruchtknoten unterständig oder oberständig und dann apokarp. Endosperm spärlich oder fehlend; aber Embryo mit deutlicher Wurzel. — Sumpf- oder Wasserpflanzen.

Fam. 1. *Juncaginaceae*. $P3 + 3$ $A3 + 3$ $G3 + 3$; selten mit Zweizahl. Beide Perigonkreise kelchartig, unscheinbar. Der äußere (seltener der innere) Fruchtblattkreis schlägt hier und da fehl.

Triglochin palustre häufig in Sümpfen, an Ufern. Die Blüten stehen in einer langen lockeren Ähre ohne Deckblätter in spiralförmiger Anordnung. — *Scheuchzeria palustris*, seltener in Mooren, die Blüten stehen in der Achsel zweizeilig gestellter Deckblätter.

Fam. 2. *Alismaceae*. $K3$ $C3$ $A3^2 + 3$ oder ∞ $G3 + 3$ oder ∞ . Der äußere Perigonkreis kelchartig, oft an der Basis verwachsen, der innere korollinisch, weiß oder violett.



Fig. 234. Diagramm der Blüte von *Triglochin*.

Butomus umbellatus (Fig. 235 A, 236); die Blüten von der Formel $K3$ $C3$ $A3^2 + 3$ $G3 + 3$ mit violetten Kronenblättern stehen in einer aus Schraubeln zusammengesetzten Dolde auf der Spitze meterhoher Stengel, die mit eben so langen Blättern aus dem unterirdischen Rhizom entspringen. Die Samen zahlreich an der Innenfläche des Fruchtblatts (s. Fig. 193 C). — *Alisma Plantago*, Froschlöffel (Fig. 235 B). $K3$ $C3$ $A3^2 + 0$ $G\infty$; die zahlreichen monomeren einsamigen Fruchtknoten stehen dichtgedrängt auf dem verbreiterten Blütenboden. Die Hauptachse des großen Blütenstandes trägt quirlig gestellte Zweige, die sich schraubelähnlich weiter verzweigen. Gemein an nassen Orten. — *Sagittaria sagittifolia*, Pfeilkraut. $K3$ $C3$, ♂ $A\infty$, ♀ $G\infty$, monöisch. Die Blüten stehen in dreizähligen Quirlen, die männlichen in den oberen, die weiblichen in den unteren. Die sehr zahlreichen, einsamigen Fruchtknoten auf einem fleischigen Köpfchen. Nur die Blütenstände und die pfeilförmigen Blattspreiten ragen über das Wasser empor.

Fam. 3. *Hydrocharidaceae*. Fruchtknoten unterständig. $K3$ $C3$ $A3 + 3 + \dots$ $G(3 + \dots)$. Blüten meist diklinisch, indem die weiblichen Blüten statt der Staubblätter Staminodien tragen, die männlichen kein Gynäceum, dafür aber vermehrte Kreise im Andröceum enthalten. — Wasserpflanzen.

Elodea canadensis, Wasserpest, mit gestrecktem Stamm, einnervigen, in dreizähligen Quirlen stehenden Blättern; stammt ursprünglich aus Nordamerika, hat sich in den Flüssen Norddeutschlands in einer für die Schifffahrt lästigen Weise verbreitet. — *Vallisneria spiralis* lebt in Seen und Gräben des wärmeren Europas untergetaucht.

Stamm kurz mit dicht gedrängten schmalen Blättern. Die weiblichen Blüten werden über das Wasser auf langen Stielen emporgehoben; die männlichen Blütenstände reißen sich los und schwimmen auf dem Wasser umher, um die weiblichen Blüten zu be-

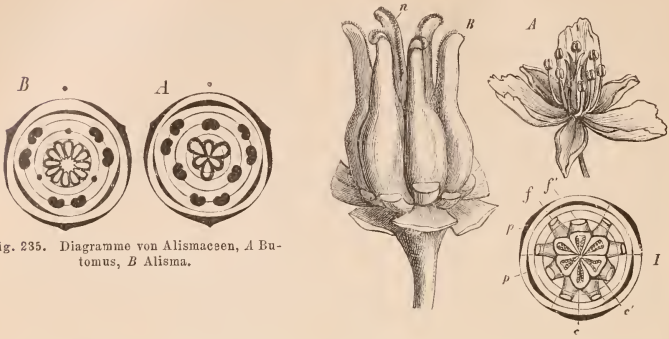


Fig. 235. Diagramme von Alismaceen, A Butomus, B Alisma.

Fig. 236. *Butomus umbellatus*, A Blüte (nat. Gr.), B Gynäceum, n Narben (vergr.); I Diagramm, pp Perigon; f Staubblätter des äußeren Wirtels, verdoppelt; f' des inneren Wirtels; c äußerer, c' innerer Fruchtblattwirtel (nach Sachs).

fruchten; die Frucht reift wieder auf dem Grunde des Wassers. — *Stratiotes aloides* mit starren schmalen Blättern. — *Hydrocharis morsus ranae*, Froschbiss; das Pflänzchen trägt rundliche herzförmige Blätter und schwimmt auf dem Wasser.

Fam. 4. Potamogetonaceae. Meist kein Perigon; Fruchtknoten apokarp.

Potamogeton, Laichkraut, findet sich in zahlreichen Arten, deren Stengel entweder lauter untergetauchte Blätter von schmaler bandartiger (*P. pusillus* u. a.) oder breiter Gestalt (*P. densus*) trägt, oder auch einzelne breite, auf der Oberfläche des Wassers schwimmende Blätter (*P. natans* u. a.) besitzt. Die Blüten stehen in mehr oder weniger reichblütigen Ähren, welche bei einigen völlig unter Wasser bleiben, bei anderen auf langen Stielen darüber emporgehoben werden; vier Staubblätter, auf der Außenseite mit Anhängseln. — *Zostera marina*, Seegrass, *Phucagrostis* u. a. leben im Meere.

Fam. 5. Najadaceae. Blüten diklin; männliche mit nur einer Anthere; weibliche mit einem Fruchtknoten und einer aufrechten Samenanlage. Untergetauchte einjährige Wasserpflanzen.

Najas maior u. a. mit zweizeiligen gegenständigen, buchtig gezähnten Blättern.

Klasse XIX.

Dicotyledones.

Der Embryo trägt zwei opponierte Kotyledonen; das Endosperm wird häufig vor der Samenreife ganz aufgezehrt; der Stamm wird von offenen Fibrovasalsträngen durchzogen, die Blätter sind fast immer netzaderig; der Blütenbau verschieden, sehr häufig pentacyklisch pentamer.

Der reife Same enthält bisweilen ein großes Endosperm und einen kleinen Embryo (z. B. Umbelliferen, Euphorbiaceen); häufig ist aber der Embryo verhältnismäßig groß und das Endosperm nimmt einen kleinen Raum ein (z. B. Labiaten), oder endlich das Endosperm fehlt ganz und der Embryo erfüllt den ganzen von der Samenschale umschlossenen Raum (z. B. Rosskastanie, Leguminosen, Compositen).

Der Embryo ist gewöhnlich gegliedert und besteht aus einem Achsenkörper und zwei opponierten Kotyledonen; in seltenen Fällen (z. B. *Corydalis*) ist nur ein Kotyledon vorhanden, oder es treten abnormerweise bisweilen drei auf (z. B. Eiche, Mandel). Die Kotyledonen bilden gewöhn-

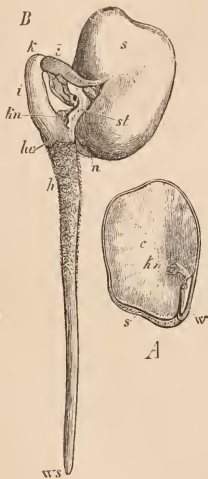


Fig. 237. Keimung von *Vicia Faba*. A reifer Same nach Wegnahme des einen Kotyledons; *s* Samenschale, *c* Kotyledon, *kn* Blattknospe, *w* Wurzelende. B Keimung; *st* Stiele der Kotyledonen; *k* Krümmung des epikotylen Gliedes *i*; *hc* hypokotyles Glied; *h* die Hauptwurzel, *ws* deren Spitze (nach Sachs).



Fig. 238. Keimpflanze des Ahorns (nat. Gr.); *cc* die beiden Kotyledonen, *kn* Gipfelknospe des Stämmchens, *hc* hypokotyles Glied, *w* Pfahlwurzel mit Wurzelhaaren *h*, unten nicht mehr ganz gezeichnet.

lich die Hauptmasse des Embryos, z. B. bei Leguminosen (Fig. 237 A, c), Rosskastanie, wo sie dick und fleischig werden. Das Stammende trägt über den Kotyledonen entweder eine mehrblättrige Knospe, z. B. *Vicia* (Fig. 237 *kn*), oder endigt nackt. — Bei den chlorophyllfreien kleinsamigen Humusbewohnern und Schmarotzern (z. B. *Monotropa*, *Orobanche*) ist der Embryo ungliedert und besteht nur aus einer wenigzelligen Gewebemasse.

Bei der Keimung verlängert sich das hypokotyle Glied nach Sprengung der Samenschale so weit, um die Wurzel aus dem Samen hinauszuschieben, welche nun selbst rasch wächst und eine bedeutende Länge erreicht

(Fig. 237 B, h), während die übrigen Teile noch im Samen verweilen. Die Kotyledonen bleiben nun entweder während der ganzen Keimung im Samen stecken und gehen, nachdem die Nahrungsstoffe aus ihnen in die Pflanze übergegangen sind, zu Grunde (z. B. Rosskastanie, *Vicia*, Fig. 237); es strecken sich dabei deren Stiele so weit, dass die Stammknospe, anfangs eingebogen, hinausgeschoben wird und sich später aufrichtet. Gewöhnlich aber (Fig. 238) treten die Kotyledonen aus der Samenschale heraus, ergrünen und fungieren als die ersten Laubblätter der Pflanze.

Die Achse des Keimpflänzchens bleibt häufig auch die Hauptachse der Pflanze, welche, am Gipfel sich verlängernd, zahlreiche schwächere Seitenzweige erzeugt; es kommt aber auch sehr oft vor, dass späterhin Seitenzweige sich ebenso stark entwickeln wie der Hauptstamm; indem dabei die untersten schwächeren Seitenzweige absterben, kommen die Baumkronen der Laubbäume zu stande; bei den Sträuchern entspringen solche kräftige Seitenzweige schon nahe an der Basis des Hauptstammes. Bei vielen Laubbäumen sind aber der Stamm und die Zweige Sympodien, indem jährlich die oberste Seitenknospe die Richtung der Mutterachse fortsetzt, während deren Gipfel sich nicht weiter entwickelt. Außerdem bestehen die mannigfaltigsten Einrichtungen, als Rhizome, Ausläufer, Knollen- (seltener Zwiebel-)bildung an Stämmen und Wurzeln, durch welche das Leben des Individuums an neue Seitenachsen übergeht. — Wo die Keimachse fortan die Hauptachse bleibt, da erreicht auch die Hauptwurzel eine mächtige Entwicklung als Pfahlwurzel, aus welcher die Seitenwurzeln in akropetaler Reihenfolge hervorbrechen; wenn das Längenwachstum der Pfahlwurzel erlischt, treten zahlreiche adventive Wurzeln an ihren älteren Teilen auf, welche gleich den anderen Seitenwurzeln in mehreren Generationen erzeugen können und so ein mächtiges Wurzelsystem aufbauen.

Die Fibrovasalstränge des Stammes sind fast immer offene und vermitteln durch die Thätigkeit des sich konstituierenden Kambiumringes das Dickenwachstum der kräftigeren Stämme (s. § 34). In einzelnen Fällen verlaufen außer diesen zu einem Kreis geschlossenen Strängen noch andere isolierte Stränge durch den Stamm, z. B. bei *Begonia*, *Aralia*; oder es finden noch kompliziertere Verhältnisse in der Anordnung der Stränge statt, z. B. bei *Piperaceen*, *Sapindaceen*, *Menispermaceen*, *Phytolacca* u. a.

Die Verzweigung des Stammes ist fast immer monopodial und vorherrschend axillär. Natürlich bilden die Fälle, wo die Deckblätter der Sprosse, wie z. B. in den Blütentrauben der *Cruciferen*, unterdrückt sind, keine Ausnahme.

Die Blätter zeigen in ihren Stellungs- und Formverhältnissen die größte Mannigfaltigkeit. Die Staubblätter sind gewöhnlich in Stiel und Spreite gesondert, stengelumfassende Scheiden kommen seltener vor, dagegen häufig Nebenblätter. Verzweigung des Blattes ist sehr häufig und gewöhnlich schon durch Zähne und andere Einschnitte am Rande angedeutet. — Die Nervatur der Laubblätter ist (mit Ausnahme der dicken, fleischigen Blätter) durch die zahlreichen auf der Unterseite vortretenden Nerven und deren zahlreiche krummlinige Anastomosen ausgezeichnet.

Gewöhnlich ist ein Mittelnerv vorhanden, welcher rechts und links seitliche Nerven abgiebt.

Die Blüten, welche bei seitlicher Stellung zumeist zwei Vorblätter besitzen, lassen sich nicht auf einen Typus zurückführen, sondern sind ziemlich verschieden gebaut:

Bei einer Anzahl von Formen finden wir Perigon und Androeum isomer, gewöhnlich vier-, fünf- oder sechszählig; die Anordnung ist entweder spiralg ($\frac{2}{5}$) oder quirlig, so dass immer die Staubblätter den Perigonblättern superponiert sind; letztere sind unter sich von gleicher Beschaffenheit, kalicinisch; eine Krone existiert nicht (Julifloren). $P3 | A5$ oder $Pn + nAn + n$; $n = 2$ oder 3 .

Hieran schließen sich in gewisser Beziehung solche Blüten, in denen zu dem Perigon der ersteren noch eine damit alternierende Krone hinzukommt; zugleich erscheint noch ein zweiter der Krone superponierter Staubblattkreis (viele Centrospermae). $Kn Cn An + n$; n meist $= 5$.

Bei einem anderen, hiermit zunächst nicht vergleichbaren Typus sind alle Blütenteile in fortlaufender Spirale angeordnet (Aphanocycliae); durch vielfache Übergänge verbunden sind damit Blüten, deren Staubblätter sich ebenfalls quirlig ordnen, geringer an Zahl sind, und die wiederum den Bau $Kn Cn An + n$; n meist $= 5$ oder 4 besitzen. Indem die einen oder anderen Staubblätter (häufig die inneren) nicht zur Entwicklung kommen, oder Verdoppelung, Verzweigung oder Verwachsungen eintreten, wird dieser Typus, der weitaus am zahlreichsten vertretene, höchst mannigfaltig (die meisten Eucycliae und Sympetalae).

Endlich bleiben noch Blüten mit nur einfachem Perigon übrig, die sich mit keinem der obigen Typen vergleichen lassen (Monochlamydeen).

Die Unterabteilungen, in welche wir in folgendem System die Dikotyledonen einteilen, sind vorzugsweise durch die eben geschilderten Verschiedenheiten des Blütenbaues charakterisiert; es ist jedoch unmöglich, scharfe Grenzen zwischen den Abteilungen, den Ordnungen, ja teilweise sogar den Familien anzugeben; denn den Platz, welchen eine Pflanze im Systeme einzunehmen hat, entscheidet nicht ein einziger Charakter, sondern die Gesamtheit der Charaktere. Früher wurden im wesentlichen unsere Abteilungen I und II als Apetalae, III, IV und V als Eleutheropetalae oder Choripetalae zusammengefasst; auch kann man diese beiden, Apetalae und Eleutheropetalae, als Archichlamydeae den Sympetalen gegenüberstellen.

I. **Juliflorae.** Die Blüten sind stets klein, unscheinbar, mit einfachem kalicinischen Perigon oder ohne Perigon, häufig diklinisch, meist zu kätzchen-, knäuel- oder kolbenförmigen Infloreszenzen zusammengeordnet.

Ordnung 1. Piperinae. Samen mit Endosperm und meist auch Perisperm.

- 2. Verticillatae. Kein Endosperm; nur 4 Fruchtblatt fruchtbar; grundständige Samenanlage; Schließfrucht.

- 3. Juglandinae. Kein Endosperm; Fruchtknoten dimer mit grundständiger Samenanlage; Schließ- oder Steinfrucht.

- Ordnung 4. *Salicales*. Kein Endosperm; Fruchtknoten dimer mit zahlreichen wandständigen Samenanlagen; Kapsel Frucht.
- 5. *Fagales*. Kein Endosperm; Fruchtknoten mit mehreren wandständigen Samenanlagen; einsamige Schließfrucht.
 - 6. *Urticinae*. Meist Endosperm; Fruchtknoten meist monomer; 1 Samenanlage in verschiedener Lage; Schließ- oder Steinfrucht.

II. **Monochlamydeae**. *Die Blüten mit einfachem, nicht in Kelch und Krone gesondertem Perigon versehen, meist ansehnlich, nicht zu Kätzchen und ähnlichen Blütenständen vereinigt. Fruchtknoten meist unterständig.*

- Ordnung 7. *Proteales*. Fruchtknoten oberständig; Perigon vierblättrig.
- 8. *Santalinae*. Fruchtknoten unterständig; Samenanlagen fast stets ohne Integument; chlorophyllhaltige oder chlorophyllfreie Schmarotzer.
 - 9. *Serpentariae*. Fruchtknoten unterständig; Perigonblätter drei.
 - 10. *Rhizanthae*. Fruchtknoten unterständig; Samenanlagen mit Integument; chlorophyllfreie Schmarotzer.

III. **Centrospermae**. *Blüten meist zwittrig; Perigon einfach oder in Kelch und Krone gesondert, Fruchtknoten oberständig mit einer grundständigen Samenanlage oder centraler Placenta, Same mit Endosperm.*

- Ordnung 11. *Ochreatae*. Samenanlage einzeln, grundständig, gerade.
- 12. *Caryophyllinae*. Samenanlagen fast stets gekrümmt, grundständig oder an centraler Placenta.

IV. **Aphanocyclicae**. *Blüten acyklisch, hemicyklisch oder cyklisch mit einfachem oder in Kelch und Krone gesondertem Perigon; Staubblätter fast immer zahlreicher als die Perigonblätter, teils spiralig in unbestimmter Anzahl, teils in eucyklischer Verbindung mit dem Perigon in meist 2- oder 5zähligen Quirlen; Fruchtknoten fast immer oberständig, vorherrschend apokarp mit zumeist wandständigen Placenten.*

- Ordnung 13. *Laurales*. Fruchtknoten getrennt, zahlreich, seltener einzeln monomer oder synkarp; Gewebe mit Ölschläuchen.
- 14. *Ranales*. Fruchtknoten getrennt, mehrere, seltener einzeln monomer oder synkarp; keine Ölschläuche.
 - 15. *Rhoeadinae*. Fruchtknoten synkarp, aus 2 oder mehr Karpellen bestehend, einfächerig oder mehrkammerig; Blüten cyklisch mit typisch 2zähligen Quirlen.
 - 16. *Sarraceniales*. Fruchtknoten synkarp, ein- oder mehrfächerig; Blätter zum Insektenfang eingerichtet.

V. **Eucyclicae.** Blüten vorherrschend eucyclisch mit Kelch und freiblättriger Krone, Staubblätter meist in zwei der Krone gleichzähligen Kreisen, zuweilen in mehreren oder nur in einem Kreise, bei einigen Familien verzweigt; Fruchtknoten ober- oder unterständig, ein- oder mehrfächerig, zuweilen apokarp.

a. Fruchtknoten vorherrschend apokarp, zuweilen monomer.

Ordnung 17. Rosales. Blüten meist perigyn bis epigyn.

- 18. Leguminosae. Blüten nur schwach perigyn, Fruchtknoten monomer mit wandständigen Samenanlagen.

- 19. Thymelaeinae. Blüten perigyn; Fruchtknoten monomer mit einer Samenanlage.

b. Fruchtknoten synkarp, mehrfächerig, oberständig.

Ordnung 20. Grinales. Samenanlagen meist hängend mit der Mikropyle nach außen und oben; keine Sekretbehälter.

- 21. Rutales. Samenanlagen wie vorige; meist Sekretbehälter.

- 22. Euphorbiales. Samenanlagen wie vorige; Blütenbau sehr verschieden.

- 23. Sapindales. Samenanlagen hängend mit der Mikropyle nach innen und oben, oder aufrecht mit der Mikropyle nach außen und unten. Meist 2 Staubblattkreise.

- 24. Frangulinae. Samenanlagen aufrecht; nur ein epipetaler Staubblattkreis.

- 25. Columniferae. Staubblätter gewöhnlich verzweigt.

c. Fruchtknoten einfächerig (mit zuweilen weit vorspringenden Placenten).

Ordnung 26. Parietales. Fruchtknoten oberständig.

- 27. Passiflorinae. Fruchtknoten unterständig; Krone meist 5zählig.

- 28. Opuntinae. Fruchtknoten unterständig; Kronenblätter zahlreich.

d. Fruchtknoten 2- bis mehrfächerig, unter- oder mittelständig.

Ordnung 29. Myrtiflorae. Meist nur 4 Griffel; Blätter meist gegenständig.

- 30. Umbelliflorae. Mehrere Griffel; Blätter meist wechselständig.

VI. **Sympetalae.** Krone fast stets verwachsenblättrig.

a. Isocarpeae. Fast immer ebensoviel Fruchtblätter als Kelch- oder Kronenblätter, meist 2 Staubblattkreise.

- Ordnung 31. *Bicornes*. Samenanlagen wandständig; meist 2 Staubblattkreise; Fruchtblätter vor den Kronenblättern stehend.
- 32. *Primulinae*. Samenanlagen grundständig oder an centraler Placenta; nur 1 epipetaler Staubblattkreis.
 - 33. *Diospyrinae*. Samenanlagen wandständig; Fruchtblätter vor den Kelchblättern stehend.
- b. *Anisocarpeae*. Meist nur 2 Karpelle; nur 1 Staubblattkreis.
- α. *Hypogynae*. Fruchtknoten oberständig.
- Ordnung 34. *Contortae*. Krone mit meist rechtsgedrehter Knospelage; Blätter meist gegenständig.
- 35. *Tubiflorae*. Blüten aktinomorph oder zygomorph; Blätter wechsel- oder gegenständig.
- β. *Epigynae*. Fruchtknoten unterständig.
- Ordnung 36. *Rubiales*. Fruchtknoten 2—5fächerig; Blätter gegenständig.
- 37. *Aggregatae*. Fruchtknoten 4fächerig, zuweilen mit noch 2 verkümmerten Fächern, mit 4 hängenden Samenanlage; Blätter gegenständig.
 - 38. *Campanulatae*. Fruchtknoten 1- oder mehrfächerig mit mehreren wandständigen oder 1 grundständigen Samenanlage; Antheren zusammeneigend oder verklebt.

I. *Juliflorae*.

Die Blüten sind stets klein, unscheinbar, mit einfachem kalicinischen Perigon oder ohne Perigon, häufig diklinisch, meist zu kätzchen-, knäuel- oder kolbenförmigen Infloreszenzen zusammengeordnet.

Ordnung 4. *Piperinae*.

Blüten meist ohne Perigon, Samenanlage gerade, Same mit Endosperm und meist auch Perisperm.

Fam. 1. *Saururaceae*. Fruchtblätter 3—4, frei oder vereinigt, mit wandständigem Samen. Kräuter in Nordamerika und Ostasien.

Fam. 2. *Piperaceae*. Blüten meist hermaphrodit in Ähren oder Kolben mit häufig schildförmigen (Fig. 239 *f* unten) Deckblättern; Staubblätter 2, 3 oder 6; Fruchtknoten einfächerig mit einer aufrechten zentralen Samenanlage, Frucht eine Beere; der kleine Embryo liegt vom Endosperm umgeben in einer Vertiefung des reichlichen Perisperms (s. oben S. 230, Fig. 204 *B*).

Piper nigrum, kletternder Strauch in Ostindien; die unreifen getrockneten Früchte sind der schwarze Pfeffer; der weiße Pfeffer besteht aus den reifen Früchten der nämlichen Pflanze, welche mazeriert und durch Mahlen von der äußersten Schicht befreit sind.

Offizinell: *Cubebae*, die Früchte von *Piper Cubeba* (Java); früher auch *Piper nigrum* und *album* (s. oben).

Fam. 3. *Chloranthaceae*. Blüten zuweilen mit Perigon; Fruchtknoten monomer mit einer hängenden Samenanlage; kein Perisperm; Blätter gegenständig. — Tropisch und subtropisch.

Ordnung 2. Verticillatae.

Fruchtknoten aus einem fruchtbaren Fruchtblatt bestehend. Samenanlagen gerade, grundständig; kein Endosperm; Schließfrucht. Holzpflanzen.

Fam. *Casuarinaceae*. Bäume vom Ansehen der Schachtelhalme mit langen gerieften Internodien und zu einer gezähnten Scheide verwachsenen Blättern. Die Blüten in eingeschlechtigen Kätzchen, die männlichen aus einem einzigen Staubblatt und zwei Perigonblättern, die weiblichen aus einem einfächerigen Fruchtknoten mit einem zweiten verkümmerten Fruchtblatt bestehend, umgeben von zwei Vorblättern, die bei der Reife hart und holzig werden und das ganze Kätzchen einem Coniferenzapfen ähnlich machen.

Casuarina, in mehreren Arten, vorherrschend in Neuholland.

Ordnung 3. Juglandinac.

Perigon meist aus 4 Blättern bestehend oder fehlend; Fruchtknoten unterständig, dimer, mit einer aufrechten geraden Samenanlage; kein Endosperm. Holzpflanzen.

Fam. 4. *Juglandaceae*. Blüten monöisch in eingeschlechtigen Kätzchen; jede Deckschuppe trägt eine Blüte mit zwei Vorblättern. Die männlichen Blüten meist der Deckschuppe aufgewachsen (Fig. 240 A), mit unbestimmter Anzahl von Staubblättern. Frucht meist eine Steinfrucht. Blätter gefiedert, ohne Nebenblätter, nebst den Blüten aromatisch.

Bei *Juglans* stehen die männlichen Kätzchen am Ende blattloser Seitensprosse am vorjährigen Trieb, die weiblichen wenigblütigen bilden das Ende diesjähriger beblätterter Sprosse. Die Vorblätter der weiblichen Blüte (Fig. 240 B) sind am Fruchtknoten hinaufgewachsen. Der saftige Teil der Fruchtwand ist nur dünn und springt

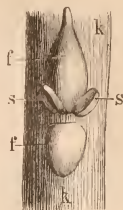


Fig. 239. Stück des Blütenkolbens von *Peperomia* mit einer Blüte; *f* (unten) deren Deckblatt, *ss* die beiden Staubbeutel, *f* (oben) Fruchtknoten; *k* Oberfläche des Kolbens (vergr.).

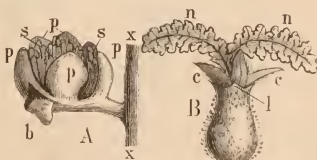


Fig. 240. A Schuppe des männlichen Kätzchens (b) von *Juglans nigra*, mit aufgewachsener Blüte; *p* Perigon und Vorblätter, *s* Staubblätter, *x* Kätzchen- spindel. B weibliche Elate derselben Pflanze, *l* Vorblätter, *c* Perigon, *n* Narben (vergr.).

unregelmäßig auf; die harte Steinschale öffnet sich beim Keimen (sowie künstlich) in der Mittellinie der beiden Fruchtblätter und zeigt innen die eingeschlagenen Ränder der Fruchtblätter in Form einer von unten heraufragenden unvollständigen Scheidewand, welche zwischen die beiden Kotyledonen des sehr unebenen, von der dünnen Samenschale eng umschlossenen Embryos eingreift. *J. regia*, Wallnussbaum, aus Südeuropa; in Nordamerika *J. cinerea* und *nigra*, *Carya* in mehreren Arten, Hickory mit sehr hartem Holze.

Offizinell: Folia Juglandis, von *Juglans regia*.

Fam. 2. *Myricaceae*. Sträucher oder Bäume, deren diklinische, zuweilen diöcische Blüten in Kätzchen stehen, kein Perigon besitzen; Blätter meist einfach.

Myrica Gale, kleiner Strauch in Torfmooren; *M. cerifera* in Nordamerika scheidet auf den Früchten viel Wachs ab.

Ordnung 4. Salicales.

Blüten ohne Perigon; Fruchtknoten dimer einfachestig mit zahlreichen wandständigen anatropen Samenanlagen; Kapsel Frucht; Same ohne Endosperm. Holzpflanzen.

Fam. *Salicaceae*. Diöcisch; die Blüten in Kätzchen, deren Schuppen in den Achseln unmittelbar ohne Vorblätter die Blüten tragen; ein becherförmiger oder auf einzelne Honigdrüsen reduzierter Discus. Die Frucht öffnet sich loculicid und entlässt die mit einem Haarschopf an der Basis versehenen Samen (Fig. 241 C). Die Kätzchen stehen auf der Spitze von seitlichen Kurztrieben, welche vorher Niederblätter oder auch wenige Laubblätter tragen.

Salix, Weide, mit ganzen Kätzchenschuppen, einer oder zwei Honigdrüsen (Fig. 241 A, B, h), meist zwei Staubblättern, stets ungeteilten, kurzgestielten Blättern

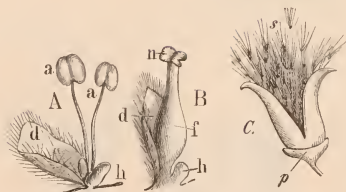


Fig. 241. A männliche, B weibliche Blüte der Weide, *Salix*; d Kätzchenschuppe, h Honigdrüse, a Staubblätter, f Fruchtknoten, n Narben (vergr.). C aufspringende Frucht der Pappel; s Samen, p Discus.

und nur einer (aus zweien verwachsenen) Knospenschuppe der Winterknospen. Die den ganzen Sommer über fortwachsenden Langtriebe sterben von der Spitze herein alljährlich ab. Einige Arten, wie *S. alba*, *fragilis*, *babylonica*, Trauerweide, mit hängenden Zweigen, werden baumartig, die meisten bleiben stets strauchförmig, einige wie *S. reticulata*, *retusa*, *herbacea* sind winzige niederliegende Sträuchlein der Alpen und des hohen Nordens. Bei *S. purpurea* und *S. incana* sind

die beiden Staubblätter mit einander verwachsen; *S. triandra* hat 3 Staubblätter. Die meisten Arten wachsen an Flussufern, *S. Caprea*, *aurita* mehr in Wäldern, *S. repens* u. a. auf Mooren.

Populus, Pappel, mit gezähnten oder zerteilten Kätzchenschuppen, einem becherförmigen Discus (Fig. 241 C, p), zahlreichen (4—30) Staubblättern, langgestielten, oft gelappten Blättern und mehreren Knospenschuppen der Winterknospen; die Langtriebe mit Endknospe. Bei der Untergattung *Leuce* sind die jungen Triebe und Knos-

pen nicht klebrig, meist behaart, die Kätzchenschuppen lang behaart, die männlichen Blüten mit meist nur 4—8 Staubblättern, die Narben armförmig geteilt. Hierher *P. alba*, Silberpappel, mit unterseits schneeweiß-filzigen, am Langtrieb fünfflappigen Blättern; *P. tremula*, Aspe, Zitterpappel, mit kahlen ausgeschweift gezähnten Blättern, seitlich zusammengedrückt, daher im Winde so leicht beweglichem Blattstiel. Bei der Untergattung *Aigeiros* sind die jungen Triebe und Knospen klebrig, kahl, die Kätzchenschuppen kahl, Staubblätter meist 15—30, Narben ganz oder gelappt; hierher *P. nigra*, Schwarzpappel, und eine Varietät mit aufrechten Ästen, italienische oder Pyramidenpappel, letztere fast nur in männlichen Individuen kultiviert.

Ordnung 5. Fagales.

Perigon, wenn vorhanden, aus 5, 4 oder 6 kalicinischen Blättern bestehend; die Staubblätter vor den Perigonblättern; Fruchtknoten unterständig, di- oder trimer mit mehreren wandständigen anatropen Samenanlagen; einsamige Schließfrucht; kein Endosperm. — Holzpflanzen.

Fam. 1. *Fagaceae*. Alle Blüten mit Perigon, dieses aus meist fünf oder sechs Blättern am Grunde verwachsen; Fruchtknoten dreifächerig mit je zwei hängenden Samenanlagen; die einsamigen Schließfrüchte einzeln oder zu mehreren umgeben von einem Fruchtbeker, Cupula, d. h. einer mit zahlreichen Blättern besetzten ringförmigen Achsenwucherung, die erst mit der Frucht reife ihre volle Ausbildung erfährt; Staubblätter ungeteilt; die Blütenstände in der Achsel diesjähriger Blätter.

Bei *Fagus*, Buche, stehen die Blüten in gestielten dichasischen Knäueln, die männlichen zahlreich, die weiblichen zu zweien von einer gemeinsamen Cupula umgeben. Die Cupula ist mit borstenförmigen Schuppen besetzt und springt bei der Reife vierklappig auf, um die beiden dreikantigen Früchte zu entlassen, welche auf der Spitze einen pinselförmigen Rest des Perigons tragen. Die weiblichen Blütenstände stehen auf aufrechtem Stiele in der Achsel je eines Laubblattes an den diesjährigen Gipfeltrieben, die männlichen mit hängenden Stielen in den unteren Blattachsen der Triebe. Blätter zweizeilig, auf der Zweigunterseite einander genähert, die Achselknospen oben genähert, die Winterknospen lang, spitz. Die Kotyledonen entfalten sich bei der Keimung. *Fagus silvatica*, Rotbuche; eine Varietät mit roten Blättern, Blutbuche, häufig kultiviert.

Bei *Castanea*, Edelkastanie, sind die dichasischen Knäuel zahlreich zu langen aufrechten Kätzchen vereinigt; die meisten derselben sind rein männlich, d. h. enthalten nur aus (meist je 7) männlichen Blüten bestehende Knäuel; die obersten der Kätzchen der Jahrestriebe tragen am Grunde einige weibliche Dichasien, welche meist aus je drei Blüten bestehen und von einer gemeinsamen Cupula umschlossen werden; letztere erhält bei der Reife zahlreiche stachelige Anhängsel und entlässt die Früchte durch vierklappiges Anspringen. Die ungeteilten gezähnten Blätter stehen an den schwächeren Seitenzweigen zweizeilig. *C. vulgaris* aus Südeuropa, mit essbaren Früchten, im wärmeren Deutschland kultiviert.

Bei *Quercus*, Eiche, stehen die Blüten einzeln in Kätzchen; die männlichen haben ein 5—7 blätteriges Perigon (Fig. 242 A); die weiblichen werden von der mit Schuppen besetzten Cupula (Fig. 242 B, C, c) umgeben, welche nur den Grund der Frucht als das bekannte Näpfchen umhüllt. Die Blätter stehen nach $\frac{2}{5}$ gegen die Spitze des Jahrestriebes gedrängt, dieser entwickelt stets einen Gipfeltrieb. Die männlichen Kätzchen stehen in der Achsel der obersten Knospenschuppen (Nebenblattpaare) an diesjährigen sowohl Lang- als Kurztrieben, die weiblichen in der Achsel von Laubblättern der Gipfeltriebe; Blütezeit kurz nach dem Laubausbruch. Die Kotyledonen bleiben bei der Keimung von der Fruchtschale umschlossen. — Bei uns kommen

zwei Arten vor: *Qu. pedunculata*, Stiel- oder Sommerreiche, mit gestreckten weiblichen Kätzchen, deren Früchte also durch lange Strecken der Kätzchenspindel von einander getrennt sind; die fiederförmig buchtig gelappten Blätter kurzgestielt, mit an der Basis wellig eingezogener Spreite. *Qu. sessiliflora*, Trauben- oder Winterreiche,

mit gedrungenen weiblichen Kätzchen, deren Früchte also in einem Knäuel beisammen stehen; die ähnlich gestalteten Blätter sind länger gestielt mit keilförmiger Basis der Spreite. — *Qu. Suber*, Korkeiche, in Südeuropa, liefert den Kork. — Zahlreiche Arten in Nordamerika.

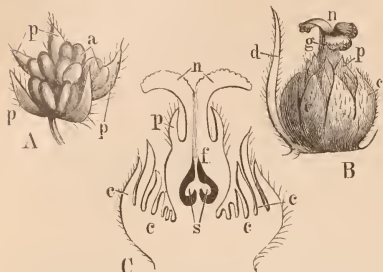


Fig. 242. *Quercus pedunculata*. A männliche Blüte (vergrößert); p Perigon, a Staubblätter. B weibliche Blüte (vergrößert); d Deckblatt, c Cupula, p das oberständige Perigon, g Griffel, n Narben. C dieselbe stärker vergrößert im Längsdurchschnitt, f Fruchtknoten, s Samenanlagen.

Samenanlagen; einsamige Schließfrucht; Staubblätter oft zweiteilig. Die Blüten stehen in Dichasien, diese zu Kätzchen geordnet. In der Achsel jeder an der Kätzchenspindel stehenden Deckschuppe (Fig. 243 d) sitzt

Offizinell: Cortex *Quercus*, Rinde von *Quercus pedunculata* und *sessiliflora*; Gallae, die durch den Stich eines Insektes zu Gallen umgewandelten Knospen der orientalischen Form von *Quercus lusitanica*.

Fam. 2. Betulaceae.

Blüten oft ohne Perigon; Fruchtknoten zweifächerig mit je zwei hängenden

Samenanlagen; einsamige Schließfrucht; Staubblätter oft zweiteilig. Die Blüten stehen in Dichasien, diese zu Kätzchen geordnet. In der Achsel jeder an der Kätzchenspindel stehenden Deckschuppe (Fig. 243 d) sitzt



Fig. 243. Diagramm der dichasischen Blütengruppe der Betulaceen, d Deckschuppe, b die Mittelblüte mit den Vorblättern α und β , α' β' die beiden Seitenblüten mit den Vorblättern α' und β' .



Fig. 244. Frucht mit Hülle von *Carpinus Betulus*.

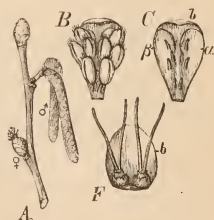


Fig. 245. *Corylus Avellana*; A blühender Zweig, B männliche Blüte mit Deckschuppe von oben; C dieselbe nach Wegnahme der Antheren; F weibliche Blütengruppe von innen; b Deckschuppe.

eine Blüte (b) mit zwei Vorblättern α und β ; in deren Achseln je wieder eine Blüte (b') mit den Vorblättern α' und β' ; doch sind nicht immer alle drei Blüten und (abgesehen von der Deckschuppe) sechs Hochblätter entwickelt. Blätter einfach, mit Nebenblättern.

Unterfam. 1. *Coryleae*. Männliche Blüten ohne Perigon, einzeln der Deckschuppe aufgewachsen; weibliche Blüten mit Perigon, unterständigem Fruchtknoten,

zu zweien (es fehlt die Mittelblüte); die 3 Vorblätter jeder Seitenblüte (α α' β' , beziehungsweise β α' β') wachsen der Frucht als Hülle an.

Bei *Carpinus*, Hain- oder Weißbuche, sind diese drei Blätter in den drei Lappen der Frucht (Fig. 244) sofort zu erkennen; die Frucht gerippt und mit einem Krönchen (dem Perigon) versehen. Die Deckschuppen des männlichen Kätzchens tragen ohne Vorblätter 4—10 tiefgespaltene Staubblätter. Beiderlei Kätzchen stehen auf der Spitze diesjähriger beblätterter Kurztriebe, daher Blütezeit erst nach der Belaubung. Blätter zweizeilig, Jahrestriebe sympodial verbunden. — *C. Betulus* mit unregelmäßig wachsendem Stamme, gesägten Blättern, die längs der Seitennerven gefaltet sind. — Bei *Ostrya*, Hopfenbuche in Südeuropa und Nordamerika, ist die Fruchthülle zu einem nur oben offenen Schlauch verwachsen.

Bei *Corylus*, Hasel, steht das weibliche Kätzchen endständig auf einem Zweige, der zur Blütezeit sich noch im Knospenzustande befindet und nur die roten Narben zwischen den Schuppen vorragen lässt (Fig. 245 A ♀). Die Hülle der Frucht, fast nur aus α' und β' bestehend, ist unregelmäßig zerschlitzt: auf der Frucht, der Haselnuss, ein kleines Spitzchen als Rest des Perigons. Die Deckschuppen der männlichen Kätzchen tragen zwei Vorblätter α und β (Fig. 245 C) und vier bis zum Grunde geteilte (daher scheinbar acht) Staubblätter (Fig. 245 B, C). Die männlichen Kätzchen stehen an blattlosen Kurztrieben und überwintern frei (Fig. 245 A ♂); Blüte bekanntlich vor dem Laubausbruch. Blätter zweizeilig. *C. Avellana*, die gemeine Haselnuss; *C. tubulosa* besonders mit roten Blättern (Bluthasel), als Ziergesträuch kultiviert.

Unterfam. 2. Betuleae. Männliche Blüten mit Perigon, in dreiblütigen Dichasien der Deckschuppe aufgewachsen; weibliche Blüten ohne Perigon; ihre Vorblätter (die Vorblätter α' fehlen stets) verwachsen mit der Deckschuppe zu einer drei- oder fünfklappigen Schuppe, welche mit der Frucht nicht zusammenhängt.

Betula, Birke. In beiderlei Kätzchen sind die drei Blüten nur mit den Vorblättern α und β entwickelt; in den männlichen Blüten ist das Perigon meist unvollständig und nur zwei Staubblätter entwickelt, diese aber tief zweispaltig; in den weiblichen Kätzchen verwachsen die beiden Vorblätter mit der Deckschuppe zu einer dreilappigen Schuppe, die mit den ringsgeflügelten Früchten abfällt. Nur die männlichen Kätzchen überwintern bei unseren baumförmigen Arten nackt an der Spitze vorjähriger Triebe; die weiblichen stehen auf der Spitze seitlicher Kurztriebe mit wenigen Laubblättern in der Winterknospe eingeschlossen; daher Blütezeit erst nach der Belaubung; die Jahrestriebe sympodial verbunden, Blätter spiralig. — *B. verrucosa* mit weißen Drüsen an den jungen Trieben und Blättern; *B. pubescens* ohne Drüsen mit behaarten Trieben, meist im Norden; *B. fruticosa* und *B. pana*, kleine Sträucher des Nordens.

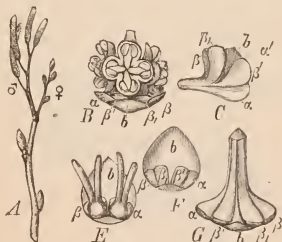


Fig. 246. *Alnus glutinosa*; A kätzchentragender Zweig im Winter; B eine männliche Blüthengruppe von oben; C dieselbe nach Wegnahme der Blüten von der Seite; E weibliche Blüthengruppe von innen; F dieselbe nach Wegnahme der Blüten; G Schuppe des Fruchtkätzchens von oben; b Deckschuppe; α β β' Vorblätter.

Alnus, Erle. In den männlichen Kätzchen auf der Deckschuppe die drei Blüten mit vier Vorblättern, jede Blüte mit vier Perigonblättern und vier ungetheilten Staubblättern (Fig. 246 B, C); in den weiblichen fehlt die Mittelblüte auf jeder Deckschuppe; die vier Vorblätter verwachsen mit der Deckschuppe zu einer fünfklappigen Holzigen

Schuppe (Fig. 246 E, F, G), die nach dem Abfallen der meist ungeflügelten Früchte an der Kätzchenspindel stehen bleibt. Die männlichen Kätzchen stehen am Ende, die weiblichen auf dem obersten Seitenzweig der vorjährigen Triebe, überwintern beide frei, ohne von Knospenschuppen eingeschlossen zu sein (Fig. 246 A), und blühen vor dem Laubausbruch. Die Blätter stehen meist nach $\frac{1}{3}$; bei *A. incana*, der Weiß-Erle (meist an hartem Wasser), sind sie spitz, unterseits grau, bei *A. glutinosa*, der Schwarz-Erle (meist an weichem Wasser), stumpf, oft ausgerandet, unterseits heller grün. — Bei *Alnus viridis*, der Berg-Erle (Strauch der Alpen), überwintern nur die männlichen Kätzchen nackt, die Frucht mit Flügelsaum.

Ordnung 6. Urticinae.

Blüten meist diklinisch, in verschiedenartigen Blütenständen. Perigon fast immer vorhanden, kalicinisch aus fünf oder vier (d. h. zweimal zwei) Blättern bestehend; die Staubblätter stehen vor den Perigonblättern. Fruchtknoten oberständig, monomer, einfächerig, oft noch ein rudimentäres zweites Fruchtblatt in Form eines zweiten Griffels vorhanden. Eine Samenanlage in verschiedener Lage. Same meist mit Endosperm. — Die Blätter besitzen meist eine rauhe Behaarung; die Blütenstände stehen meist (mit Ausnahme von Fam. 4) zu zweien seitlich an einem laubigen Mitteltrieb, welcher aus der Achsel eines Laubblattes entspringt (Fig. 250). Häufig Cystolithen.

Fam. 1. *Ulmaceae*. Blüten zuweilen zwittrig mit vier- bis sechspaltigem Perigon (Fig. 247 A). Eine hängende Samenanlage; Schließfrucht zuweilen steinfruchtartig oder geflügelt. Holzpflanzen ohne Milchsaft mit abfallenden Nebenblättern. Die Blüten oder kleine cymöse Blütenstände stehen hier direkt in den Blattachseln, nicht seitlich an einem Mitteltrieb.

Bei *Ulmus*, Ulme, Rüster, stehen die zwittrigen Blüten in Knäueln, von Knospenschuppen umgeben, in den Blattachseln vorjähriger Blätter; in der Achsel der inneren dieser Knospenschuppen stehen eine oder mehrere Blüten; diese entfalten sich schon vor dem Laubausbruche. Die Frucht ist eine von einem breiten Flügelsaum umgebene Schließfrucht (Fig. 247 B). Die Blätter stehen zweizeilig, sind stets unsymmetrisch, die Jahrestriebe ohne Gipfelknospe, daher ihre Aneinanderreihung sympodial. In



Fig. 247. A Blüte, B Frucht von *Ulmus montana*, d Deckblatt, p Perigon, a Staubblätter; f die Frucht, m deren Flügelsaum (A vergr., B nat. Gr.).

Deutschland sind drei Arten von *Ulmus* einheimisch; *U. glabra*, Feldulme (besonders im Süden), mit dünnen Zweigen, gestielten, gekerbt gesägten Blättern und excentrischem, vorne schmälere Saum der Frucht; *U. montana*, Bergulme (im mittleren und nördlichen Deutschland die häufigste), mit dicken Zweigen, sehr kurz gestielten, unten rauhaarigen, doppeltgesägten Blättern und concentrischem Saum der

Frucht; *U. pedunculata* (effusa), Flatterulme, mit dünnen Zweigen, spitzen Winterknospen, gestielten, unterseits weichhaarigen, doppeltgesägten Blättern, langgestielten Blüten, ringsum gewimpertem Saum der Frucht. — *Celtis australis* aus Südeuropa und *C. occidentalis* aus Nordamerika, Zürgelbaum, zuweilen als Zierbaum kultiviert, mit polygamen, einzeln oder zu mehreren in den Achseln der unsymmetrischen zugespitzten Laubblätter stehenden Blüten und Steinfrucht.

Fam. 2. *Moraceae*. Samenanlage hängend anatrop oder kamylo-trop, seltener basilär gerade. Same mit oder ohne Endosperm. Frucht

vom fleischig werdenden Perigon umgeben oder in eine fleischige Blütenstandsachse eingesenkt; Staubfäden in der Knospe gerade oder eingebogen, eine oder zwei Narben; Bäume und Sträucher mit Milchsaft, zerstreuter Blattstellung, abfallenden Nebenblättern.

Morus alba und *nigra*, Maulbeerbaum, aus Asien stammend; die kätzchenförmigen Blütenstände stehen meist nur einzeln an dem zur Blütezeit noch knospenförmigen Mitteltrieb; sie enthalten nur Blüten von einerlei Geschlecht (aber monöcisch); die weiblichen werden bei der Fruchtreife durch die einander berührenden Perigone zu Scheinbeeren. Die Blätter, namentlich der erstgenannten Art, dienen als Futter der Seidenraupe. — *Broussonetia papyrifera*, Papiermaulbeerbaum, ebenso, nur diöcisch; die Rinde wird in China und Japan zur Papierbereitung verwendet. — *Chlorophora tinctoria* in Centralamerika liefert Gelbholz. — *Ficus Carica*, Feigenbaum, in Südeuropa; die Feige ist die hohle Achse des Blütenstandes, an deren innerer Oberfläche die Blüten (Fig. 248 *m*, *f*) und später die Früchte in Form harter Körnchen sitzen; oben ist die Höhlung durch kleine Hochblätter (Fig. 248 *b*) verschlossen. *F. elastica*, Gummibaum, häufig in Zimmern kultiviert. *F. religiosa* (bemerkenswert durch die massenhaften Luftwurzeln) und andere ostindische Arten liefern Kautschuk, der aus dem eingedickten Milchsaft gewonnen wird. — *Artocarpus incisa*, Brodbaum, auf den Südseeinseln; die kopfgroßen Scheinfrüchte (Fruchtstände) werden geröstet und wie Brod gegessen. — *Galactodendron utile*, Kuhbaum, in Columbien, mit genießbarem, *Antiaris toxicaria* in Java mit giftigem Milchsaft.



Fig. 248. Längsdurchschnitt der Feige (nat. Gr.), *aa* die fleischige Achse des Blütenstandes, *f* die weiblichen, *m* die männlichen Blüten, *b* Hochblätter.

Fam. 3. Cannabinaceae. Samenanlage hängend, kampylotrop. Blüten diöcisch, in rispigen Blütenständen. Die männlichen Blüten (Fig. 249 *A*) mit fünfteiligem Perigon und fünf kurzen in der Knospe geraden Staubblättern. Die weiblichen Blüten mit röhrigem ungeteiltem Perigon (Fig. 249 *B*, *p*) vom Deckblatt (Fig. 249 *B*, *d*) eingehüllt; 2 Narben. Kräuter mit dekussierten (wenigstens unteren), handförmig genervten Blättern und bleibenden Nebenblättern, ohne Milchsaft.

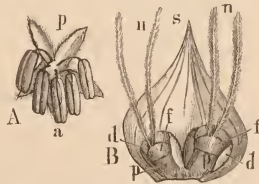


Fig. 249. *A* männliche Blüte des Hopfens, *p* Perigon, *a* die Staubblätter. *B* weibliche Blüten derselben Pflanze, *p* deren Perigon, *f* der Fruchtknoten mit je zwei Narben *n*; jede Blüte wird von ihrem Deckblatt *d* umfasst; *s* die Schuppe, *d. h.* das eine der beiden Nebenblätter, aus deren gemeinsamer Achsel der blütentragende Zweig entspringt (vergr.).

Cannabis sativa, Hanf, stammt aus Asien, bei uns kultiviert. Die männlichen Infloreszenzen sind rispenartige

Dichasien und Wickel und stehen beiderseits des am Gipfel der Pflanze nur rudimentären Mitteltriebs, die weiblichen Blüten stehen einzeln zu beiden Seiten des Mitteltriebs, der in seinen weiteren Blattachseln immer wieder Mitteltriebe mit je zwei Blüten erzeugt. Die starken Bastfasern werden zu Gespinnsten verwendet; die Früchte enthalten viel Öl. — *Humulus Lupulus*, Hopfen, kultiviert und wild. Der rechtswindende Stengel trägt Blattpaare mit zwei Nebenblatt-

paaren. In der Hochblattregion stehen die Blätter einzeln und sind zuletzt nur noch auf ihre Nebenblätter reduziert. Im weiblichen Gesamtblütenstand, der das Aussehen eines Zapfens besitzt, steht in der Achsel eines jeden Nebenblattpaares ein rudimentärer Mitteltrieb mit jederseits zwei Blüten; so entsteht der Schein, als würden in der Achsel jeder einzelnen Schuppe (Nebenblattes) zwei Blüten stehen (Fig. 249 B). Alle Hochblätter sind besonders oberseits mit zahlreichen gelben Drüsen besetzt. In den männlichen Gesamtblütenständen entwickelt sich der auch weiterhin blütentragende Mitteltrieb stärker als die beiden Blütenzweige an seiner Basis.

Fam. 4. *Urticaceae*. Samenanlage aufrecht, gerade. Same mit Endosperm; Staubfäden in der Knospe einwärtsgebogen; nur eine Narbe. Meist Kräuter oder Stauden ohne Milchsaft, häufig mit Brennhaaren. Blüten polygam, monöisch oder diöisch, in rispenartigen oder knäueiförmigen Blütenständen.

Urtica urens und *dioica*, Brennessel, bekannt durch die an der ganzen Pflanze vorhandenen Brennhaare. Die zwei inneren Perigonblätter der weiblichen Blüten größer als die äußeren (Fig. 251 B); bei ersterer sind männliche und weibliche Blüten in einer Rispe vereinigt, der Mitteltrieb der Blütenstände wenig entwickelt, letztere



Fig. 250. Stück des Stengels von *Urtica urens* mit einem Laubblatt *f*, in dessen Achsel der Spross *m* und die beiden Blütenstände *b* stehen (nat. Gr.).

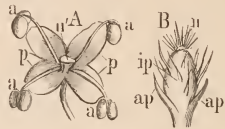


Fig. 251. A männliche, B weibliche Blüte der Brennessel, *Urtica*; *p* Perigon, *a* Staubblätter, *n'* verkümmert Fruchtknoten der männlichen Blüte; *ap* äußeres, *ip* inneres Perigon, *n* Narbe der weiblichen Blüte (vergr.).

ist diöisch, mit kräftigen belaubten Mitteltrieben. — *Parietaria erecta*, mit polygamen Blüten, symphyllern Perigon, ohne Brennhaare, an Wegrändern, Mauern, stellenweise. — *Boehmeria nivea* in China und Japan wird wegen der starken Bastfasern zu Gespinnten (Ramié) verwendet.

II. Monochlamydeae.

Blüten mit einfachem Perigon, meist ansehnlich, nicht zu Kätzchen oder ähnlichen Blütenständen vereinigt; Fruchtknoten meist unterständig. — Die hier zusammengefassten Familien sind mit keiner der übrigen Gruppen verwandt; ob sie unter sich enge zusammengehören, ist nicht völlig sicher.

Ordnung 7. Proteales.

Fam. *Proteaceae*. Blüten meist zwittrig; Fruchtknoten oberständig, meist mit besonderem Stiel (Fig. 252 C *gp*), monomer, Perigon kronenartig, aus vier am Grunde röhrig verwachsenen Blättern bestehend, welchen meist die Staubfäden angewachsen sind; Samen ohne Endosperm. Meist Holzpflanzen ohne Nebenblätter.

Protea, *Grevillea*, *Manglesia* u. a., die meisten in Südafrika und Australien.

Ordnung 8. Santalinae.

Staubblätter in gleicher Anzahl den Perigonblättern superponiert. Fruchtknoten unterständig. Samenanlage fast stets ohne Integument. — Chlorophyllhaltige Schmarotzer mit ungeteilten Laubblättern, seltener (Fam. 3) chlorophyllfrei.

Fam. 4. Santalaceae. Blüten meist zwittrig. Samenanlage hängend an einer zentralen Placenta. Perigon dreibis fünfgliedrig. Frucht eine Nuss oder Steinfrucht.

Thesium pratense

und andere bei uns einheimische Arten sind Kräuter, die auf den Wurzeln anderer Pflanzen schmarotzen. — Blätter schmal, linealisch. Die Deckblätter der traubig gestellten Blüten sind meist am Blütenstiel bis unter die Blüte hinaufgerückt und bilden bei

den meisten Arten mit den Vorblättern zusammen eine dreiblättrige Hülle. Die Staubblätter sind fadenförmig, dem Grunde der Perigonzipfel eingefügt. Das Perigon bleibt eingerollt auf der Spitze der Schließfrucht erhalten (Fig. 253 B). — *Santalum album* in Ostindien liefert Santelholz.

Fam. 2. Loranthaceae. Blüten diklinisch oder zwittrig. Samenanlage aufrecht, mit der Fruchtknotenwandung verwachsen. Perigon meist vier- oder sechsgliedrig. Frucht eine Beere.

Viscum album, Mistel, schmarotzt auf verschiedenen Bäumen, auf denen sie sich als dichter immergrüner Strauch bemerkbar macht. Der Stamm trägt ein Paar gegenständige Blätter (Fig. 254 bb), aus deren Achseln Zweige mit einem Niederblattpaar

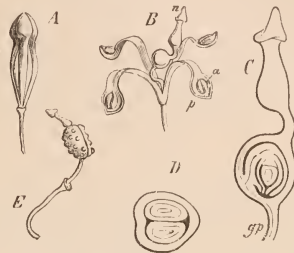


Fig. 252. Blüte von *Manglesia glabrata*: A vor dem Aufblühen; B geöffnet, p Perigonzipfel, a Anthere, n Narbe; C Fruchtknoten, unten der Länge nach durchschnitten. gp Gynophorum. D Querschnitt des Fruchtknotens. E reife Frucht (nach Sachs).



Fig. 253. A Blüte, B Frucht von *Thesium montanum*, f Fruchtknoten, p Perigon, s Staubblätter, n Narbe (vergr.).

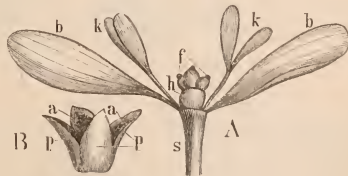


Fig. 254. A Zweigende einer weiblichen Pflanze der Mistel, *Viscum album*; s Stengel, bb Blätter, k k deren Achselknospen, f drei abgeblühte weibliche Blüten, h Hochblätter; B männliche Blüte (vergr.), p Perigon, a die dessen Zipfeln aufgewachsenen Antheren.

und wieder einem Laubblattpaar kommen; die Zweige erlöschen an der Spitze oder schließen mit einem dreiblütigen Blütenstand ab; aus den Achseln der Niederblätter können noch weitere Zweige oder Blütenstände entspringen. Die Pflanze ist

diöcisch. Die Frucht wird eine einsamige Beere mit klebrigem viscinhaltigem Perikarp, durch welches die Samen von den Vögeln an die Zweige geklebt und so die Pflanze weiter verbreitet wird. In den männlichen Blüten sind die vielfächerigen Staubbeutel den Perigonzipfeln aufgewachsen. — *Loranthus europaeus* in Osteuropa auf Eichen u. a.

Fam. 3. *Balanophoraceae*. Chlorophyllfreie Schmarotzer ohne Laubblätter mit Rhizom, welches der Wurzel der Nährpflanze aufsitzt. Blüten diöcisch oder monöcisch in reichblütigen Infloreszenzen. Weibliche Blüten meist nur aus einem einfächerigen ein- oder wenigsamigen Fruchtknoten bestehend. Samenanlage ohne Integument (außer *Cynomorium*) meist mit dem Fruchtknoten völlig verwachsen. Embryo sehr klein.

Balanophora in den Tropen der alten Welt, *Lophophytum* in Brasilien u. a.; *Cynomorium coccineum* findet sich auch in der Mittelmeerregion.

Ordnung 9. *Serpentariae*.

Fam. *Aristolochiaceae*. Blüten zwitterig; Perigon kronenartig, aus drei Blättern verwachsen, Staubblätter sechs oder zwölf; Fruchtknoten unterständig sechsfächerig; die Samenanlagen in Längsreihen in den inneren Ecken der Fächer. Embryo klein, in der Mitte des Endosperms. Kletternde oder kriechende Pflanzen mit großen Laubblättern.

Bei *Asarum* sind die drei Zipfel des Perigons einander gleich, die 12 Staubblätter mit verlängertem Konnektiv sind frei (Fig. 255). Die Jahrestriebe des kriechenden Stammes tragen 4 Schuppenblätter und zwei gestielte, nierenförmige Laubblätter und schließen mit einer Blüte ab; die Seitenzweige entspringen aus der Achsel des oberen Laubblattes und der Niederblätter.

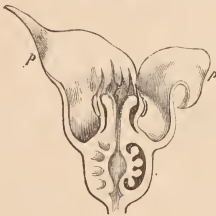


Fig. 255. *Asarum europaeum*, Längsschnitt der Blüte (vergr.). p Perigon (nach Sachs).

Bei *Aristolochia* (s. Fig. 200 S. 228) ist das Perigon häufig in eine einseitige Zunge ausgebreitet, die 6 sitzenden Antheren sind mit dem Griffel zu einer Säule verwachsen; die Blüten stehen bei *A. Clematitis* (hier und da in Weinbergen, an Wegrändern) zu mehreren in den Blattachseln, bei *A. Siphon* (häufig kultivierte Schlingpflanze) zu zweien nebst einem Laubtrieb übereinander in einer Blattachsel des vorjährigen Triebes.

Ordnung 40. *Rhizanthae*.

Fruchtknoten unterständig mit zahlreichen Samenanlagen, diese mit Integument; Embryo wenig entwickelt. Chlorophyllfreie Schmarotzer ohne Laubblätter mit meist deformiertem Vegetationskörper, einzeln stehenden sehr großen Blüten oder kleinen Blüten in dichter Infloreszenz.

Fam. 4. *Rafflesiaceae*. Blüten meist eingeschlechtig, die weiblichen in der Mitte mit einer die Narbe tragenden Säule; Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig mit zahlreichen an der Wand entspringenden Samenanlagen; der Vegetationskörper ein myceliumartig in der Nährpflanze wachsender Thallus.

Rafflesia zeichnet sich durch die kolossalen Dimensionen ihrer Blüte aus, auf Wurzeln von *Cistus*-Arten in Ostindien. — *Cytinus hippocistis* auf den Wurzeln von *Cistus* in Südeuropa.

Fam. 2. *Hydnoraceae*. Blüten zwittrig; die Staubblätter mit den Perigonblättern alternierend, unter sich verwachsen; Fruchtknoten mit zahlreichen gruppenweise genäherten Placenten; Vegetationskörper ein der Nährpflanze aufsitzendes Rhizom.

Hydnora schmarotzt auf den Wurzeln von Euphorbien u. a. in Afrika, *Prosopanche* in Argentinien.

III. Centrospermae.

Blüten meist zwittrig, Perigon einfach oder in Kelch und Krone gesondert, Fruchtknoten oberständig mit einer zentralen Samenanlage oder zentraler (durch Aufstülpung der Fruchtblätter entstandener) Placenta. Same mit Endosperm.

Ordnung 11. Ochreateae.

Samenanlage einzeln grundständig, gerade.

Fam. *Polygonaceae*. Blüten mit einfachem, vier-, fünf- oder meist sechsblättrigem Perigon von kalicinischer oder korollinischer Beschaffenheit und typisch ebenso vielen superponierten Staubblättern, die aber häufig teilweise verdoppelt sind, oder fehlgeschlagen. Fruchtknoten meist trimer einfächerig, mit einer grundständigengeraden Samenanlage. Blätter mit stark entwickelter Scheide (Fig. 256 A, v) und röhrenförmig verwachsenen Nebenblättern, der Ochrea (Fig. 256 A, o), welche den Stengel noch oberhalb der Blattscheide eine Strecke weit umgibt.

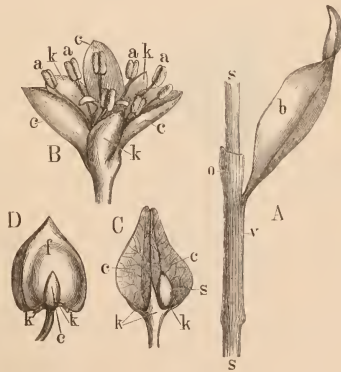


Fig. 256. A Stück des Stengels (s) von *Polygonum* mit einem Blatt b, dessen Scheide v und der Ochrea o (nat. Gr.), B Blüte von *Rheum*, k äußerer, c innerer Perigonquirl, a die Staubblätter. C Frucht von *Rumex* vom heranwachsenden inneren Perigon c ganz eingehüllt, s Schwiele des einen Perigonblattes. k äußere Perigonblätter, D Frucht von *Rheum* f, k äußeres, c inneres Perigon (vergr.).

Rheum mit sechs (drei äußeren, drei inneren) kalicinischen Perigonblättern und zwei Staubblättern, deren äußerer durch Verdoppelung sechszählig, der innere dreizählig ist; *Rh. undulatum* u. a. Arten kultiviert. — *Rumex*, Ampfer, mit ganz ähnlichem Blütenbau, nur die inneren Staubblätter fehlen, die Früchte werden vom heranwachsenden inneren Perigon völlig eingeschlossen (Fig. 256 C; enthält viel

Oxalsäure. — *Polygonum* mit fünf meist korollinischen Perigonblättern und verschiedener Anzahl von Staubblättern (acht, fünf); *P. Fagopyrum*, Buchweizen, wird wegen der mehrreihen Früchte in vielen Gegenden gebaut.

Offizinell: Radix Rhei, der Wurzelstock vom *Rheum officinale* in Tibet.

Ordnung 12. Caryophyllinae.

Samenanlagen fast stets gekrümmt, grundständig oder an centraler Placenta.

Fam. 1. Chenopodiaceae. Blüten mit einfachem, meist fünfzähligem kaliceinischem Perigon, fünf superponierten Staubblättern und meist dimerem einfächerigem Fruchtknoten mit einer grundständigen kampylotropen Samenanlage. Blüten klein, meist zu dichten Blütenständen vereinigt. Blätter wechselständig; keine Nebenblätter; die Vorblätter häufig unterdrückt.

Chenopodium album, *Blitum Bonus Henricus* u. a., häufige Unkräuter, besonders auf Gartenland, wüsten Plätzen. — *Spinacia oleracea*, Spinat, als Gemüsepflanze kultiviert. — *Beta vulgaris*, kultiviert als var. *Cicla*, Mangold, *altissima*, Runkelrübe, zur Zuckerfabrikation, und *rubra*, rote Rübe. — *Salsola* und verwandte Pflanzen von fleischigem Habitus bilden einen Hauptbestandteil der Seestrandvegetation.

Offizinell: Saccharum, Zucker aus *Beta vulgaris*.

Fam. 2. Amarantaceae. Blüten von demselben Bau wie in der vorigen Familie, aber die Perigonblätter häufig trocken, oft gefärbt, meist



Fig. 257. Blüte von *Chenopodium* (vergr.), k Perigon a Staubblätter, f Fruchtknoten, n Narbe.



Fig. 258. Diagramm der Blüte von *Phytolacca decandra*.

mit ebenso beschaffenen Vorblättern, zuweilen mit zahlreichen Samenanlagen. Blätter wechselständig, ohne Nebenblätter. Meist dichte Blütenstände.

Amarantus, *Celosia*, letztere meist mit monströs verbreiteter Infloreszenzachse, Hahnenkamm, und andere als Zierpflanzen kultiviert.

Fam. 3. Phytolaccaceae. Blüten mit einfachem, meist fünfzähligem, oft korollinischem Perigon, oft zwei Staubblattkreisen, deren Glieder oft verdoppelt; Karpelle in sehr wechselnder Zahl, einen mehrfächerigen Fruchtknoten mit je einer Samenanlage und je einem Griffel bildend. Nebenblätter bisweilen vorhanden.

Phytolacca decandra aus Nordamerika wird zum Färben des Weins und anderweitig verwendet.

Fam. 4. Nyctaginaceae. Blüten mit einfachem aus 5 Blättern verwachsenem korollinischem Perigon, welches in seinem unteren Teile stehen

bleibt und die Fruchthülle (Anthocarp) bildet; Staubblätter in größerer oder geringerer Anzahl, Fruchtknoten monomer einfächerig mit einer kampylotropen Samenanlage; die Terminalblüten werden von einer kelchartigen, aus Hochblättern gebildeten Hülle umgeben, die seitlichen nicht.

Mirabilis Jalapa aus Amerika, Zierpflanze; die Wurzel wurde häufig mit der echten Jalapawurzel (s. unten Convolvulaceen) verwechselt.

Fam. 5. Aizoaceae. Blüten mit einfachem Perigon, meist vielen Staubblättern, deren äußere oft zu kronenblattähnlichen Staminodien werden, mehrfächerigem, zuweilen unterständigem Fruchtknoten.

Mesembryanthemum mit fleischigen Blättern, aus Südafrika, in vielen Arten kultiviert.

Fam. 6. Portulacaceae. Kelch meist aus 2, Krone aus 5 Blättern gebildet (eigentlich 2 Vorblätter und kronenartiges Perigon), meist 5 epipetale Staubblätter; Fruchtknoten meist trimer einfächerig, Frucht kapselartig. Kräuter mit zerstreuten Blättern, sehr hinfalliger Krone.

Portulaca oleracea aus Südeuropa, verwildert, andere Arten als Zierpflanzen kultiviert. — *Montia* mit sympetaler, einseitig geschlitzter Krone, in Gewässern oder an feuchten Orten.

Fam. 7. Caryophyllaceae. Blüten meist fünfgliedrig, mit Kelch und Krone, letztere jedoch in einzelnen Fällen wiederum unterdrückt, zwei Staubblattkreisen, von denen häufig der innere fehlt; Fruchtknoten aus 2, 3 oder 5 Karpellen gebildet, einfächerig oder nur am Grunde mit Scheidewänden, mit zentraler Placenta oder nur einer grundständigen Samenanlage, Frucht meist eine Kapsel. Blätter fast stets dekussiert.

Unterfam. 4. Silenoideae.

Kelch synsepal; Krone und innerer Staubblattkreis immer vorhanden. Frucht eine Kapsel (nur bei *Cucubalus* eine Beere). Blätter ohne Nebenblätter. Häufig ist zwischen Kelch und Krone die Blütenachse gestreckt (Fig. 259 *y*): die Kronenblätter häufig (z. B. *Lychnis*, *Saponaria*) mit Nebenkronen (Fig. 259 *x*).

Dianthus, Nelke, mit 2 Karpellen; der Kelch ist von Hochblättern umgeben; *D. Carthusianorum*, deltoides, *superbus* u. a. kommen wild vor; *D. Caryophyllus*, *chinensis* u. a. als Zierpflanzen kultiviert. — *Saponaria* mit 2 Karpellen, ohne Hochblätter, *S. officinalis*, Seifenwurzel, an Flussufern. — *Silene* mit 3 Karpellen, *S. inflata*, *nutans* u. a. häufige Wiesenpflanzen. — *Melandryum* (mit 5 Karpellen) *rubrum* und *album*, diöcisch. — *Agrostemma Githago* in Getreidefeldern.

Unterfam. 2. Alsinoideae. Kelch freiblättrig, Staubblätter häufig perigyn eingefügt.

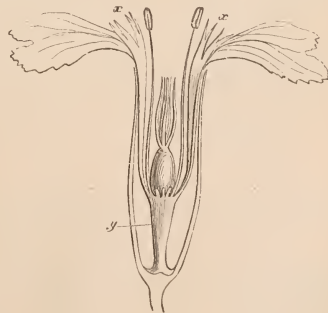


Fig. 259. Längsschnitt der Blüte von *Lychnis Flos Jovis*; *y* das verlängerte Achsenglied zwischen Kelch und Krone; *x* Nebenkronen (nach Sachs).

a) Frucht eine mit Zähnen sich öffnende Kapsel; hieher die Gattungen *Sagina*, *Arenaria*, *Alsine*, *Cerastium*, *Stellaria*, deren Arten auf Wiesen, Wegerändern verbreitet, meist mit weißen Kronenblättern versehen sind; die Gattungen unterscheiden sich hauptsächlich durch die Anzahl der Fruchtblätter und das Aufspringen der Frucht. — *Spergula* hat Nebenblätter.

b) Schließfrucht; Krone und innerer Staubblattkreis fehlen häufig ganz oder teilweise: *Herniaria*, *Paronychia* mit Nebenblättern, *Sclevaranthus* ohne Nebenblätter, kleine unscheinbare Kräuter auf sandigem Boden.

IV. Aphanocyclicae.

Blüten *acyklisch*, *hemicyklisch* oder *cyklisch*, mit zuweilen einfachem, meist aber in Kelch und Krone gesondertem Perigon; Staubblätter fast immer zahlreicher als die Perigonblätter, teils in spiraliger Anordnung mit unbestimmter Anzahl, teils in eucyklischer Verbindung mit dem Perigon in meist 2- oder 5zähligen Quirlen; Fruchtknoten fast immer oberständig, vorherrschend apokarp mit zumeist wandständigen Placenten.

Ordnung 43. Laurales.

Fruchtknoten getrennt, zahlreich, seltener einzeln monomer oder synkarp, Same mit, seltener ohne Endosperm; Gewebe mit Ölschläuchen.

Fam. 4. Magnoliaceae. Perigon spiralig oder (meist trimer) cyklisch, kronenartig oder die äußeren Blätter kelchartig; Staub- und Fruchtknoten spiralig; Same mit Endosperm; Holzpflanzen.

Unterfam. 1. Magnolieae. Fruchtknoten zahlreich auf walzenförmig verlängerter Blütenachse; Laubblätter mit anfangs ringsgeschlossenen Scheiden. — *Magnolia* in mehreren Arten als Ziergehölze, *M. conspicua* aus Japan blüht vor der Belaubung, *M. tripetala*, glauca u. a. aus Nordamerika nach der Belaubung. — *Liriodendron Tulipifera*, Tulpenbaum, aus Nordamerika.

Unterfam. 2. Illicieae. Fruchtknoten an der kurzen Achse in einen Kreis gestellt; Laubblätter ohne Scheide. — *Illicium anisatum* in China liefert den Sternanis (s. Fig. 205).

Fam. 2. Calycanthaceae. Blüten spiralig, perigin; Sträucher.

Calycanthus florida aus Nordamerika, Zierstrauch mit zimtbraunen wohlriechenden Blüten.

Fam. 3. Anonaceae. Blüten spiralig oder cyklisch; Fruchtknoten mehrere; Samen mit zerklüftetem Endosperm. Nur in den Tropen.

Fam. 4. Myristicaceae. Blüten diöeisch, cyklisch, mit einfachem Perigon, dieses symphyll dreiteilig, die 3—48 Staubblätter zu einem Bündel verwachsen; Fruchtknoten monomer mit einer grundständigen anatropen Samenanlage. Frucht fleischig, zweiklappig aufspringend. Endosperm zerklüftet.

Myristica fragrans, Muskatnuss, auf den Molukken einheimisch. Der Same wird umgeben von einem fleischigen, nach oben zerschlitzten Arillus („Muskatblüte“) (Fig. 260 a). Same groß mit reichlichem Endosperm, in dessen faltenartige Einbuchtungen die innerste Schicht der braunen Samenschale hineinwächst, daher erscheint das Endosperm marmoriert. Der kleine Embryo liegt am Grunde des Samens.

Offizinell: Semen Myristicae, der von der äußeren harten Schale befreite Same von *Myristica fragrans*.

Fam. 5. Lauraceae. Blüten zwittrig oder polygam, cyklisch, perigyn, mit einfachem, kaliceinischem Perigon, meist trimer (bei *Laurus dimer*), wobei zwei Quirle auf das Perigon, meist 4 auf das Androeum treffen. Fruchtknoten trimer (in der Fig. 261 irrtümlich monomer gezeichnet).

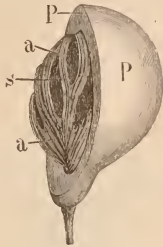


Fig. 260. Frucht des Muskatnussbaums, *Myristica fragrans*, P das Perikarp, zur Hälfte entfernt: s der Same, a der Arillus (nat. Gr.).



Fig. 261. Staubblatt von *Laurus* (A) mit geöffneter Anthere aa; dd deren Deckel; bb drüsige Anhängsel. — Diagramm von *Cinnamomum*.



net), einfächerig, mit einer hängenden anatropen Samenanlage. Die Antheren öffnen sich mit zwei oder vier aufwärts zurückgeschlagenen Deckeln; die Staubblätter mit drüsigen Anhängseln, oft teilweise extrors, teilweise intrors. Frucht eine Beere oder Steinfrucht. Same ohne Endosperm.

Die meisten sind immergrüne Holzpflanzen mit lederigen Blättern, einige wenige (*Cassyltha*) Schmarotzer vom Wuchs der Flachsseide.

Offizinell: *Fructus Lauri*, Steinfrüchte von *Laurus nobilis*, Lorbeer (Südeuropa); *Lignum Sassafras*, das Holz der Wurzel von *Sassafras officinale* (Nordamerika); *Camphora*, der Kampher, ein flüchtiges Stearopten aus dem Holz und den Blättern von *Cinnamomum Camphora* in China und Japan; *Cortex Cinnamomi*, Zimnrinde von *Cinnamomum Cassia* in Südchina.

Ordnung 14. Ranales.

Fruchtknoten getrennt, mehrere, seltener einzeln monomer oder syncarp; Same meist mit Endosperm; keine Ölschläuche.

Fam. 4. *Nymphaeaceae*. Blüten acyklisch oder cyklisch gebaut, Fruchtknoten mehrere, apokarp, oder einer syncarp, zuweilen unterständig, mit meist flächenständigen Samenanlagen. Same meist mit Endosperm und Perisperm. Wasserpflanzen mit meist schwimmenden großen Blättern.

Unterfam. 4. *Cabomboideae*. Fruchtknoten getrennt, 3—48; 3 Kelch-, 3 Kronenblätter; Samen mit Endosperm und Perisperm; die schwimmenden Blätter schildförmig, die untergetauchten meist vielspaltig. — *Cabomba* in Amerika; *Brasenia* in allen Weltteilen außer Europa.

Unterfam. 2. *Nelumbonoideae*. Fruchtknoten getrennt, dem Blütenboden eingesenkt mit einer hängenden Samenanlage; Perigonblätter zahlreich; Samen ohne Endosperm; Blätter schildförmig, über dem Wasser stehend. *Nelumbium* im wärmeren Amerika und Asien.

Unterfam. 3. *Nymphaeoidae*. Ein polymerer, synkarper Fruchtknoten, ober- oder unterständig. Das Rhizom wächst am Grunde der Gewässer und treibt langgestielte herzförmige Blätter, die auf der Oberfläche des Wassers schwimmen. Die Blüte wird ebenfalls auf langem Stiel über das Wasser emporgehoben.

Nuphar luteum, gelbe Seerose; Kelch aus fünf grünlichgelben Blättern bestehend, Kronenblätter kleiner, gelb, meist 13, daran schließen sich die zahlreichen spiralgestellten Staubblätter. Fruchtknoten oberständig. — *Nymphaea alba*, weiße Seerose, mit vier grünen Kelchblättern, zahlreichen weißen, nebst den sehr zahlreichen Staubblättern spiralg geordneten Kronenblättern und halbunterständigem Fruchtknoten. *N. Lotus* u. a. in Afrika. — *Victoria regia* in Brasilien, deren schildförmige Blätter über einen Meter im Durchmesser haben.

Fam. 2. *Ceratophyllaceae*. Wasserpflanzen; die doppelt gabelspaltigen Blätter stehen in Quirlen; in einzelnen Blattaachsen finden sich die diklinischen monöcischen Blüten, die männlichen mit 6—12 Perigonblättern und eben so viel Staubblättern, die weiblichen mit ähnlichem Perigon und einem einfächerigen Fruchtknoten mit einer hängenden geraden Samenanlage.

Ceratophyllum demersum und *submersum* leben unter der Oberfläche des Wassers.

Fam. 3. *Ranunculaceae*. Perigon einfach oder in Kelch und Krone gesondert; demselben schließen sich innen zumeist Honigblätter an, d. h. Staminodien, welche Nektarien tragen, zuweilen kronenblattartig entwickelt sind. Staubblätter zahlreich, mehrere Spiralumgänge einnehmend, seltener in zahlreichen alternierenden Quirlen. Fruchtknoten zahlreich, spiralg angeordnet in einem oder mehreren Umgängen, sehr selten nur einer. Die Samenanlagen stehen am Rande des einzelnen Fruchtblattes, und zwar entweder in zwei Zeilen längs der Bauchnaht, oder einzeln am Grunde der Bauchnaht. Same mit Endosperm. — Fast sämtlich krautartige, einjährige oder unterirdisch perennierende Pflanzen ohne Nebenblätter, aber mit entwickelten Blattscheiden.

Unterfam. 4. *Paeoniaeae*. Samenanlagen längs der Bauchnaht, mit mächtig entwickeltem äußerem Integument; keine Honigblätter; Balgfrucht, seltener Beere.

Paeonia, Pfingstrose; Kelch und Krone, ersterer meist mit Übergangsformen zu den Laubblättern; *P. corallina*, *officinalis* u. a. Zierpflanzen; *P. Moutan* mit holzigem Stamm und schlauchförmigem Discus. — *Hydrastis canadensis* mit beerenartiger Frucht in Nordamerika.

Unterfam. 2. *Helleboreae*. Samenanlagen längs der Bauchnaht mit dünnem äußerem, seltener nur einfachem Integument; Balgfrucht, seltener Beere oder einsamige Schließfrucht.

a) mit aktinomorphen Blüten:

Helleborus, mit durchgehends spiralg gebauter Blüte, Perigon grün, weiß oder rötlich; Honigblätter kürzer, röhrig; meist 3—5 Fruchtblätter (Fig. 262 D). *H. niger*, Weihnachtsblume, *H. viridis*, *foetidus*, stellenweise nicht selten. — *Nigella*, mit 5 korollinischen Perigonblättern und meist 8 (wenn 5, superponierten) kleinen Honigblättern. — *Trollius*, mit einfachem kronenartigem Perigon (oder dessen äußere

Blätter kelchartig), zahlreichen langen schmalen Honigblättern; *T. europaeus*, in Gebirgsgegenden. — *Caltha*, mit fünf korollinischen Perigonblättern, ohne Honigblätter; *C. palustris*, Sumpfdotterblume, häufig an feuchten Plätzen. — *Actaea*, mit korollinischem Perigon und weißen Staminodien, *A. spicata*, mit nur einem Fruchtblatt, das zu einer Beerenfrucht wird. — *Aquilegia* mit cyclisch gebauter Blüte. Die fünf Honigblätter tragen lange hohle Sporne; *A. vulgaris*, Atrata, Akleu u. a., wild und als Zierpflanze kultiviert.

b) mit zygomorphen Blüten:

Aconitum, Eisenhut; von den fünf korollinischen Perigonblättern ist das hinten stehende helmartig übergebogen (Fig. 262 E, k') und bedeckt die 2 gestielten Honigblätter (Fig. 262 E, c); *A. Napellus*, *Lycocotnum variegatum* u. a., wild und kultiviert. — *Delphinium*, Rittersporn; das hintere Perigonblatt in einen Sporn verlängert; zwei

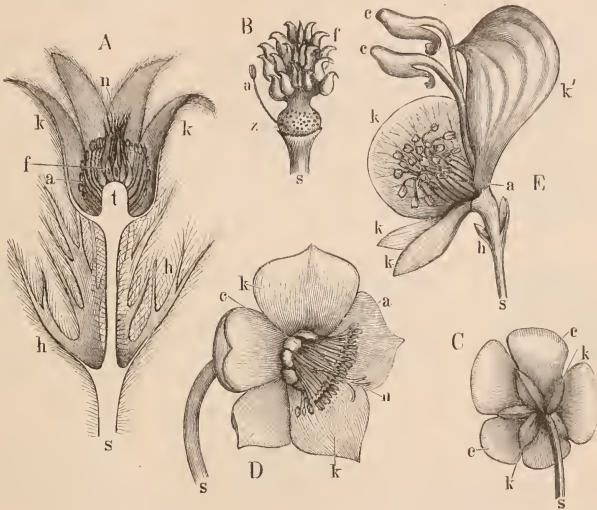


Fig. 262. Blüten von Ranunculaceen; s Blütenstiel, k Perigon, c Honigblätter, a Staubblätter; f Fruchtknoten, n Narbe (alle in natürl. Größe oder wenig vergrößert); A von *Anemone Pulsatilla*, im Längsschnitt, h Außenhülle, t Blütenboden, B Gynäceum von *Ranunculus*, z der Blütenboden mit den Einfügungsstellen der entfernten Staubblätter; C Blüte von *Ranunculus* von unten gesehen; D Blüte von *Helleborus viridis*; E von *Aconitum Napellus*; h Vorblätter, k' das helmartige hintere Perigonblatt; das zugewendete seitliche Perigonblatt ist weggenommen.

vor diesem stehende Honigblätter (zuweilen unter sich verwachsen) mit ihren Spornen in den Perigonsporn hinabreichend; öfters noch zwei seitliche Staminodien vorhanden. Bei *D. Consolida* (unter der Saat) und *D. Ajacis* (Zierpflanze) nur ein Karpell.

Unterfam. 3. *Anemoneae*. Samenanlagen einzeln am Grunde der Bauchnaht; einsamige Schließfrucht.

Thalictrum, mit einfachem 4–5zähligem, unscheinbarem und hinfälligem Perigon und flachem Blütenboden; *Th. minus*, *flavum*, *aquilegifolium* u. a. mit reichbeblättertem Stengel. — *Anemone*, mit meist einfachem korollinischem, meist 5–6-

zähligen Perigon und kegelförmigem Blütenboden (Fig. 262 A, t). Bei den meisten Arten verlängert sich das unterirdische Rhizom in einen aufrechten Blütenstengel, der unter der Terminalblüte noch drei quirlig zusammengestellte Blätter, die Außenhülle trägt. Diese sind bei *A. nemorosa*, *ranunculoides* u. a. den direkt vom Rhizom entspringenden Laubblättern gleichgestaltet und tragen öfters in ihren Achseln Blüten; bei *A. Pulsatilla* u. a. sind sie von den Laubblättern verschieden, fingerig eingeschnitten (Fig. 262 A, h); bei *A. Hepatica*, deren Blütenstengel außerdem seitlich aus den Achseln der Niederblätter entspringen, sind die drei Hüllblätter einfach und dicht unter das Perigon gerückt, so dass sie einen scheinbaren Kelch vorstellen. — *Clematis*, mit dekussierten Blättern, die meist mit ihrer Mittelrippe und den Stielchen ranken; Perigon korollinisch; *C. Vitalba*, Waldrebe, häufig an Hecken; *C. Viticella*, patens u. a. als Zierpflanzen kultiviert; bei *C. alpina* sind die äußersten Staubblätter kronblattartige Staminodien. — *Adonis*, mit durchgehends acyklischer Blüte: fünf Kelchblättern, acht (oder mehr) Kronenblättern und vielen nach $\frac{5}{13}$ gestellten Staubblättern und Karpellen. *A. vernalis* auf Haiden, selten; *A. aestivalis* unter dem Getreide u. a.

Ranunculus, mit meist fünf Perigonblättern und fünf damit alternierenden Honigblättern, welche über dem nektarientragenden Grunde in eine das Perigon überragende kronenartige Platte verlängert sind (Fig. 262 C, c). Staubblätter und Fruchtknoten spiralg angeordnet. *R. aquatilis* u. a. mit zerschlitzten Blättern und weißen Honigblättern, in Gewässern; *R. acer*, bulbosus, repens u. a. häufig auf Wiesen, meist mehr oder minder giftig. *R. Ficaria* hat 3 Perigon- und meist 8 Honigblätter. — *Myosurus minimus* mit gespornten Perigonblättern und langgestrecktem Blütenboden.

Offizinell: *Rhizoma Hydrastis* von *Hydrastis canadensis* in Nordamerika. — *Tubera Aconiti*, die knolligen Wurzelstöcke von *Aconitum Napellus*.



Fig. 263. Diagramm vieler Menispermaceenblüten.

Fam. 4. Menispermaceae. Blüten diöcisch, cyclisch gebaut mit Kelch und Krone, meist trimer mit mindestens je zwei Quirlen auf Kelch, Krone und Andröceum. Fruchtknoten meist 3—6 einzelne monomere mit je einer Samenanlage. Schlingpflanzen, vorherrschend in den Tropen.

Offizinell: *Radix Colombo* von *Jatrochiza palmata* (Ostafrika).

Fam. 5. Berberidaceae. Blüten zwitterig, cyclisch di- oder trimer mit Kelch und Krone, häufig auch Honigblättern; ein monomeres Fruchtknoten; Frucht eine Kapsel oder Beere; Same mit Endosperm.

Berberis vulgaris, Sauerdorn, die Blüten in hängenden Trauben, gelb, aus dreizähligen Quirlen gebaut, von denen je einer auf Kelch und Krone, je zwei auf Honig- und Staubblätter treffen; Frucht eine längliche Beere. Die Blätter der Langtriebe sind in Dornen verwandelt; in deren Achseln stehen Kurztriebe mit Laubblättern und Blütenständen. — *Epimedium*, dimer mit gespornten Honigblättern.

Offizinell: *Podophyllin* aus dem Rhizom von *Podophyllum peltatum* in Nordamerika.

Ordnung 15. Rhoeadinae.

Blüten cyclisch, mit Kelch und Krone, meist dimer; Fruchtknoten aus zwei oder mehr Karpellen bestehend, einfächerig oder mehrkammerig, oft

mit falscher Scheidewand, aber fast nie wirklich mehrfächerig. Same mit oder ohne Endosperm. Meist $K\bar{2} C\bar{2} + 2 A\bar{2} + 2$ oder $\infty G\bar{(2)}$ oder (∞) .

Fam. 4. Papaveraceae. $K\bar{2} C\bar{2} + 2 A\bar{2} + 2$ oder $\infty G\bar{(2)}$ oder (∞) , seltener dreigliedrige Kreise. Der Kelch fällt meist vor Entfaltung der Blüte ab (Fig. 264 k), die vielgliederigen Staubblattkreise alternieren miteinander. Fruchtknoten aus zwei lateralen Karpellen oder mehreren (Fig. 264 a) bestehend, zwei-, beziehungsweise mehrkammerig. Samenanlagen zahlreich, seltener wenige an den nur wenig eingeschlagenen Karpellrändern. Endosperm reichlich, Embryo klein.

Unterfam. 4. Papavereae. Blüten aktinomorph; Staubblätter zahlreich; meist Milchsaft.

Papaver, Mohn mit mehrkammerigem

Fruchtknoten; Frucht eine Porenkapsel (s. Fig. 207 D); *P. somniferum* kultiviert wegen des in den Samen enthaltenen Öls und als Arzneipflanze; *P. Rhoeas* in Feldern, — *Chelidonium maius*, Schöllkraut, mit zwei Karpellen, schotenförmiger Frucht, gelbem Milchsaft, häufiges Unkraut. — *Eschscholtzia californica*, Zierpflanze mit vertiefter Blütenachse (fast perigyn).

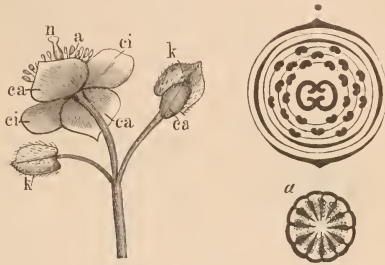


Fig. 264. Blüten von *Chelidonium maius* (nat. Gr.). k Kelch, ca äußere, ci innere Kronenblätter, a Staubblätter, n Narbe. Diagramm der Blüte von *Chelidonium*, a des Gynäceums von *Papaver*.

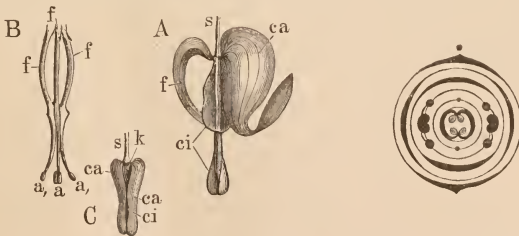


Fig. 265. A Blüte von *Dicentra spectabilis*, das eine äußere Kronenblatt ist entfernt; s Blütenstiel, ca äußeres, ci inneres Kronenblatt, f Staubblätter; B die drei Staubblätter der einen Seite von ihrer Fläche gesehen, f die Filamente, a die mittlere ganze, a, a die seitlichen halben Antheren. C Blütenknospe, an der die rasch abfallenden Kelchblätter k noch erhalten sind (nat. Gr.). — Diagramm der Fumarienblüte.

Offizinell: Fructus immaturi und Semen Papaveris von *Papaver somniferum* (aus dem Orient stammend); Opium, der eingedickte Milchsaft aus der jungen Kapsel derselben Pflanze.

Unterfam. 2. Fumariaceae. Blüten meist zygomorph, mit lateraler Symmetrie. $\rightarrow K\bar{2} C\bar{2} + 2 A\bar{2} + 2 G\bar{(2)}$. Das eine äußere Kronenblatt (selten

beide) mit Sporn versehen; die zwei inneren Staubblätter stehen nicht an ihrem Platze, sondern jedes ist halbiert und die Hälften neben die äußeren Staubblätter hinüber verschoben; es stehen somit an jeder Seite drei Staubblätter, ein mittleres mit ganzem Staubbeutel (das des äußeren Kreises, Fig. 265 B, a), und zwei seitliche mit nur halber Anthere (die Hälften der beiden inneren, Fig. 265 B, a₁, a₁). Die Frucht schotenförmig, vielsamig oder eine einsamige Schließfrucht. Pflanzen ohne Milchsaft.

Dicentra spectabilis, beliebte Zierpflanze; beide äußere Kronenblätter gespornt; die beiden inneren schließen mit löffelartiger Spitze über den Antheren zusammen. — *Corydalis cava*, *solida* u. a. in Wäldern; nur das eine äußere Kronenblatt gespornt; Frucht zweiklappig aufspringend, mit mehreren wandständigen Samen; die genannten Arten mit knolliger Stengelbasis oder Wurzel, andere, wie *C. lutea*, *aurea*, mit Rhizomen. — *Fumaria officinalis* und andere Arten auf Äckern; im Fruchtknoten sind nur wenige Samenanlagen, wovon nur eine zum Samen wird, Frucht eine kugelige Schließfrucht.



Fig. 266. Diagramm der Cruciferenblüte.

Fam. 2. Cruciferae. Blüten meist aktinomorph, $K 2 + 2 C \times 4 A 2 + 2^2 G (2)$. Die vier Kronenblätter stehen in einem Quirl, der mit den vier Kelchblättern alterniert, als wären diese ein Kreis. Es sind im ganzen drei Perigonkreise, wie bei den beiden vorigen Familien; während aber dort nur der äußerste Kreis kaliceinisch ist, sind es hier die beiden äußeren; und der innerste, der hier allein korollinisch ist, ist hier nicht zwei-, sondern viergliedrig. Die äußeren beiden Staubblätter stehen seitlich wie bei den anderen

Familien; die beiden inneren, die bei den Fumariaceen gespalten sind, sind hier verdoppelt und haben längere Filamente (Fig. 267, B, bb) als die äußeren (a), daher die Blüte »tetradynamisch«. An der Basis des Fruchtknotens stehen häufig kleine Drüsen (Fig. 267 B, d). Der Fruchtknoten besteht aus zwei Fruchtblättern, welche an den verwachsenen Rändern die Samenanlagen in zwei alternierenden Längsreihen tragen; diese beiden Placenten sind aber durch eine dünne Gewebeplatte verbunden, welche, da sie nicht von den Karpellrändern gebildet wird, als falsche Scheidewand zu bezeichnen ist (Fig. 267 D*, E*, v; Fig. 207 C, w). Beim Öffnen der Frucht springt zumeist die Wandung in zwei, den Fruchtblättern entsprechenden Klappen ab, die Scheidewand bleibt stehen und verbindet die Placenten, an welchen die Samen noch eine Zeitlang hängen bleiben (s. Fig. 207 C, S. 233).

Die Blüten stehen in Trauben, in denen die Deckblätter unterdrückt sind; sind die unteren Blütenstiele länger als die oberen, so wird die Traube einem Ebenstrauß ähnlich und es sind dann gewöhnlich die unteren Blüten zygomorph, indem die nach der Peripherie zu gewendeten Kronenblätter größer sind als die gegen die Traubenachse gerichteten (Iberis).

Für die Unterscheidung der Gattungen ist die Gestalt der Frucht von Wichtigkeit; dieselbe ist bei den einen viel länger als breit, eine Schote,

Siliqua (Fig. 267 C, 207 C); bei den anderen hingegen nicht viel länger oder ebenso lang als breit, ein Schötchen, Silicula (Fig. 267 D und E). Letzteres ist gewöhnlich von einer Seite her etwas flachgedrückt und zwar entweder parallel mit der Scheidewand, d. h. seitlich, Fig. 267 E und E*, so dass die Scheidewand dem größten Breitendurchmesser folgt, latisept, oder aber senkrecht auf die Scheidewand, d. h. median, Fig. 267 D und D*, so dass die Scheidewand den kürzesten Breitedurchmesser einnimmt, angustisept. Auf wenige Gattungen sind Früchte mit nur einem oder

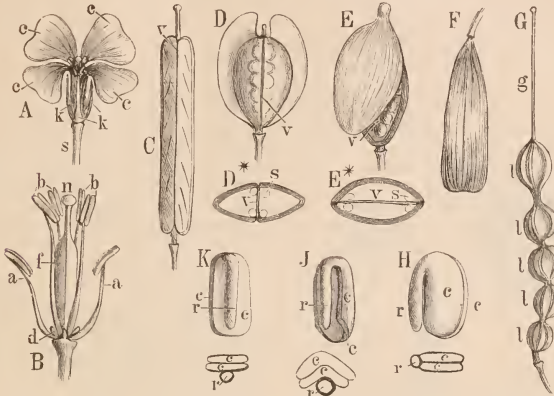


Fig. 267. Blüten, Früchte und Embryonen verschiedener Cruciferen. A Blüte von Brassica (nat. Gr.); s Blütenstiel, kk Kelch, c Krone. B dieselbe nach Wegnahme des Perigons stärker vergrößert; aa die beiden äußeren kürzeren Staubblätter, b die vier längeren inneren, f der Fruchtknoten, n Narbe. C Schote von Brassica, v Scheidewand; D angustiseptes Schötchen von Thlaspi; E latiseptes Schötchen von Draba; D* und E* die beiden im Querschnitt schematisch, v Scheidewand, s Samen. F Nussartige Schließfrucht von Isatis. G Gliederschote von Rhabanus Raphanistrum. g Griffel, lll die einsamigen Glieder. H—K Schemata der gekrümmten Embryonen mit ihren Querschnitten, r Würzelchen, cc die Kotyledonen.

wenigen Samen beschränkt, welche nicht aufspringen (z. B. Isatis, Fig. 267 F), sowie sog. Gliederschoten, welche zwischen den einzelnen Samen Querscheidewände besitzen und bei der Reife sich der Quere nach in einzelne Glieder trennen (z. B. Rhabanus, Fig. 267 G).

Der Embryo ist im endospermlosen Samen in verschiedener Weise gekrümmt, indem entweder das Würzelchen der ebenen Fläche des einen Kotyledons aufliegt, Fig. 267 K, Cotyledones incumbentes, Notorrhizeen (schematischer Querschnitt: $\bigcirc \parallel$); oder bei derselben Lage des Würzelchens die Kotyledonen gefaltet sind, Fig. 267 J, Cotyledones incumbentes plicatae, Orthoploceen (schem. Querschn.: $\bigcirc \ggg$); oder drittens es liegt das Würzelchen seitlich an beiden Kotyledonen, Fig. 267 H, Cotyledones accumbentes, Pleurorrhizeen ($\bigcirc =$), seltener sind die Kotyledonen spirallig gerollt, so dass sie auf dem Querschnitt zweimal durchschnitten werden, Spiroloceen $\bigcirc \parallel \parallel$, oder endlich doppelt gefaltet, so dass sie auf dem Querschnitt viermal erscheinen: Diplecolobeen: $\bigcirc \parallel \parallel \parallel$.

Die Samen enthalten viel fettes Öl.

Unterfam. 1. *Thelypodieae*. Haare unverzweigt oder fehlen; keine Drüsenhaare; Narbe ringsum gleich entwickelt. Nur in Amerika und Südafrika.

Unterfam. 2. *Sinapeae*. Haare wie vorige. Narbe über den Placenten stärker entwickelt.

a) *Lepidiinae*. Meist angustiseptes Schötchen; Keim mit kurzer Wurzel. *Lepidium sativum* Kresse, andere Arten häufige Unkräuter.

b) *Cochleariinae*. Schötchen mit gestutztem Griffel. *Thlaspi arvense* u. a. (Fig. 267 D) angustisept; *Cochlearia officinalis*, Löffelkraut, latisept.

c) *Sisymbriinae*. Schote oder Schließfrucht; Keim rückenwurzelig. *Sisymbrium officinale* überall auf Schutt; *Isatis tinctoria*, Waid, mit hängender einsamiger Schließfrucht (Fig. 267 F) wird zur Indigobereitung benutzt.

d) *Brassicinae*. Schote, zuweilen quergegliedert; Keimblätter gefaltet. Als Kulturpflanzen sind die Arten der Gattung *Brassica* mit ihren Varietäten wichtig: *Brassica oleracea*, Kohl, mit folgenden Varietäten: *acephala*, Gartengrünkohl, *bullata*, Wirsing, *capitata*, Kopfkohl, *gongyloides*, mit oberirdisch angeschwollener Stengelbasis, Kohlrabi; *botrytis* mit verwachsenen fleischigen Blütenstielen und fehschlagenden Blüten, Blumenkohl; *gemmifera* mit zahlreichen seitlichen Laubknospen, Rosenkohl. *Brassica Rapa*, Rübekohl, mit grasgrünen, rauhen Blättern und gleichhoher Blütentraube, sowie *Brassica Napus*, mit blaugrünen kahlen Blättern und verlängerter Blütentraube, werden beide sowohl als Ölpflanzen, als mit unterirdischen fleischigen Organen gebaut. Von *B. Rapa* stammen var. *campestris*, Sommerrübekohl, und *oleifera*, Winterübekohl, als Ölpflanzen, sowie var. *rapifera* mit fleischiger Wurzel, weiße Rübe. Dagegen von *B. Napus* var. *annua*, Sommerrops, *hiemalis*, Winterrops, als Ölpflanzen, und var. *napobrassica* mit unterirdisch verdicktem Stengel, Bodenkohlrübe. — *Brassica nigra* und *Sinapis alba*, Senf. — *Rhaphanus* mit Gliederschote (Fig. 267 G); *R. sativus*, Rettig, mit fleischiger Wurzel, rübenförmiger Wurzel, *R. Rhaphanistrum* häufiges Unkraut.



Fig. 268. Blüte von *Capparis spinosa* (nat. Gr.). s Blütenstiel, k Kelch, c Krone, a Staubblätter, f Fruchtknoten mit Gynophorum t.

e) *Cardamininae*. Meist Schote, Keim seitenwurzelig. *Nasturtium officinale*, Brunnenkresse; *N. Armoracia* mit starker Wurzel, Meerrettig.

Unterfam. 3. *Hesperideae*. Haare meist verzweigt, zuweilen auch Drüsenhaare; *Capsella Bursa pastoris* Hirtentäschel, häufiges Unkraut, angustisept; *Draba latisept*, z. B. *D. verna* (Fig. 267 E); *Cheiranthus Cheiri* Goldlack, *Matthiola annua* und *incana*, Levkoje, *Hespera matronalis* bekannte Zierpflanzen; *Alyssum calycinum*, häufiges Unkraut.

Offizinell: Herba *Cochleariae* von *Cochlearia officinalis* in Nordeuropa, Samen *Sinapis* von *Brassica nigra*, schwarzer Senf.

Fam. 3. *Capparidaceae*. Blüten aktinomorph. $K 2 + 2 C \times 4 A 2 + 2^2$ oder $\infty G \underline{2}$ oder (∞) ; Staubblätter nicht tetradynamisch; Fruchtknoten fast stets von einer besonderen Achsenverlängerung (Fig. 268 t) getragen.

Die Blütenknospen von *Capparis spinosa* in Südeuropa sind die sog. Kappern.

Fam. 4. *Resedaceae*. Blüten zygomorph, im Perigon 4—8gliederig, die Kronblätter meist zerschlitzt; Staubblätter 3—40; Fruchtblätter

2—6, getrennt oder zu einem einfächerigen oben offenen Fruchtknoten verwachsen, mit meist zahlreichen wandständigen Samenanlagen; Same ohne Endosperm; Blüten in Trauben, ohne Vorblätter.

Reseda lutea, wird in der Färberei benutzt; *R. odorata* verbreitete Zierpflanze.

Ordnung 16. Sarraceniales.

Blüten mit einfachem Perigon oder meist Kelch und Krone, Staubblätter häufig zahlreich; Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig, oberständig. — Blätter durch verschiedenartige Bildung zum Insektenfang eingerichtet.

Fam. 1. Sarraceniaceae. Blüten zwittrig, Kelchblätter spiralig, Staubblätter zahlreich; Blätter krugartig ausgehöhlt.

Sarracenia (Fig. 269) und *Darlingtonia* in Nordamerika.

Fam. 2. Nepenthaceae. Blüten diöcisch, mit einfachem vierblättrigem Perigon; Staubblätter 4—16; Fruchtknoten vierfächerig. Meist kletternde Sträucher mit becherförmigem Ende der Blattspreite.

Nepenthes in den Tropen der alten Welt.

Fam. 3. Droseraceae. Blüten $K\bar{5} C\bar{5} A\bar{5}$ oder mehr, $G^{(3)}$ oder $\underline{5}$, aktinomorph; Fruchtknoten einfächerig, Samenanlagen wand-, seltener grundständig. Kräuter ohne Nebenblätter mit drüsigen, haarähnlichen Anhängseln der Blätter, welche zum Insektenfang dienen.

Drosera, Sonnentau, mit wickeliger Infloreszenz auf blattlosem Schaft, meist grundständigen Blättern, die am Rande und an der Oberseite mit den haarähnlichen (aber von Fibrovasalsträngen durchzogenen) Anhängseln besetzt sind (s. oben S. 107 Fig. 96); *D. rotundifolia*, *longifolia*, nicht selten auf Mooren. — *Aldrovandia vesiculosa*, schwimmende Wasserpflanze mit quirlständigen Blättern, welche sich infolge von Reiz zusammenklappen, Blüten einzeln, axillär. — *Dionaea muscipula*, Fliegenfalle, in Nordamerika, mit ebenfalls zusammenklappenden Blättern; Blüten mit 10—20 Staubblättern, grundständigen Samen.

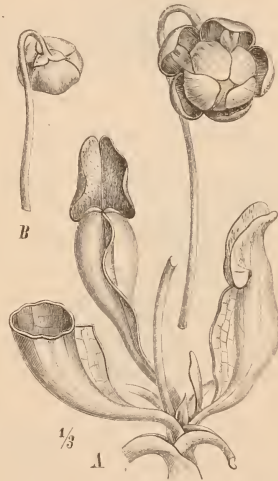


Fig. 269. *Sarracenia purpurea* ($\frac{1}{3}$ nat. Gr.), ein Blatt querdurchschnitten.

V. Eucyclicae.

Blüten vorherrschend eucyclisch mit Kelch und freier Krone, seltener mit einfachem Perigon; Staubblätter meist in zwei der Krone gleichzähligen

Kreisen, zuweilen in mehreren oder nur in einem Kreise, bei einigen Familien verzweigt. Fruchtknoten ober- oder unterständig, ein- oder mehrfächerig, zuweilen apokarp.

Ordnung 47. Rosales.

Fruchtknoten häufig apokarp; Blüten seltener hypogyn, meist perigyn bis epigyn.

Fam. 1. Podostemaceae. Höchst eigenartige Pflanzen von moosartigem Habitus, meist an überfluteten Steinen in den Tropen wachsend.

Fam. 2. Crassulaceae. Blüten mit wechselnden Zahlenverhältnissen (3—30 gliedrig), hypo- oder perigyn, mit zwei (seltener nur einem) Staubblattkreisen, meist epipetalen Karpellen, apokarp, mit kleinen Schüppchen (Discus) hinter den Karpellen. Samenanlagen meist zahlreich, randständig. Balgfrucht. Same ohne Endosperm. Infloreszenzen meist cymös. Pflanzen mit fetten, fleischigen, ungeteilten, spiralig, oft zu Rosetten angeordneten Blättern.



Fig. 270. Blüte von *Sedum acre* (3mal vergr.).

Sedum mit meist fünfgliedrigen Blüten, *S. acre*, Mauerpfeffer, *S. maximum* u. a. nicht selten; *Sempervivum* mit mindestens sechsgliedrigen Blüten, *S. tectorum*, Hauswurz u. a. *Echeveria*, *Crassula* u. a. kultiviert.

Fam. 3. Cephalotaceae. Fruchtknoten 6, frei, mit je einer grund-



Fig. 271. Diagramm von *Parnassia*.

ständigigen Samenanlage. Blätter zum Teil schlauchförmig mit Deckel. — Eine Art in Australien.

Fam. 4. Saxifragaceae. Blüten meist 4- oder 5zählig, peri- oder epigyn, mit meist zwei Staubblattkreisen; Fruchtknoten meist aus 2 Fruchtblättern wenigstens am Grunde verwachsen; Same mit Endosperm.

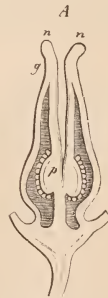


Fig. 272. Fruchtknoten von *Bergenia* im Längsschnitt; *g* Griffel, *n* Narben, *p* Placenta (vergrößert, nach *Sachs*).

Unterfam. 4. Saxifragoideae. Kräuter mit meist wechselständigen Blättern, 1—2fächerigem Fruchtknoten; Frucht eine Kapsel.

Saxifraga, Steinbrech, mit zweifächerigem, halbunterständigem Fruchtknoten, sonst fünfzähliger Blüte, in zahlreichen Arten in den Alpen und Gebirgen, viele mit Kalksekretion am Blattrand; nur wenige Arten (*S. tridactylites*, *granulata*, *deciens*, in der Ebene; *S. sarmentosa*, mit Ausläufern, in Zimmern häufig kultiviert. — *Bergenia* mit freiem Fruchtknoten (Fig. 272), *B. bifolia*, Zierpflanze (Sibirien). — *Chrysosplenium* mit vierzähliger Blüte, ohne Krone, kleine Pflänzchen fast vom Aussehen einer Euphorbia, an feuchten Plätzen. — *Parnassia* mit nur kurz perigynen Blüten, die fünf epipetalen Staubblätter sind zu verzweigten drüsigen Staminodien umgebildet.

Unterfam. 2. *Hydrangeoideae*. Sträucher mit gegenständigen Blättern. Fruchtknoten unterständig oder halbunterständig, meist 3—5fächerig; Kapsel Frucht.

Philadelphus coronarius u. a. Arten, sowie *Deutzia crenata* und *gracilis* häufige Ziersträucher; *Hydrangea hortensis*, Hortensie, bekannte Zierpflanze; hier sind die randständigen Blüten des Blütenstandes (an kultivierten Formen sämtliche) unfruchtbar mit stark vergrößerten gefärbten Kelchblättern, ohne Krone und Staubblätter.

Unterfam. 3. *Ribesioideae*. Sträucher mit wechselständigen, meist gelappten Blättern, Blüten in Trauben; Fruchtknoten unterständig, dimer, einfächerig mit wandständigen Samen; Beerenfrucht.

Ribes, Johannisbeere, in mehreren Arten kultiviert und wild. *R. rubrum* mit roten, *R. nigrum* mit schwarzen Früchten. *R. Grossularia*, Stachelbeere, und andere Arten mit Stacheln, die vorzugsweise unter den Blattinsertionen entspringen.

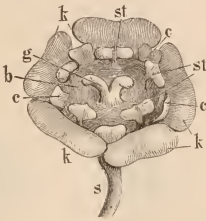


Fig. 273. Blüte von *Ribes* (vergr.). *s* Blütenstiel, *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter, *b* Discus, *g* Griffel.



Fig. 274. Weibliche Blüte von *Platanus occidentalis*, vergrößert.

Fam. 5. *Pittosporaceae*. Blüten hypogyn, mit 5 episepalen Staubblättern, 4- bis mehrfächerigem Fruchtknoten mit zahlreichen Samenanlagen. Holzpflanzen mit wechselständigen Blättern, schizogenen Harzbehältern.

Pittosporum Tobira aus Japan, verbreitete Zierpflanze des Kalthauses.

Fam. 6. *Hamamelidaceae*. Blüten verschiedenartig, meist unan-söhnlich; Fruchtknoten 2fächerig; Frucht loculicid und zugleich septicid mit bleibenden Griffeln. Holzpflanzen mit wechselständigen Blättern, meist mit Nebenblättern.

Hamamelis virginica, Zierstrauch aus Nordamerika, dessen Blätter an die des Haselnussstraches erinnern; *Liquidambar* in Kleinasien, China und Amerika.

Offizinell: *Styrax liquidus* von *Liquidambar orientalis* im Orient.

Fam. 7. *Platanaceae*. Die diklinischen Blüten stehen zu Knäuel vereinigt, diese seitlich an hängenden Zweigen; die Blüten haben Kelch und Krone, die männlichen wenige Staubblätter, die weiblichen (Fig. 274) sind perigyn mit wenigen getrennten Fruchtknoten, deren jeder eine hängende Samenanlage enthält. — Bäume mit zerstreut gestellten, handförmig gelappten Blättern und bleibenden tutenförmigen Nebenblättern.

Platanus occidentalis aus Nordamerika und *P. orientalis* aus dem Orient, häufig kultiviert. Auffallend ist ihre glatte, in Blättern sich ablösende Borke. Von den in der Blattgestalt ähnlichen Ahornen ist die Platane, abgesehen von den übrigen Merkmalen, an der zerstreuten Blattstellung sofort zu unterscheiden.

Fam. 8. *Rosaceae*. Blüten fast stets aktinomorph, perigyn oder epigyn mit meist fünfgliederigem Kelch und ebensolcher Krone; Staubblätter selten der Krone gleichzählig oder weniger, meist in vielfacher Anzahl in mehreren Quirlen; *Gynäceum* apokarp oder durch Verwachsung mit der Blütenachse unterständig. Samenanlagen anatrop, hängend oder aufrecht. Same meist ohne Endosperm. Blätter meist wechselständig mit Nebenblättern.

Unterfam. 1. *Spiraeoideae*. Blüten perigyn; Blütenachse an der Fruchtbildung nicht beteiligt; meist 2—5 Fruchtknoten mit je 2 oder mehreren Samenanlagen werden meist zu Balgfrüchten.

Aruncus silvester einheimische Staude; Arten von *Spiraea* (*ulmifolia*, *salicifolia*), *Physocarpus opulifolia*, *Sorbaria sorbifolia* u. a. Ziersträucher. — *Quillaga*.

Unterfam. 2. *Prunoideae*. Blüten perigyn; Blütenachse an der Fruchtbildung nicht beteiligt; ein Fruchtknoten (Fig. 275 A) mit 2 hängenden Samenanlagen wird zu

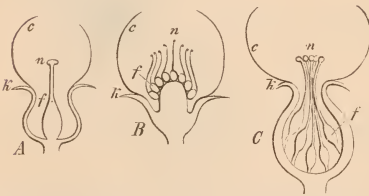


Fig. 275. Schema der Blüten von A Prunoideen, B Dryadoideen, C Rosoideen, k Kelch, c Krone, f Fruchtknoten, n Narbe.

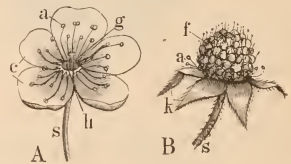


Fig. 276. A Blüte der Kirsche; s Blütenstiel, c Krone, a Staubblätter, g Griffel vorragend aus der Höhlung der Achse h. — B Frucht der Brombeere, *Rubus fruticosus*: k Kelch, f die fleischigen Fruchtknoten.

einer Steinfrucht (s. Fig. 209) mit gewöhnlich nur einem Samen; Staubblätter meist in 3 zeh- oder fünfzähligen Kreisen.

Alle bei uns vorkommenden und kultivierten Arten können in die Gattung *Prunus* vereinigt werden. *P. Amygdalus* (*Amygdalus communis*), Mandelbaum, in Südeuropa, mit gefurchter Steinschale und wenig saftigem Mesokarp; *P. Persica*, Pfirsichbaum, mit saftigem Mesokarp; *P. Armeniaca*, Aprikose; *P. domestica*, Zwetschge, mit eiförmiger Frucht, kahlen Zweigen; *P. insiticia*, Pflaume, mit rundlicher Frucht, behaarten Zweigen; *P. Cerasus*, Weichsel, mit Laubblättern an der Basis des doldigen Blütenstands; *P. avium*, Süßkirsche, nur mit Niederblättern an den Blütenständen;

P. Padus, Traubenkirsche, mit verlängerter Blütentraube; *P. Mahaleb*, türkische Weichsel, mit wohlriechender Rinde; *P. Laurocerasus*, Kirschlorbeer, mit immergrünen, dem Lorbeer entfernt ähnelnden Blättern.

Unterfam. 3. *Dryadoideae*. Blüten perigyn; die flach schüsselförmige Blütenachse an der Fruchtbildung nicht beteiligt. Die zahlreichen Fruchtknoten mit je einer Samenanlage stehen meist auf einer aus der Achsenhöhlung hervorwachsenden Erhebung der Achse (Fig. 275 B, 276 B). Der Kelch wird meist von einem Außenkelch, bestehend (wie auch bei folgender Unterfamilie) aus den verwachsenen Nebenblättern der Kelchblätter, umgeben. Die Staubblätter meist zahlreich, mit komplizierter Alternation der Quirle, die bald mit der Krone gleichzählig, bald doppelzählig sind. Durch die quirlige Anordnung der Staubblätter, sowie durch die Achsenverbreiterung unterscheiden sich die Blüten von den äußerlich ähnlichen der Ranunculaceen, deren Staubblätter aber spiralig angeordnet und bei denen die Kelchblätter bis zum Blütenstiel frei von einander sind, während sie hier zu einer Schüssel aufgewachsen sind.

Potentilla mit trockenen Früchten und trockenem Blütenboden, in zahlreichen Arten, *P. reptans*, *anserina*, *verna*, *Tormentilla* u. a. häufig; bei *Fragaria*, Erdbeere, wird der die Früchtchen tragende Blütenboden fleischig und schließt die harten Früchtchen ein; *F. moschata*, *vesca* in Wäldern; *F. virginiana* und andere nordamerikanische Arten in Gärten kultiviert. — *Geum* mit hakenförmig geknietten Griffeln, *G. urbanum*, *rivale* nicht selten. — *Dryas octopetala*, niederliegender Strauch der Alpen mit geschwänzten Früchten (ähnlich wie *Clematis Vitalba*). — *Rubus* ohne Außenkelch; die einzelnen Früchtchen werden bei der Reife saftig; *R. Idaeus*, Himbeere, deren zu einer Scheinbeere verwachsene Früchtchen sich vom vertrocknenden Blütenboden völlig lösen; bei *R. caesius*, *fruticosus* und vielen anderen, letzterem ähnlichen Arten, Brombeere, löst sich der obere Teil des Blütenbodens samt den Früchtchen ab. — Hieher auch *Ulmaria*, früher zu *Spiraea* gerechnet, einheimische Staude, sowie *Kerria* und *Rhodotypos* mit Steinfrüchten, Ziersträucher aus Japan.

Unterfam. 4. *Sanguisorboideae*. Ein oder wenige Fruchtknoten mit je einer hängenden Samenanlage im Grunde der oben verengten Achsenhöhlung, welche bei der Reife erhartet und die Früchte einschließt.

Alchemilla mit viergliederiger Blüte ohne Krone, nur vier (oder weniger) mit den Kelchblättern alternierenden Staubblättern; Außenkelch; *A. vulgaris*, *arvensis* häufig. — *Sanguisorba*, ohne Krone, mit episepalen Staubblättern, ohne Außenkelch: *S. officinalis* auf Wiesen häufig. — *Agrimonia* mit fünfzähliger Blüte, zahlreichen Staubblättern, mit Krone; die Achse ist außen mit zahlreichen Borsten besetzt. — *Hagenia*.

Unterfam. 5. *Rosoideae*. Zahlreiche Fruchtknoten am Grunde und an der Wandung der oben verengten Achsenhöhlung (Fig. 275 C), mit je einer hängenden Samenanlage, werden bei der Reife zu harten Nüsschen, die in der fleischigen Achse eingeschlossen sind; letztere trägt im Reifezustand häufig noch die Kelchblätter. Sträucher mit cymös gefiederten Blättern, deren Nebenblätter dem Blattstiel angewachsen sind.

Rosa, die Rose, in zahlreichen bei uns einheimischen (*R. arvensis*, *canina*, *rubiginosa*, *gallica* u. a.) und kultivierten Arten (*R. centifolia*, *damascena*, *indica*, *rubifolia* u. a.).

Unterfam. 6. *Pomoideae*. Der Fruchtknoten ist unterständig, indem die einzelnen Fruchtknoten mit der sie umgebenden Achse und unter sich verwachsen sind. Die Frucht ist oben von den Kelchblättern gekrönt. Die Wandungen der die Samen umschließenden Fächer des Fruchtknotens, entsprechend den einzelnen Früchtchen der vorigen Familie, sind entweder dünn, wie bei dem gewöhnlichen Apfel; die Frucht wird dann als Kernapfel bezeichnet; oder aber sie sind stark sklerenchymatisch und erscheinen als Steinkerne (Steinapfel). — Staubblätter zahlreich in komplizierter Alternation der Quirle; kein Außenkelch. Holzpflanzen mit abfallenden Nebenblättern.

I. Mit Steinapfel:

Bei *Cotoneaster* ragen die Steinkerne oben frei vor; bei *Crataegus*, Weißdorn, sind sie völlig eingesenkt; *C. Oxyacantha* und *C. monogyna* häufig, andere Arten aus dem Orient und Nordamerika kultiviert; ähnlich *Mespilus*, Mispel, mit großer kreiselförmiger Frucht, die von den fünf großen Kelchblättern gekrönt ist. —

II. Mit Kernapfel:

Cydonia, Quitte, mit zahlreichen Samen an der Naht jedes Karpells, deren Außenschicht verschleimt. — *Pirus* mit zwei grundständigen Samen, die freien Griffel von einem Discuswulst eingeschnürt; *P. communis* u. a. Arten Birnbaum; *Malus* mit verwachsenen Griffeln ohne Discuswulst, *M. communis* u. a., Apfelbaum. Ähnlich *Sorbus*, wobin *S. Aucuparia*, Vogelbeerbaum, *S. Aria*, torminalis u. a. — *Amelanchier*, Felsenbirne, mit falschen Scheidewänden.

Offizinell: *Amygdalae amarae*, bittere Mandeln, die Samen von *Prunus Amygdalus* var. *amara*; *Amygdalae dulces*, süße Mandeln, von *Prunus Amygdalus* var. *dulcis*; *Cortex Quillajae* von *Quillaja Saponaria* in Chile; *Syrupus Rubi Idaei* von *Rubus Idaeus*; *Flores Koso*, die Blütenstände von *Hagenia abyssinica* (= *Brayera anthelminthica*) in Abyssinien; *Flores Rosae* von *Rosa centifolia*.

Ordnung 48. Leguminosae.

Fam. Leguminosae. Blüten meist median zygomorph, hypo- oder perigyn, mit Kelch und Krone, fünfzählig. Staubblätter zehn oder mehr. Fruchtknoten aus einem einzigen vorne stehenden Karpell gebildet, das die Samenanlagen an der Bauchnaht trägt, wird zu einer Hülse. Blüten stets seitlich. Blätter fast immer zusammengesetzt.

Unterfam. 4. Papilionatae. Blüten schmetterlingsförmig, d. h. median zygomorph mit folgender Ausbildung. Kelch fünfzählig, mit einem Blatt nach vorne, meist noch über die Insertion von Krone und Androeum hinaus zu einer Röhre verwachsen, deren fünf Zähne oft von ungleicher Größe sind, zuweilen zwei Lippen, eine zweizählige Ober- und eine dreizählige Unterlippe bilden. Fünf Kronenblätter alternieren mit den Kelchblättern, decken einander in absteigender Ordnung, d. h. die vorderen werden von den nächsthinteren gedeckt. Das hintere größte wird Fahne (Vexillum) genannt (Fig. 277 *fa'*); die zwei seitlichen, die Flügel (Alae), sind kleiner (Fig. 277 *fl*); die zwei vorderen sind zu einem hohlen kahnförmigen Gebilde, dem Schiffchen (Carina, Fig. 277 *s*), verwachsen oder

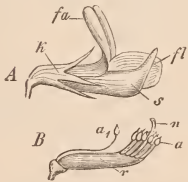


Fig. 277. Blüte von *Lotus corniculatus*, etwas vergr. A nach Wegnahme des zugewendeten Flügels, *k* Kelch, *fa* Fahne, *fl* Flügel, *s* Schiffchen, B nach Wegnahme der Krone, *r* Staubblätterröhre, *a* das freie Staubblatt; *a* Antheren, *n* Narbe.

seltener bloß in ähnlicher Form an einander gelegt. Nur selten ist die Krone teilweise (bei *Amorpha* nur die Fahne vorhanden) oder ganz unterdrückt. Die zehn Staubblätter (episepal und epipetal) sind entweder alle zu einer Röhre verwachsen oder das hintere Staubblatt frei, die

Röhre der neun übrigen folglich oben geschlitzt, nur selten sämtlich frei. Sie krümmen sich meist nach aufwärts und nehmen auch nach rückwärts an Länge ab. Der Fruchtknoten, von der Staubblattröhre eingeschlossen, besteht nur aus einem vorne stehenden Fruchtblatt, ist jedoch manchmal durch eine falsche Längsscheidewand in zwei Längsfächer, oder durch Querwände in einzelne Kammern geteilt. Frucht meist eine Hülse (s. Fig. 207 A), seltener eine einsamige Schließfrucht. — Die Blüten stehen einzeln axillär oder in racemösen, häufig einseitigen, dorsiventralen Infloreszenzen. Die Blätter sind nur selten ganz, meist handförmig oder fiederförmig zusammengesetzt, mit oft stark entwickelten Nebenblättern (s. Fig. 45 C).

Tribus 1. Genisteae. Alle 10 Staubblätter in eine Röhre verwachsen; Blättchen ganzrandig. — *Genista* und *Cytisus* in mehreren Arten; erstere mit einfachen Blättern; *G. germanica* mit Dornen, *G. tinctoria*; letzterer mit meist dreizähligen Blättern; *C. Laburnum*, Bohnenbaum, verbreiteter Zierstrauch; *Sarothamnus scoparius*, Besenfriehe, mit kopfförmiger Narbe, in sandigen Gegenden. — *Lupinus* mit schwammigen Querwänden in der Hülse, *L. luteus* als Futterpflanze gebaut.

Tribus 2. Trifolieae. Meist das hintere Staubblatt frei; Blättchen am Rande gezähnt. — *Ononis repens* und *spinosa*, mit verwachsenen 10 Staubblättern. — *Trifolium*, Klee; Staubblätter teilweise mit der Krone verwachsen, diese umhüllt verwekelt noch die kleine Hülse; Blüthen in Köpfchen. *T. pratense*, roter Klee, *T. repens*, *hybridum* häufig auf Wiesen, *T. incarnatum* aus dem Orient, als Futterpflanze gebaut. — *Medicago*, Schneckenklee, mit meist spiralig gedrehter Hülse, abfallender Krone; *M. falcata*, *lupulina* gemein; *M. sativa*, Luzerne, gebaut. — *Melilotus*, Steinklee, mit kugeligter Hülse, *M. alba*, *officinalis*, an Flussufern u. dgl. häufig. — *Trigonella*.

Tribus 3. Loteae. Das hintere Staubblatt frei; Blätter dreizählig; Blättchen sitzend, ganzrandig. — *Lotus corniculatus*, Hornklee, mit geschnäbeltem Schiffchen, spiralig gedrehten Hülsenklappen, gemein auf Wiesen. — *Anthyllus vulneraria*, Wundklee.

Tribus 4. Galegeae. Das hintere Staubblatt frei; Blätter mehrpaarig gefiedert, ohne Ranken. — *Indigofera tinctoria*, in Ostindien, liefert Indigo. — *Glycyrrhiza*, Süßholz. — *Colutea*, Blasenstrauch, mit blasig aufgetriebener Frucht, nebst Arten von *Caragana* als Zierstrauch kultiviert. — *Robinia Pseudacacia*, fälschlich Akazie genannt, aus Nordamerika stammend, aber bei uns völlig eingebürgert. — *Amorpha fruticosa*, häufiger Zierstrauch aus Nordamerika. — *Astragalus*, mit längsgefächerter Hülse, besonders im Orient in vielen Arten.

Tribus 5. Hedysarcae. Hülse quergefächert, meist in Glieder zerfallend. — *Coronilla*, häufig auf Wiesen; *Onobrychis sativa*, Esparsette, auch als Futterpflanze gebaut. — *Arachis hypogaea*, Erdmandel, im tropischen Amerika, reift die Früchte unter der Erde.

Tribus 6. Viciaeae. Hülse einfächerig; Blätter meist mit Ranken. — *Vicia sativa*, Futterwicke, und *V. Faba*, Saubohne, kultiviert, andere Arten bei uns häufig wild. — *Pisum sativum* und *arvense*, Erbse, als Futter- und Gemüsepflanzen gebaut. — *Ervum* Lens, Linse, aus Südeuropa. — *Lathyrus* und *Orobus*, in mehreren Arten in Wäldern, *L. odoratus* u. a. Zierpflanzen.

Tribus 7. Phaseoleae. Hülse einfächerig; Kotyledonen meist oberirdisch, aber dick, nicht blattartig; Blätter meist unpaarig (häufig dreizählig) gefiedert; Stengel meist

windend. — *Phaseolus vulgaris* und *multiflorus*, Bohne, als Gemüsepflanze kultiviert. — *Physostigma*, Calabarbohne.

Tribus 8. Dalbergieae. Hülse nicht aufspringend, Kotyledonen fleischig. — *Pterocarpus*. — *Dipterix odorata*, Tonkabohne in Südamerika, enthält im Samen Cumarin.

Tribus 9. Sophoreae. Staubblätter sämtlich frei. *Sophora japonica*, *Cladrastis lutea*, Zierbäume. — *Myroxylon*.

Unterfam. 2. Caesalpinieae. Blüten zygomorph, aber nicht schmetterlingsförmig, mit aufsteigender Deckung der Krone oder aktinomorphen. Staubblätter zehn oder weniger, frei oder verwachsen. Die Hülse häufig durch Querwände gegliedert, nicht aufspringend. Blüten in Rispen oder Trauben.

Gleditschia triacanthos u. a. Arten, Zierbäume mit starken Dornen; *Cercis Siliquastrum*, Judasbaum, Zierstrauch mit runden Blättern. *Ceratonia Siliqua*, Johannisbrotbaum, in Südeuropa. — Von *Caesalpinia brasiliensis* stammt das Fernambuc-Holz, von *Haematoxylon campechianum* (Antillen) das Blauholz.

Unterfam. 3. Mimoseae. Blüten aktinomorph mit klappiger Knospenlage der Krone. Staubblätter zehn, selten weniger, oder sehr

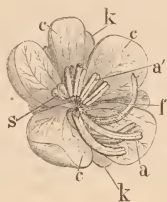


Fig. 278. Blüte einer Cassia (wenig vergr.). k Kelch, c Krone, a Staubblätter, a' die mittleren kürzeren Staubblätter, f der Fruchtknoten.

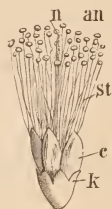


Fig. 279. Blüte einer Acacia (vergr.). k Kelch, c Krone. st Staubblätter mit den Antheren an n Narbe.

zahlreich, meist frei, gewöhnlich viel länger als das Perigon. Hülse bisweilen durch Querwände gegliedert. Die Blüten stehen stets in Ähren oder Köpfchen.

Mimosa pudica, Sinnpflanze, mit reizbaren Blättern. — *Acacia*, mit zahlreichen Arten in Afrika, Asien, Neuholland; einige der letzteren besitzen Blätter, die nur auf einen in Richtung der Mediane verbreiterten Blattstiel (Phyllodium) reduziert sind.

Offizinell: Radix Ononidis von *Ononis spinosa*. — Herba Meliloti von *Melilotus officinalis* und *altissima*. — Semen Faenugraeci von *Trigonella Foenum graecum* (Südeuropa). — Radix Liquiritiae von *Glycyrrhiza glabra* (Russland). — Physostigmin aus den Bohnen von *Physostigma venenatum* (Afrika). — Balsamum peruvianum von *Toluifera Pereirae* (Südamerika). — Balsamum toluitanum von *Toluifera Balsamum*. — Chrysarobin, Sekret des Stammes von *Andira Araroba* (Südamerika). — Folia Sennae von *Cassia angustifolia* und *C. acutifolia* (Nordafrika). — Pulpa Tamarindorum, das Fruchtfleisch von *Tamarindus indica* (Tropen). — Balsamum Copaivae von *Copaifera officinalis* und *C. guianensis* (trop. Amerika). — Radix Ratanhiae von

Krameria triandra (Peru). — Gummi arabicum von *Acacia Senegal* (A. Verek) im tropischen Afrika.

Ordnung 49. Thymelaeinae.

Blüten aktinomorph, meist vier- oder fünfzählig, perigyn; Krone meist unterdrückt; Staubblätter typisch in zwei Kreisen; Fruchtknoten monomer, mit einer anatropen Samenanlage.

Fam. 1. *Thymelaeaceae*. Blüten zwittrig. Kelch korollinisch, vierblättrig, der ebenfalls korollinischen Achsenröhre entspringend, mit vierlappigem Saum, die Krone bei ausländischen Gattungen in Form kleiner Schüppchen entwickelt. Die vier episeptalen Staubblätter meist höher hinauf der Achsenröhre angewachsen, als die epipetalen (Fig. 280). Samenanlage hängend; Frucht eine Beere.

Daphne Mezereum, Seidelbast, häufig in Wäldern. Die meist dreiblütigen Blütenstände stehen in den Achseln der vorjährigen Laubblätter und entfalten ihre Blüten vor den Laubblättern des gleichen Jahres.

Fam. 2. *Elaeagnaceae*. Blüten diklinisch oder polygam, vier- oder zweigliedrig; die Krone fehlt völlig. Die episeptalen Staubblätter fehlen bisweilen (Fig. 284 B). Ein Discus (Fig. 284 A, d) verschließt häufig die

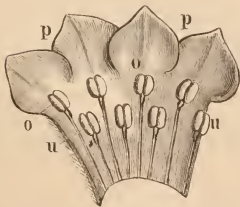


Fig. 280. Kelch von *Daphne Mezereum* ausgebreitet (5 mal vergr.), o die vier oberen, u die vier unteren Staubblätter.

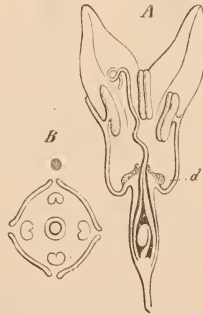


Fig. 281. Zwitterblüte von *Elaeagnus fusca*, A im Längsschnitt, B Diagramm (irrtümlich mit diagonaler Stellung des Kelches statt median-lateraler), d Discus (vergr. nach Sachs).

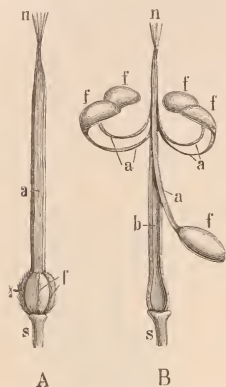
Achsenröhre. Schließfrucht, von der Achsenröhre umschlossen. Samenanlage grundständig. Die Blätter sind besonders unterseits mit schuppenförmigen Haargebilden (s. Fig. 85 D) versehen.

Hippophae rhamnoides, Sanddorn, an Flussufern stellenweise häufiger Strauch, die kleineren Zweige endigen meist in einen Dorn; Blüten diöcisch, zweigliedrig; Blütenachse zur Zeit der Fruchtreife fleischig, orangefarbig. — *Elaeagnus* mit viergliederigen polygamen Blüten (Fig. 284), öfters kultiviert.

Ordnung 20. Gruinales.

Blüten meist durchgehends fünfzählig, die Fruchtblätter den Kronenblättern superponiert, Fruchtknoten meist fünfächerig mit hängenden Samenanlagen, deren Mikropyle nach außen und oben liegt. Kein Discus, höchstens die Staubblätter am Grunde drüsig; keine Sekretbehälter in den Geweben. $K\bar{5} C\bar{5} A\bar{5} + \bar{5} | G(\bar{5})$.

Fam. 1. Geraniaceae. Blüten meist aktinomorph, in jedem Fruchtknotenfach zwei hängende Samenanlagen. Der Fruchtknoten verlängert sich nach oben in einen Schnabel (Fig. 281 A, a). Kräuter mit Nebenblättern.



Geranium in mehreren Arten bei uns einheimisch; Frucht septifrag mit sich nach oben einrollenden Klappen (Fig. 282 B). — *Erodium*, die Kronstaubblätter sind Staminodien; *E. cicutarium* auf Äckern; Teilfrucht mit spiralig gedrehten Schnäbeln, diese von *E. gruinum* in Südeuropa als Hygroskope verwendet. — *Pelargonium* mit zygomorphen Blüten, deren hinteres Kelchblatt in einen der Achse angewachsenen Sporn ausläuft; *P. zonale* u. a. bekannte Zierpflanzen.

Fig. 282. Frucht von *Geranium*. A vor, B nach dem Aufspringen; s Blütenstiel, f die Fächer des Fruchtknotens, a der Schnabel, n Narben, b der mittlere Teil der Scheidewände (etwas vergrößert).

Fam. 2. Oxalidaceae. Blüten aktinomorph, $K\bar{5} C\bar{5} A\bar{5} + \bar{5} | G(\bar{5})$; Staubblätter an der Basis untereinander verwachsen, die Kelchstaubblätter länger. Samen-

anlagen zahlreich. Frucht eine Kapsel oder seltener Beere. Same endospermreich. Meist Kräuter ohne Nebenblätter, mit zusammengesetzten Blättern (s. Fig. 400).

Oxalis Acetosella, Sauerklee, in Wäldern, enthält sehr viel Kaliumoxalat. Die verdickten Wurzeln oder unterirdischen Stengel einiger amerikanischer Arten (*O. esculenta*, *crenata*, *Depei*) enthalten viel Schleim und werden gegessen; andere Arten mit sehr abweichendem Habitus.

Fam. 3. Balsaminaceae. Blüten zygomorph, $K\bar{5} C\bar{5} A\bar{5} + 0 | G(\bar{5})$. Das hintere Kelchblatt mit Sporn, die beiden vorderen kleiner oder ganz fehlend; das vordere Kronenblatt größer. Fruchtknoten fünfächerig, mit zahlreichen Samenanlagen in jedem Fach; die Frucht springt elastisch septifrag auf mit Loslösung der Außenwand von der Mittelsäule. Kräuter mit durchscheinendem Stengel, einfachen Blättern, ohne Nebenblätter.

Impatiens Noli tangere, deren reife Frucht bei der geringsten Berührung aufspringt, in Wäldern. I. *Balsamina*, verbreitete Zierpflanze aus Ostindien.

Fam. 4. Tropaeolaceae. Blüten zygomorph, $K\bar{5} C\bar{5} A\bar{4} + 4 G(\bar{3})$.

Das hintere Kelchblatt mit Sporn, die drei unteren Kronenblätter mit Nagel, gewimpert, die beiden medianen Staubblätter (also je eines jedes Kreises) unterdrückt. Fruchtknoten dreifächerig mit je einer Samenanlage. Samen ohne Endosperm. Kräuter ohne Nebenblätter.

Tropaeolum maius und minus, Kapuzinerkresse, mit schildförmigen Blättern, verbreitete Zierpflanzen aus Peru.

Fam. 5. *Linaceae*. Blüten aktinomorph, $K^5 C^5 A^5 + \dagger 5 | G(5)$; seltener viergliederig; die Kronstaubblätter sind meist Staminodien. Fruchtknotenfächer meist durch eine unvollständige falsche Scheidewand geteilt, jede Abteilung mit einer Samenanlage. Kapsel loculicid. Samen mit Endosperm. Meist Kräuter mit einfachen ganzrandigen Blättern mit oder ohne Nebenblätter.

Linum usitatissimum, Flachs, Lein. Die starken Bastfasern werden zu Gespinnsten verarbeitet, die Samen enthalten Öl; die äußersten Zellwände der Samenschale sind verschleimt.

Offizinell: Samen Lini von *Linum usitatissimum*.

Fam. 6. *Erythroxylaceae*. Blüten aktinomorph, Kronenblätter innen mit zungenförmigem Anhängsel; Staubblätter am Grunde zu einer kurzen Röhre verwachsen. Fruchtknoten mit meist nur einem ausgebildeten Fach, 1—2 Samenanlagen; Steinfrucht. — Holzpflanzen mit in die Blattachseln verschobenen Nebenblättern.

Erythroxylon Coca in Peru enthält in den Blättern das Alkaloid Cocain.

Fam. 7. *Zygophyllaceae*. Blüten aktinomorph, fünf- oder vierzählig. Kräuter oder Holzpflanzen mit meist dekussierten, paarig gefiederten Blättern und Nebenblättern.

Offizinell: Lignum Guajaci von *Guajacum officinale* (Westindien), »Pockholze«, durch außerordentliche Härte und Schwere ausgezeichnet. Das Harz entsteht in den Zellen der Markstrahlen.

Fam. 8. *Polygalaceae*. Blüten median-zygomorph; die beiden seitlichen Kelchblätter bedeutend vergrößert, die sog. »Flügel« (Fig. 283 *k'*).

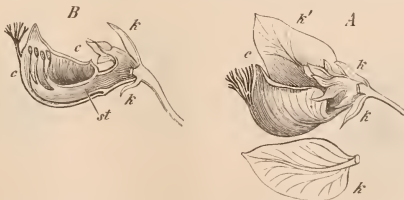


Fig. 283. Blüte von *Polygala grandiflora*. A von außen nach Wegnahme des zugewendeten großen Kelchblattes: B im Längsschnitt. *k* Kelch, *k'* Flügel, *c* Krone, *st* Staubblätteröhre (nach Sachs).

Kronenblätter gewöhnlich nur drei (die beiden seitlichen fehlen), davon das vorderste sehr groß, kielförmig gefaltet; Staubblätter meist acht (die

beiden medianen fehlen) zu einer hinten offenen Röhre verwachsen, mit welcher auch die Krone, wenigstens das vordere Blatt, verschmolzen ist (Fig. 283). Fruchtknoten aus zwei medianen Fruchtblättern bestehend, zweifächerig, mit je einer hängenden Samenanlage. Frucht meist eine Kapsel. Die Blüte gleicht entfernt einer Papilionaceenblüte; es ist aber wohl zu beachten, dass die beiden »Flügel« hier dem Kelch angehören.

Polygala vulgaris, amara u. a. kleine, an der Basis holzige Kräuter, auf Wiesen in Wäldern.

Offizinell: Radix Senegae von *Polygala Senega* (Virginien).

Ordnung 21. Rutales.

Blüten vom gleichen Typus, wie in der vorigen Ordnung; Samenanlagen ebenso. Gewöhnlich ein Discus innerhalb des Andröceums. Meist Sekretbehälter in den Geweben.

Fam. 1. Rutaceae. Blüten meist aktinomorph, Fruchtknoten bisweilen teilweise apokarp, doch meist mit verwachsenen Griffeln; Antheren intrors. In den Blättern und der Rinde lysigene Ölbehälter.

Unterfam. 1. Ruteae. Placenten in die Fruchtknotenfächer vorspringend. mit 3 oder mehr Samenanlagen. Same mit Endosperm; Frucht eine loculicide Kapsel. — *Ruta graveolens*, in Südeuropa, mit fünfzähligen Gipfelblüten, vierzähligen Seitenblüten; *Dictamnus Fraxinella* mit zygomorph ausgebildeter Blüte.



Fig. 284. Diagramm der Blüte von *Dictamnus*.

Unterfam. 2. Diosmeae. Fruchtknotenfächer mit nur zwei Samenanlagen. Blätter stets einfach. — *Barosma*, *Agathosma*, *Empleurum*.

Unterfam. 3. Xanthoxyleae. Blüten meist polygam-diöcisch. — *Xanthoxylum fraxineum* aus Nordamerika, bisweilen kultivierter Strauch.

Unterfam. 4. Toddalieae. Fruchtknoten vollkommen synkarp, saftige oder trockene gellügelte Schließfrucht. — *Ptelea trifoliata*, Zierstrauch aus

Nordamerika, mit dreizähligen Blättern, weißen Blüten.

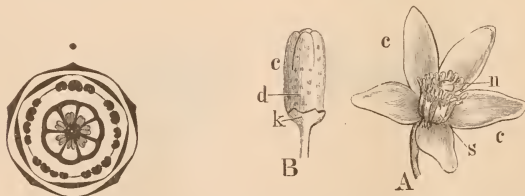


Fig. 285. Blüte und Diagramm von *Citrus*. A geöffnet, c Krone, s die teilweise verwachsenen Staubblätter, n Narbe; B Knospe, k Kelch, c Krone, d die Ölbehälter.

Unterfam. 5. Aurantieae. Fruchtknoten synkarp, meist vielgliederig; Frucht eine Beere, Kelch synsepal. — *Citrus* mit zahlreichen, in eine unbestimmte Anzahl von Bündeln verwachsenen Staubblättern (Fig. 285 A), die durch die Verzweigung der

fünf episepalen Staubblätter entstanden sind. Fruchtknotenfächer (und Karpelle) meist mehr als Kronenblätter, während der Fruchtreife von einem saftigen, der Wandung entsprossenden Gewebe ausgefüllt. In den Blütenteilen und der Frucht findet sich reichlich ätherisches Öl. Die Blätter, ursprünglich gefiedert, sind auf das Endblättchen reduziert, wie sich aus der Gliederung zwischen der Spreite und dem geflügelten Blattstiel ergibt (s. Fig. 20 G, S. 24). *Citrus medica* und Limonum, Citrone; *Citrus vulgaris*, bittere Orange, und *C. Aurantium*, süße Orange, in Süd-europa, ursprünglich aus dem tropischen Asien stammend.

Offizinell: *Fructus immaturi* und *Cortex Fructus Aurantii* von *Citrus vulgaris*; *Cortex Fructus Citri* von *Citrus Limonum*. — *Folia Jaborandi*, Fiederblätter von *Pilocarpus pennatifolius* in Brasilien.

Fam. 2. *Meliaceae*. Staubblätter monadelphisch, mit Anhängseln (*Stipulae*) der Filamente; keine lysigenen Ölbehälter, wohl aber Sekretzellen.

Von *Swietenia Mahagoni* in Amerika stammt das Acajou- oder Mahagoniholz; andere Repräsentanten liefern teils farbige, teils durch ihre Festigkeit ausgezeichnete Hölzer; das von *Cedrela*-Arten wird oft fälschlich Cedernholz genannt (*Cigarrenkistchen*).

Fam. 3. *Simarubaceae*. Blüten stets aktinomorph, bisweilen diklin. Keine Ölbehälter, aber Rinde und Holz mit Bitterstoff.

Ailantus glandulosa, Götterbaum, aus China, mit vielpaarig gefiederten Blättern, geflügelter Schließfrucht, häufiger Zierbaum.

Offizinell: *Lignum Quassiae* von *Quassia amara* und *Picraena excelsa* (Süd-amerika).

Fam. 4. *Burseraceae*. Blüten aktinomorph, Fruchtknoten synkarp, mit 2 Samenanlagen in jedem Fach. Im Baste Harzgänge.

Offizinell: *Myrrha*, Gummiharz von *Commiphora Myrrha* (Arabien).

Ordnung 22. Euphorbiales (*Tricoccae*).

Blüten meist diklinisch; Perigon meist einfach, zuweilen jedoch aus Kelch und Krone bestehend, bisweilen fehlend; Fruchtknoten oberständig, meist dreifächerig mit je einer oder zwei anatropen, fast immer hängenden Samenanlagen, deren Mikropyle nach außen und oben gewendet ist. Same mit Endosperm. Im übrigen ist der Blütenbau sehr mannigfaltig und die vielfachen Verwandtschaftsbeziehungen der Gruppe noch nicht genügend aufgeklärt.

Fam. 4. *Euphorbiaceae*. Pflanzen von sehr verschiedenem Blütenbau, von sehr verschiedenem Aussehen, meist mit ungliederten Milchröhren.

Die Gattung *Euphorbia* trägt cymöse Dolden oder Dichasien, deren Zweige mit eigentümlichen Gebilden abschließen, die man früher für hermaphrodite Blüten gehalten hat, die aber als Blütenstände zu betrachten sind und *Cyathium* genannt werden. Jedes *Cyathium* besitzt eine röhrig verwachsene Hülle (Fig. 286 p), zwischen deren fünf Zipfeln drüsige Anhängsel, oft von halbmondförmiger Gestalt (Fig. 286 dr), stehen.

Innerhalb dieser Hülle stehen nun in fünf Gruppen eine große Anzahl männlicher Blüten, deren jede nur auf ein einziges Staubblatt reduziert ist (Fig. 286 a), und terminal auf längerem Stiele (Fig. 286 g) eine weibliche Blüte, die nur aus dem dreifächerigen Fruchtknoten (Fig. 286 f) besteht, nur bisweilen an dessen Basis die Andeutung eines Perigons erkennen lässt. Dass das Cyathium in der That ein Blütenstand, keine Einzelblüte ist, zeigt am schlagendsten der Vergleich mit ausländischen Gattungen, bei denen das Perigon um jedes einzelne Staubblatt deutlich entwickelt ist. — In jedem Fache des dreifächerigen Fruchtknotens findet sich eine Samenanlage; der Same ist mit einem eigentümlichen Anhängsel, der Caruncula versehen.

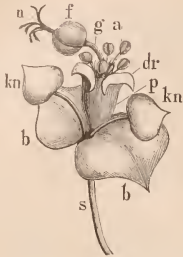


Fig. 286. Teil eines Blütenstands von *Euphorbia*, *bb* Hochblätter, in deren Achseln die Blütenknospen *kn*; im Cyathium *p* die Hülle, *dr* deren Drüsen, *a* die männlichen Blüten, *g* der Stiel der weiblichen Blüte *f* mit den Narben *n* (vergr.).

Bei *Mercurialis* bestehen die männlichen Blüten aus einem dreiblättrigen Perigon und zahlreichen Staubblättern, die weiblichen aus einem ähnlichen Perigon und einem zweifächerigen Fruchtknoten.

Ricinus trägt monöcische Blüten in zusammengesetztem Blütenstande, an welchem unten die männlichen, oben die weiblichen stehen. Perigon einfach, fünfteilig. Staubblätter zahlreich, verzweigt (s. Fig. 486, S. 245).

Ricinus trägt monöcische Blüten in zusammengesetztem Blütenstande, an welchem unten die männlichen, oben die weiblichen stehen. Perigon einfach, fünfteilig. Staubblätter zahlreich, verzweigt (s. Fig. 486, S. 245).

Von *Euphorbia*, Wolfsmilch, finden sich mehrere krautartige, zum Teil einjährige Arten, als *E. Peplus*, *Cyparissias*, *helioscopia* u. a. bei uns auf Gartenland, an Wegrändern u. dgl. häufig, einige südeuropäische sind kleine Sträucher, z. B. *E. dendroides*, *fruticosa*; in Afrika und auf den kanarischen Inseln ist die Gattung durch Arten vertreten, die in ihrem Äußeren den Cacteen auffallend ähnlich sehen; die Stämme sind dick, zylindrisch, kantig oder kugelig und tragen kleine Blätter, welche gewöhnlich rasch abfallen. — *Mercurialis annua* und *perennis* häufig, erstere auf Gartenland, Äckern, letztere in Wäldern, diöcisch. — *Ricinus communis*, aus Afrika stammend, häufig kultiviert. — Arten von *Phyllanthus* besitzen blattartige Zweige, welche in kleinen seitlichen Einkerbungen in der Achsel winziger borstenförmiger Blätter die kleinen Blüten tragen. — Von *Manihot utilisima* in Südamerika kommt das Stärkemehl als Tapiocca in den Handel. — Von *Hevea Guyanensis* *Siphonia* (*elastica*) im tropischen Amerika stammt der meiste Kautschuk.

Offizinell: *Euphorbium*, Gummiharz von *Euphorbia resinifera* in Afrika; Öl aus den Samen von *Ricinus communis* (Afrika) und *Croton Tiglium* (Ostindien); Cortex *Cascarillae* von *Croton Eluteria* (Westindien); Kamala, die Drüsen der Früchte von *Mallotus Philippinensis* (Ostindien).

Fam. 2. *Callitrichaceae*. Wasserpflanzen mit dekussierten linealischen oder eiförmigen Blättern, in deren Achseln einzeln die perigonlosen diklinischen Blüten stehen; die männlichen enthalten nur ein Staubblatt, die weiblichen einen dimeren, aber unecht vierfächerigen Fruchtknoten mit vier hängenden Samenanlagen.

Callitriche verna u. a. leben untergetaucht oder im Uferschlamm kriechend.

Fam. 3. Empetraceae. Samenanlagen aufsteigend; Blüten diöcisch, mit 3 Kelch-, 3 Kronen-, 3 Staubblättern und 6—9fächerigem Fruchtknoten. Steinfrucht. Sträucher von Erica-ähnlichem Aussehen.

Empetrum nigrum, kleiner Strauch in Nordeuropa und den Alpen.

Ordnung 23. Sapindales.

Blüten nach dem eucyklischen Typus gebaut, mit zwei oder einem epipetalen Staubblattkreis, zuweilen sehr reduziert, aktinomorph oder zygomorph. Samenanlagen hängend mit der Mikropyle nach oben und innen, oder aufrecht mit der Mikropyle nach außen und unten. Holzpflanzen.

Fam. 4. Anacardiaceae. Fruchtknoten oft weniggliedrig, zuweilen nur ein Fruchtblatt vollkommen ausgebildet. Schizogene Harzgänge.

Rhus in mehreren Arten häufige Ziersträucher; *Rh. Coriaria* (Südeuropa) findet in der Gerberei Anwendung; *Rh. vernicifera* liefert japanesischen Lack. — Bei *Cotinus coggygria*, Perrückenstrauch (Südeuropa), abortieren viele Blüten, während die behaarten Blütenstiele sich sehr verlängern. — *Pistacia* (Kronenblätter und epipetale Staubblätter fehlen) *vera* in Südeuropa mit essbaren Früchten; *P. Lentiscus* liefert Mastix. — Bei *Anacardium* entwickelt sich der Fruchtsiel zu einem fleischigen birnförmigen Körper, welchem die nierenförmige Schließfrucht aufsitzt.

Fam. 2. Sapindaceae. Blüten aktinomorph oder zygomorph, meist 8 Staubblätter innerhalb des Discus; Fruchtknoten zwei- oder meist dreifächerig mit 1—2 Samenanlagen in jedem Fach; Samen ohne Endosperm, oft mit Arillus.

Unterfam. 4. Sapindoideae. Meist kletternde Sträucher (Lianen) mit wechselständigen fiederig zusammengesetzten Blättern; Samenanlagen meist aufrecht, gekrümmt.

Sapindus Saponaria in Westindien mit Fruchtfleisch, das mit Wasser wie Seife schäumt; die Samen von *Paullinia sorbilis* in Brasilien dienen zur Herstellung der Pasta Guarana; *Koelreuteria paniculata*, Zierbaum aus Ostasien; die Früchte von *Nephelium Litchi* in Südchina haben einen essbaren Arillus.

Unterfam. 2. Aesculoideae. Bäume und Sträucher mit gegenständigen, handförmig zusammengesetzten Blättern ohne Nebenblätter, großen zygomorphen Blüten.

Aesculus; die Blüten in terminalen Wickeltrauben, die Frucht springt loculicid auf, die Samen haben eine sehr entfernte Ähnlichkeit mit den Früchten von *Castanea*. *A. Hippocastanum*, Rosskastanie, aus Griechenland stammend. *A. carnea*, *A. Pavia* u. a. häufig kultiviert.



Fig. 287. Diagramm der Blüte von *Rhus*.



Fig. 288. Diagramm der Blüte von *Aesculus*.

Unterfam. 3. *Aceroidae*. Blüten im ganzen aktinomorph, meist nur 8 Staubblätter. Fruchtknoten zweifächerig mit je zwei Samenanlagen, bei der Reife in zwei einsamige geflügelte Teilfrüchte (Fig. 289) zerfallend. Blätter dekussiert, meist handförmig gelappt, ohne Nebenblätter. Blüten in terminalen Trauben (oft verkürzt, mit Gipfelblüte).

Acer, Ahorn; die wichtigsten Arten sind *A. Pseudoplatanus*, Traubenhorn, mit gekerbtem Blattrand, hängenden gestreckten Blütentrauben, die erst nach der Be-

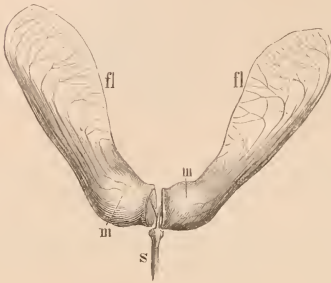


Fig. 289. Frucht des Spitzahorns, in die beiden Teilfrüchte *m* zerfallend; *s* Blütenstiel; *fl* die flügelartigen Anhängsel (nat. Gr.).

laubung blühen, und parallel gerichteten Fruchtlügeln; *A. platanoides*, Spitzahorn, mit spitz und buchtig gezähntem Blattrand, aufrechten, verkürzten Blütentrauben, die vor der Be-

laubung blühen, und stark di-

vergierenden Fruchtlügeln

(noch stärker als in Fig. 289).

A. campestre, Maßholder, zu-

weilen strauchförmig, mit drei-

lappigem Blatt, aufrechten verkürzten

Blütentrauben, die nach der Be-

laubung blühen, und in

direkte Verlängerung ausein-

anderspreizenden Fruchtlügeln.

Außerdem werden häufig nord-

amerikanische Arten kultiviert:

A. rubrum mit nur 5 (episepalen)

Staubblättern; *A. dasycarpum*

ebenso, ohne Krone, diöcisch;

A. Negundo mit gefiedertem Blatt, Blüten den vorigen ähnlich, diöcisch. Aus dem Saft besonders von *A. nigrum* und *dasycarpum* wird Zucker gewonnen.

Fam. 3. *Celastraceae*. Blüten vier- oder fünfgliedrig. 4 oder 5 Staubblätter und Fruchtknoten einem polsterförmigen Discus eingefügt. Fruchtknotenfächer mit meist zwei aufrechten Samenanlagen. Blätter zerstreut oder gegenständig, ganz, mit Nebenblättern.

Eronymus, Pfaffenkappchen, mit loculicider Kapsel und orangerotem Arillus des Samens; *E. europaeus* und *latifolius*, kultiviert und wild.

Fam. 4. *Staphyleaceae*. Blüten fünfgliedrig; 5 Staubblätter außerhalb des Discus. Samenanlagen zahlreich, aufsteigend. Blätter gegenständig, gefiedert, mit Nebenblättern.

Staphylea, Pimpernuss, mit aufgeblasener Kapsel; *St. pinnata* und *trifolia* kultiviert.

Fam. 5. *Ilicineae*. Blüten vier-, fünf- (selten sechs-) gliedrig, mit einem Staubblattkreis. Kein Discus. Samenanlage nur eine hängend im Fruchtknotenfach. Kronenblätter an der Basis etwas untereinander verklebt. Blätter zerstreut, ohne Nebenblätter.

Ilex Aquifolium, Stechpalme, in Gebirgswäldern, mit lederartigen, immergrünen, dornig gezähnten Blättern, Beerenfrucht, in Gärten in vielen Varietäten kultiviert. Von *I. paraguayensis* (Südamerika) werden die Blätter als Thee benutzt.

Fam. 6. *Buxaceae*. Die Blüten monöcisch in Ähren oder Trauben, worin gewöhnlich die Endblüte weiblich, die Seitenblüten männlich sind;

letztere mit vierteiligem einfachen Perigon und vier Staubblättern, weibliche mit einem dreifächerigen Fruchtknoten; Kapsel fachspaltig aufspringend. Sträucher.

Buxus sempervirens, immergrüner Strauch in Südeuropa, mit sehr hartem Holze.

Ordnung 24. Frangulinae.

Blüten mit eucyklischem Typus, aber nur ein der Krone superponierter Staubblattkreis; Fruchtknoten zwei- oder dreifächerig mit je 4 oder 2 aufrechten Samenanlagen im Fach; Samen mit Endosperm. Holzpflanzen.

Fam. 1. Rhamnaceae.

Blüten häufig perigyn bis epigyn. Kronenblätter stets klein, oft kapuzenförmig die vor ihnen stehenden Staubblätter einhüllend (Fig. 290). Blüten zuweilen diklinisch. Discus den Fruchtknoten umgebend. Je eine aufrechte Samenanlage in jedem Fruchtknotenfach. Blätter meist zerstreut, ganz, mit Nebenblättern. Stein- oder Kapsel Frucht.



Fig. 290. Blüte von *Rhamnus Frangula* (vergr.), *k* Kelch, von der hohlen Blütenachse *d* entspringend, *c* die kapuzenförmigen Kronenblätter, welche die Staubblätter *a* einschließen.

Rhamnus cathartica, Kreuzdorn, mit dekussierten Blättern, dornigen Zweigenden; *Rh. Frangula* mit zerstreuten Blättern, dessen Holz eine sehr leichte Kohle giebt; von *Rh. infectoria* u. a. in Südeuropa wird der Farbstoff der Beeren technisch verwendet.

Offizinell: *Cortex Frangulae* von *Rhamnus Frangula*. — *Fructus Rhamni catharticae* von *Rhamnus cathartica*.

Fam. 2. Vitaceae. Blüten vier- oder fünfzählig. Kelchblätter klein; Kronen oft vor dem Aufblühen müthenförmig abgeworfen (Fig. 291 A, c).



Fig. 291. Blüte von *Vitis vinifera*, nebst Diagramm; *A* im Aufblühen begriffen, *B* geöffnet; *k* Kelch, *c* Krone, *d* Drüsen, *s* Staubfäden, *f* Fruchtknoten, *n* Narbe (etwas vergr.).

Discus zwischen Andröceum und Gynäceum, meist in einzelne Drüsen ausgezogen. Je zwei aufrechte Samenanlagen in jedem Fruchtknotenfach. Frucht eine Beere. Meist rankende Sträucher mit handförmig gelappten oder geteilten Blättern, mit oder ohne Nebenblätter.

Vitis vinifera, Weinstock, vielleicht aus dem Orient stammend, in zahllosen Varietäten kultiviert; andere Arten (*V. vulpina*, *V. Labrusca*), sowie *Ampelopsis hederaea*, wilde Rebe in Nordamerika, letztere überall kultiviert. Den Blättern gegenüber entspringen Ranken, welche aus der Achsel kleiner schuppenförmiger Blätter sich weiter verzweigen (s. o. S. 32, Fig. 24 A); die Rebe ist als Sympodium aufzufassen, indem jede Ranke, ebenso jeder Blütenstand, das Ende eines Sprosses vorstellt; die Ranken können als umgebildete Blütenstände betrachtet werden.

Offizinell: Vinum von *Vitis vinifera*.

Ordnung 23. Columniferae.

Blüten zyklisch, mit Kelch und Krone, vorherrschend pentamer, aktinomorph, Krone mit konvolutiver Knospelage. Staubblätter ursprünglich in 2 Kreisen, fast stets verzweigt und außerdem oft verwachsen. Karpelle meist 5 oder mehr, einen synkarpen gefächerten Fruchtknoten bildend.



Fig. 292. Blütenstand der Linde, *Tilia grandifolia*; a Zweig, b Blattstiel mit Achselknospe, h Flügelblatt, k Kelch, c Krone, s Staubblätter. f Fruchtknoten, kn Blütenknospen (nat. Gr.).

Fam. 4. Tiliaceae. Bei unseren einheimischen Repräsentanten ist der episepale Staubblattkreis unterdrückt, die Glieder des epipetalen verzweigt, die Zweige ganz frei, zuweilen die innersten zu Staminodien umgebildet; die Antheren ungespalten. Fruchtknoten fünffächerig mit je zwei Samenanlagen; Frucht meist einsamig. Meist Bäume oder Sträucher mit Nebenblättern, mit Schleimschläuchen in Rinde und Mark.

Die einzige bei uns einheimische Gattung ist *Tilia*, Linde. Blätter zweizeilig mit abfallenden Nebenblättern; Jahrestriebe ohne Gipfelknospe. Die Blütenstände mit einem eigentümlichen Blatt, dem »Flügelblatt«, teilweise verwachsen, dessen Stellung aus Folgendem erhellt. In der Achsel der meisten Blätter steht eine Knospe nebst einem Blütenstand (Fig. 292); das Flügelblatt (Fig. 292 h) und die gegenüberstehende Knospenschuppe sind die beiden ersten Blätter des in der Blattachsel befindlichen Sprosses, der mit dem

Blütenstande abschließt und welchem das Flügelblatt eine Strecke weit anwächst. Die Winterknospe steht in der Achsel der oben erwähnten ersten Knospenschuppe. Der Blütenstand selbst schließt mit einer Endblüte, aus der Achsel zweier Hochblätter kommen weitere Blüten, aus deren Vorblättern sich die Verzweigung

wiederholen kann. — *T. grandifolia* (*T. platyphylla*), Sommerlinde, mit wenigblütigem Blütenstande, unterseits heller grünen, in den Nervenwinkeln weißbärtigen Blättern, und *T. parvifolia* (*T. ulmifolia*), Winterlinde, mit reichblütigerem Blütenstand, unterseits blaugrünen, rotbärtigen Blättern. Bei den amerikanischen Arten und der osteuropäischen *T. tomentosa* sind die innersten Staubblattzweige Staminodien. — *Corchorus* in Ostindien liefert die als Jute bekannte Gespinnstfaser.

Offizinell: Flores Tiliae von *Tilia grandifolia* und *parvifolia*.

Fam. 2. Sterculiaceae. Kelch synsepal; die epipetalen Staubblätter meist verdoppelt oder verzweigt, die episepalen sind Staminodien oder unterdrückt, alle zu einer Röhre verwachsen. Die Krone fehlt zuweilen.

Theobroma Cacao, ein aus dem tropischen Amerika stammender Baum. Die Samen, welche einen stickstoffhaltigen Körper, das Theobromin, und festes Fett enthalten, dienen zur Bereitung der Chokolade.

Offizinell: Oleum Cacao aus den Samen von *Theobroma Cacao*.

Fam. 3. Malvaceae. Kelch meist synsepal, Krone an der Basis etwas mit dem Andröceum verwachsen; letzteres bildet eine oben in zahlreiche Zweige auseinandergehende Röhre (Fig. 293 A, s), verwachsen

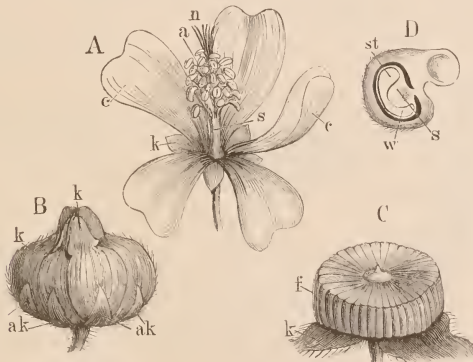


Fig. 293. A Blüte von *Malva alcea* (nat. Gr.). *k* Kelch, *c* Krone, *s* die verwachsenen Staubblätter mit den Antheren *a*, *n* Narben. B Frucht von *Althaea rosea* im Kelch *k* eingeschlossen, *ak* Außenkelch; C dieselbe nach Entfernung des Kelches. D ein einzelnes Fach derselben im Längsschnitte, *s* der Same, *w* Würzelchen, *st* Kotyledonen des Embryos (vergr.).

aus fünf episepalen verzweigten Staubblättern, deren Antheren ebenfalls gespalten, daher »einfächerig« sind (Fig. 293 A, a). Fruchtknoten aus meist vielen Karpellen gebildet, vielfächerig (Fig. 293 C, f), mit meist je einer Samenanlage in jedem Fach (Fig. 293 D, s). An der Basis der Blüte häufig eine von Hochblättern gebildete Hülle, der Außenkelch. Sträucher oder Kräuter mit Nebenblättern und meist handförmiger Nervatur der Blätter, mit Schleimschläuchen in Rinde und Mark.

Malva mit dreiblättrigem, *Hibiscus* mit vierblättrigem, *Althaea* mit sechs- bis neunspaltigem Außenkelch, in mehreren Arten kultiviert, so *Althaea rosea* mit hohem

Stengel, auch einheimisch wie *Malva silvestris* u. a. — *Gossypium herbaceum* aus Agypten, *arborescens* und *religiosum* aus Ostindien, *peruvianum* und *hirsutum* aus Amerika liefern die Baumwolle, welche aus den langen Haaren der Samenschale besteht.

Offizinell: *Folia Malvae* von *Malva vulgaris* und *M. silvestris*. *Flores Malvae* von *Malva silvestris*. *Folia* und *Radix Althaeae* von *Althaea officinalis*, Eibisch. — *Gossypium depuratum*, Samenwolle von *Gossypium arborescens*, *herbaceum* u. a.

Ordnung 26. Parietales.

Blüten zyklisch, mit Kelch und Krone, vorherrschend pentamer hypogyn. Kelch mit deckender Knospelage, Staubblätter meist zahlreich in Folge von Verzweigung, bei einzelnen jedoch in gleicher oder doppelter Anzahl wie die Kronenblätter. Karpelle synkarp, häufig weniger als Kelchblätter; Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig, nie mit falscher Scheidewand.

Fam. 1. Cistaceae. Blüten aktinomorph, meist pentamer. Von den fünf Kelchblättern sind gewöhnlich die beiden äußeren kleiner, fehlen bisweilen ganz. Staubblätter zahlreich. Fruchtblätter drei oder fünf, einen ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten bildend. Samenanlagen gerade. Same mit Endosperm. Bäume oder Stauden mit oft opponierten Blättern, mit Nebenblättern.

Cistus ladaniferus, *creticus* u. a. Arten in Südeuropa schwitzen ein balsamisches Harz aus. — *Helianthemum vulgare*, ein bei uns sehr häufiger Halbstrauch.

Fam. 2. Bixaceae. *Bixa Orellana* in Amerika enthält im Samen einen roten Farbstoff, der als Terra Orellana in den Handel kommt.

Fam. 3. Hypericaceae. Die zahlreichen Staubblätter stehen in 3 oder 5 den Kronenblättern superponierten Bündeln. Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig oder mehrkammerig; Samenanlagen zahlreich, wandständig, anatrop. Same ohne Endosperm. Kräuter oder Halbsträucher mit dekussierten ganzen Blättern, die von zahlreichen Ölbehältern durchsichtig punktiert sind, ohne Nebenblätter.



Fig. 294. Diagramm von *Hypericum*.

Hypericum perforatum, *hirsutum*, *humifusum* u. a. Arten bei uns in Wäldern und Auen nicht selten.

Fam. 4. Elatinaceae. Wasserpflanzen mit quirligen oder dekussierten ganzen Blättern; Blüten aktinomorph, zwittrig, 4- bis 6zählig. $Kn\ Cn\ An\ +\ n\ G\ (n)$. Blüten einzeln in den Blattachsen ohne Vorblätter.

Elatine Alsinastrum u. a. Arten, nicht häufig.

Fam. 5. Tamaricaceae. Blüten aktinomorph, zwittrig, vier- oder fünfgliederig, mit einem oder zwei Staubblattkreisen. Fruchtknoten meist trimer, einfächerig, mit grund- oder wandständigen Samenanlagen. Kapsel

loculicid, Same ohne Endosperm mit haarigem Schopf. Blüten in Trauben oder Ähren.

Myricaria germanica, Tamariske, an Flussufern, mit monadelphischen Staubblättern. — *Tamarix* in Südeuropa.

Fam. 6. Ternstroemiaceae. Blüten im Perigon (und oft im Androeum) spiralig, der Kelch von den zahlreichen Hochblättern nicht scharf geschieden. Staubblätter zahlreich. Fruchtknoten mehrfächerig. Bäume oder Sträucher mit zerstreut gestellten, ganzen, meist lederartigen Blättern, ohne Nebenblätter.

Camellia japonica, bekannte Zierpflanze. — Die getrockneten Blätter von *C. Thea* sind der bekannte Thee; die Sorten des schwarzen und grünen Thees unterscheiden sich nur durch die Behandlungsweise der Blätter beim Trocknen.

Fam. 7. Clusiaceae. Bäume oder Sträucher mit diklinischen Blüten. —

Offizinell: Gutti, Gummiharz von *Garcinia Morella* (Ostindien).

Fam. 8. Dipterocarpaceae. Bäume, meist mit Nebenblättern. Der Kelch vergrößert sich bei der Fruchtreife bedeutend.

Dryobalanops Camphora in Sumatra und Borneo liefert den sogenannten Borneokampher. — Von *Shorea*-Arten stammt auch ein Teil des Dammarharzes.

Fam. 9. Violaceae. Blüten $K5 C5 A5 G^{(3)}$, stets seitlich; Samenanlagen anatrop, an der Wand des einfächerigen Fruchtknotens. Frucht

eine loculicide Kapsel

(Fig. 295 C). Same mit

Endosperm. Die bei uns

einheimischen Pflanzen

haben zygomorphe Blüten:

das vordere untere

Kronenblatt ist in einen

Sporn verlängert (Fig.

295 A, *cs*), in welchem

der von den spornförmigen

Anhängseln der

unteren Staubblätter

(Fig. 295 A, *fs*) abge-

schiedene Nektar sich

ansammelt. Die Kelch-

blätter besitzen an der Basis Anhängsel (Fig. 295 A, *ls*).

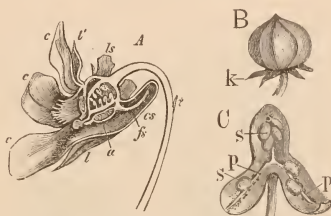


Fig. 295. *Viola tricolor*. A Blüte im Längsschnitt, *v* Vorblatt des Blütenstiels; *l* Kelchblätter, *ls* deren Anhängsel; *c* Kronenblätter, *cs* der Sporn des unteren Kronenblattes; *fs* spornförmiges Anhängsel der unteren Staubblätter; *a* Antheren (nach Sachs). B reife Frucht, *k* Kelch, C dieselbe aufgesprungen; *p* Placenten, *s* Samen (wenig vergrößert).

Viola, Veilchen; manche Arten besitzen nur einen unterirdischen Stamm, der schuppenartige Niederblätter, gestielte Laubblätter und einblütige, mit Vorblättern versehene Blütenstiele treibt, so *V. odorata*, Märzenveilchen, mit Ausläufern; *V. hirta*, *collina* u. a. ohne Ausläufer. Bei anderen dagegen stehen die Blütenstiele seitlich an oberirdischen, mit Laubblättern besetzten Stengeln, so bei *V. canina*. Bei *V. mirabilis* sind diese beiden Formen derart vereinigt, dass im Frühjahr vom Rhizome Blüten mit großen blauen Kronenblättern emporkommen, die aber stets unfruchtbar sind, erst später erscheinen an oberirdischen Laubstengeln unscheinbare Blüten mit winzigen Kronenblättern; nur diese sind fruchtbar. Bei *V. tricolor* und verwandten Arten sind die Nebenblätter groß, fiederspaltig oder geteilt, grün.

Offizinell: Herba *Violae tricoloris* von *Viola tricolor*.

Ordnung 27. Passiflorinae.

Blüten aktinomorph, epigyn, perigyn oder hypogyn, fünfzählig, mit einem oder zwei Staubblattkreisen oder zahlreichen Staubblättern, meist trimerem, stets synkarpem Fruchtknoten, der meist einfächerig ist und die Samenanlagen an einer wandständigen Placenta trägt.

Fam. 1. Passifloraceae. Blüten fünfzählig, meist perigyn, zuweilen diklinisch, zwischen Krone und Andröceum meist zahlreiche fädige und manschettenartige Anhängsel (Discus), das Andröceum nebst dem Gynäceum auf einer säulenförmigen Achsenverlängerung emporgehoben; fünf epise pale Staubblätter. Meist handförmige Blätter, Zweigranken.

Passiflora, Passionsblume, aus dem tropischen Amerika, in zahlreichen Arten, Zierpflanze. — *Carica* Papaya, Melonenbaum, mit giftigem Milchsaft, in den Tropen der essbaren Früchte wegen kultiviert.

Fam. 2. Loasaceae. Blüten epigyn mit verzweigten, teilweise als Staminodien ausgebildeten Staubblättern, Kapsel Frucht. Häufig kletternde Kräuter mit handförmig gelappten Blättern und Brennhaaren.

Fam. 3. Cucurbitaceae. Blüten diklinisch oder polygam, aktino-

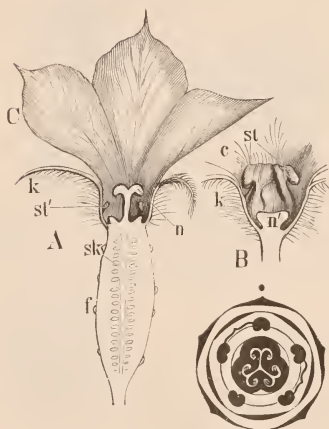


Fig. 296. A Längsschnitt der weiblichen Blüte von *Cucumis*, *f* Fruchtknoten, *sk* Samenanlagen, *k* Kelch, *C* Krone, *n* Narbe, *st* rudimentäre Staubblätter. B Längsschnitt der männlichen Blüte; *st* Staubblätter, *n* rudimentärer Fruchtknoten; die Krone *c* nicht ausgezeichnet (etwas vergr.). — Diagramm der Blüte von *Cucurbita*.

morph. Krone fünfgliederig, fast stets verwachsenblättrig. Staubblätter fünf, durch Verwachsung nur drei (Fig. 296, Diagramm) oder eines, kurz, mit großen gekrümmten Antheren. Fruchtknoten unterständig, einfächerig mit einer oder meist zahlreichen Samenanlagen auf mächtig entwickelten Placenten. Frucht eine Beere, oft sehr groß mit verhältnismäßig starkem Epikarp. Same ohne Endosperm. Kräuter mit zerstreut gestellten Blättern, häufig rankend, die Ranken neben den Blättern; die mehrarmigen Ranken sind Zweige mit mehreren zu Ranken umgebildeten Blättern, die einfachen solche mit einem Blatt.

Cucurbita Pepo, Kürbis, *Cucumis* mit freien Staubblättern, *C. sativus*, Gurke, *C. Melo*, Melone, *Citrullus vulgaris*, Wassermelone. — *Bryonia* alba und dioica

Zaunrübe (mit kleiner weißer Krone, zweisamigen Fruchtfächern), hier und da in Gebüsch, Hecken.

Offizinell: Fructus Colocynthis, Coloquinte, von *Citrullus Colocynthis*, im Orient.

Fam. 4. *Begoniaceae*. Blüten diklinisch; die männlichen mit zwei dimeren korollinischen Perigonquirlen, zahlreichen in ein kugeliges Köpfchen gehäuften Staubblättern, die weiblichen epigyn mit fünf korollinischen Perigonblättern, dreifächerigem Fruchtknoten mit zahlreichen, im Innenwinkel der Fächer entspringenden anatropen Samenanlagen. Frucht eine Kapsel. Blätter oft sehr groß, meist asymmetrisch. Blütenstand cymös, die männlichen Blüten am Ende der ersten Verzweigungen, die weiblichen am Ende der letzten.

Zahlreiche Arten von *Begonia* aus den Tropenregionen werden als Zierpflanzen kultiviert.

Ordnung 28. *Opuntinae*.

Von zweifelhafter Verwandtschaft. Blüten epigyn mit sehr zahlreichen Kronen- und Staubblättern, oft auch Kelchblättern, meist in spiralförmiger Anordnung. Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig. Die Placenten an der Wandung.

Fam. *Cactaceae*. Blüten spiralförmig gebaut mit zahlreichen Kelch-, Kronen- und Staubblättern ohne scharfe Grenze. Fruchtknoten einfächerig mit drei oder mehr an der Wand hinablaufenden Placenten, horizontalen Samenanlagen. Endosperm sehr wenig oder keines. Stämme von der verschiedensten Form, Blätter und Achselsprosse meist nur durch Stachelbüschel angedeutet. — Sämtlich im tropischen Amerika einheimisch, in der alten Welt nur eingewandert.

Mamillaria mit kugeligem oder zylindrischem Stamm, an dem in spiralförmiger Anordnung stacheltragende Höcker die Blätter andeuten. — *Echinopsis* und *Echinocactus* mit vorspringenden Längskanten, auf denen die Stachelbüschel stehen. — *Cereus* mit kantigem, säulen- oder peitschenförmigem Stamm. — *Phyllocactus* und *Rhipsalis* mit flachgedrücktem blattähnlichem Stamm. — *Opuntia* und *Nopalea* mit plattem Stamm, der aus einzelnen eiförmigen Trieben sich aufbaut. Auf *Nopalea coccinifera* lebt die Cochenille-Schildlaus.

Ordnung 29. *Myrtiflorae*.

Blüten meist aktinomorph, epigyn, bisweilen perigyn, mit meist zwei Staubblattkreisen, synkarpem, gefächertem Fruchtknoten und meist nur einem Griffel. Blattstellung häufig dekussiert.

Fam. 4. *Onagraceae*. Blüten meist durchgehends viergliedrig, epigyn, mit gefächertem Fruchtknoten, zahlreichen wandständigen Samenanlagen. Frucht eine septifrage Kapsel oder Beere. Same ohne Endosperm. Kelch häufig korollinisch, oft nach unten in eine gleichbeschaffene, in die Achse übergehende Röhre verlängert (Fig. 297 A, r).

Epilobium mit septifragter Kapsel, mit Haarschopf versehenen Samen, roten Blüten, in vielen Arten (*E. angustifolium*, *hirsutum*, *montanum*) an feuchten Plätzen.

— *Oenothera*, Same ohne Haarschopf, mit großen gelben Blüten, an Flussufern häufig, aus Nordamerika. — *Isnardia*, Sumpfpflanze, ohne Krone. — *Fuchsia*, mit Beerenfrucht in zahlreichen Arten und Varietäten kultiviert (aus Südamerika). — *Circaea* mit zweizähligen Blüten, $K\ 2\ C\ 2\ A\ 2\ G\ (\overline{2})$, Schließfrucht, an feuchten Plätzen.

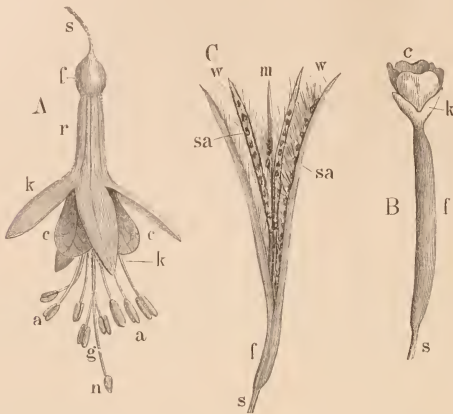


Fig. 297. A Blüte von *Fuchsia*; *s* Blütenstiel, *f* der unterständige Fruchtknoten, *k* Kelch, unten in eine Röhre *r* verwachsen, *a* Staubblätter, *g* Griffel, *n* Narbe. B Blüte von *Epilobium hirsutum*, Euchstaben wie in A; C Frucht von *Epilobium* aufgesprungen, *w* die Wandung, *m* die Mittelsäule, aus den Scheidewänden bestehend, *sa* die Samen, mit Haarbüscheln (nat. Gr.).

Trapa natans, Wassernuss. Der im Wasser flottierende Stengel trägt eine auf der Oberfläche schwimmende Rosette von Blättern, in deren Achseln einzeln die Blüten stehen. Diese haben den Bau $K\ 4\ C\ 4\ A\ 4\ G\ (\overline{2})$, sind perigyn. Die Frucht ist eine einsamige Schließfrucht, die durch die vier Kelchblätter vierhörig ist.

Fam. 2. Haloragideae. Blüten epigyn, meist durchgehends vierzählig, mit zwei Staubblattkreisen, bisweilen ohne Krone oder epipetale Staubblätter. Same mit Endosperm.

Myriophyllum spicatum und *verticillatum*, Wasserpflanzen mit quirligen, fein zerschlitzten Blättern, die kleinen Blüten in terminalen Trauben über das Wasser hervorstechend.

Fam. 3. Hippurideae. Blüten sehr reduziert, einzeln in der Achsel der quirlig gestellten ungeteilten Laubblätter; auf dem Fruchtknoten ist das Perigon durch einen gezähnelten Saum angedeutet, der noch ein vorne stehendes Staubblatt umschließt (Fig. 298). Der Fruchtknoten enthält nur eine anatrophe hängende Samenanlage.

Hippuris vulgaris, Tannenwedel, mit aufrecht aus dem Wasser hervorstechendem Stengel.

Fam. 4. Rhizophoraceae. Bäume in den Tropen, »Mangroven«, mit Luftwurzeln; bei *Rhizophora* u. a. keimt der Same noch in der an der Pflanze hängenden Frucht und lässt die Keimpflanze zu Boden fallen.

Fam. 5. *Lythraceae*. Blüten mit 2 Staubblattkreisen, von 3—16 schwankender Gliederzahl der Blütenkreise, perigyn; häufig ein aus verwachsenen Nebenblättern gebildeter Außenkelch. Same ohne Endosperm.

Lythrum Salicaria, Weiderich, $K6 C6 K6 + 6 G^{(2)}$; die Staubblätter der beiden Kreise ungleich lang und mit der Griffellänge kombiniert zu drei verschiedenen Formen der Blüte. — *Cuphea* mit korollinischer, hinten gespornter Kelchröhre in mehreren Arten (Mexiko), Zierpflanze.

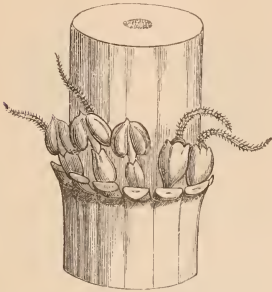


Fig. 298. Stück eines blütentragenden Stengels von *Hippuris vulgaris*. Die Blätter sind abgeschnitten (nach *Sachs*).



Fig. 299. Längsschnitt der Blüte von *Calothamnus*. *f* Fruchtknoten, *s* Kelch, *p* Krone, *st* verzweigte Staubblätter, *g* Griffel (nach *Sachs*).

Fam. 6. *Myrtaceae*. Blüten meist vier- oder fünfzählig mit meist zahlreichen, oder weniger verzweigten (Fig. 299) Staubblättern, epigyn. Same ohne Endosperm. Blätter dekussiert, durch Ölbehälter durchsichtig punktiert.

Unterfam. 1. *Myrteae*. Frucht eine Beere oder Steinfrucht; Staubblätter sehr zahlreich.

Myrtus communis, Myrthe in Südeuropa, bei uns mit *Eugenia* u. a. Zierpflanze.

Unterfam. 2. *Leptospermeae*. Frucht eine Kapsel, die vom Scheitel her loculicid aufspringt. Staubblätter zahlreich oder in episepalen oder epipetalen (Fig. 299) Bündeln.

Callistemon, *Melaleuca*, *Metrosideros*, *Calothamnus* u. a. Zierpflanzen; *Eucalyptus* Globulus in Neuholland wird in warmen sumpfigen Gegenden angebaut, wo er durch rasches Wachstum und Verdunstung den Boden entwässert.



Fig. 300. Blütenknospe von *Eugenia caryophyllata*, Gewürznelke, der Länge nach durchgeschnitten, *f* der unterständige Fruchtknoten mit den Ölbehältern *dr*, den Samenanlagen *sk*; *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter, *a* Antheren, *g* Griffel (etwas vergr.)

Unterfam. 3. *Lecythideae*. Früchte groß, holzig, mit einem Deckel oder gar nicht aufspringend.

Bertholletia excelsa, im tropischen Amerika, mit essbaren Samen, den »Paranüssen«.

Offizinell: Caryophylli, Gewürznelken, die Blütenknospen (Fig. 300) von von *Eugenia caryophyllata* (Ostindien).

Fam. 7. *Punicaceae*. Weicht von vor. ab durch wechselständige Blätter und den Mangel der Ölbehälter. Merkwürdig ist der Bau des Fruchtknotens, welcher 2 Kreise von Fächern, einen äußeren höheren, der Krone gleichzähligen und ihr superponierten, und einen inneren tieferen dreizähligen enthält.

Punica Granatum in Südeuropa, Granatapfel.

Offizinell: Cortex Granati, die Stamm- und Wurzelrinde von *Punica Granatum* (Südeuropa).

Ordnung 30. Umbelliflorae.

Blüten meist aktinomorph, epigyn, mit meist nur einem episepalen Staubblattkreis; Kelch sehr schwach entwickelt; Fruchtknoten vollkommen gefächert, mit je einer Samenanlage. Discus zwischen Staubblättern und Griffeln. Blütenstände meist Dolden. Same mit reichlichem Endosperm. Keine Nebenblätter.

Fam. 4. *Umbelliferae*, Doldengewächse. $K5 C5 A5 G(\overline{2})$. Der Kelch ist meist sehr klein, oft kaum angedeutet; die Krone besteht aus fünf weiß, rötlich oder gelb gefärbten, ziemlich kleinen Blättern; hie und da sind die nach außen liegenden Kronenblätter der am Rande der Dolden stehenden Blüten größer als die übrigen, die Dolde heißt dann strahlend. Staubblätter fünf. Fruchtknoten unterständig, zweifächerig. Die Basis der beiden Griffel ist fleischig angeschwollen und bildet den Discus oder das Stempelpolster (Fig. 301, A, d). In jedem Fache des Fruchtknotens befindet sich eine hängende Samenanlage (s. oben Fig. 193, E, S. 220). Bei der Reife zerfällt die Frucht in zwei Teilfrüchte, indem jedes Fach für sich geschlossen sich von einer stehenbleibenden Mittelsäule (Fig. 302 a) lostrennt; es enthält jede Teilfrucht einen Samen. Der Bau der Fruchtschale ist für die systematische Einteilung der Familie von Wichtigkeit. Die Frucht von meist länglicher (Fig. 302), zusammengedrückter (Fig. 304 B), oder fast kugelig (Fig. 301 E) Gestalt, besitzt Längsriefen (*Costae*) und zwar gewöhnlich auf jeder Teilfrucht fünf, wovon zwei längs dem Rande der Teilfrucht verlaufen (Fig. 304 B, C, D, rr), die anderen drei auf deren Rücken (Fig. 304 B, C, D, r). In den Zwischenräumen zwischen den Riefen, den Thälchen (*Valleculae*), verlaufen meistens Ölstriemen, *Vittae* (s. Fig. 301 B, C, o), zuweilen wiederum andere Nebenriefen, *Costae secundariae* (Fig. 300 E, F, n). Die Teilfrucht wird bei der Reife vom Samen ausgefüllt, welcher der Hauptmasse nach aus dem Endosperm (Fig. 301 C, D, F, e) besteht und nur einen kleinen Embryo enthält. Je nach der Gestalt des Endosperms unterscheidet man *Orthospermeen*, deren Endosperm an der Berührungsfläche der beiden Teilfrüchte flach oder konvex ist, z. B. *Carum* (Fig. 301 C), *Cam-pylospermeen*, deren Endosperm an der Berührungsfläche eine Furchung

besitzt, daher auf dem Querschnitt konkav erscheint, z. B. *Conium* (Fig. 301 *D*), und *Coelospermeen*, deren Endosperm halbkugelig gekrümmt ist, daher sowohl auf dem Längs- als Querschnitt konkav erscheint, z. B. *Coriandrum* (Fig. 301 *F*).

Die Blüten stehen mit wenigen Ausnahmen (*Astrantia*, *Eryngium*) in zusammengesetzten Dolden, selten (z. B. *Daucus*) mit einer, alsdann schwarz

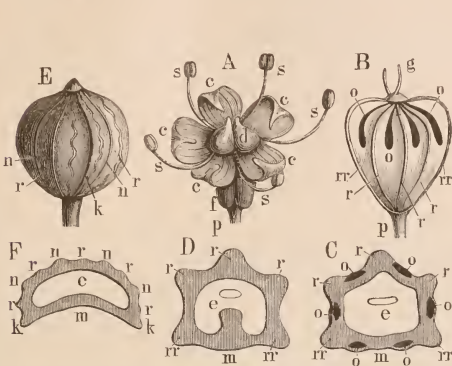


Fig. 301. *A* Blüte von *Foeniculum* (vergr.). *f* Fruchtknoten, *c* Krone, *s* Staubblätter, *d* Discus; *B* Frucht von *Heracleum*, *p* Blütenstiel, *g* Griffel, *r*, *r*, *r* Riefen, *rr* Randriefen, *o* Ölstriemen (vergr.); *C* Querschnitt der Teilfrucht von *Carum Carvi*, *m* Berührungsfäche mit der anderen Teilfrucht, *o* Ölstriemen, *e* Endosperm; *D* Querschnitt der Teilfrucht von *Conium*; *E* Frucht von *Coriandrum*, *k* Trennungsfäche der Teilfrüchte, *r* Riefen, *n* Nebenriefen; *F* Querschnitt derselben (vergr.).

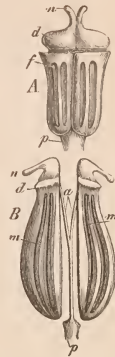


Fig. 302. Frucht von *Carum Carvi*. *A* Fruchtknoten der Blüte (*f*); *B* reife Frucht; die beiden Fächer werden zu zwei Merikarpien (*m*); ein Teil der Scheidewand bildet das Carphorum (*a*).

gefärbten Endblüte; Involucrum und Involucellum sind je nach den Gattungen verschieden stark entwickelt oder fehlen ganz. Der hohle Stengel trägt große Blätter mit zumeist mächtig entwickelter Scheide und vielfach geteilter Spreite. Selten sind einfache, stengelumfassende Blätter (*Bupleurum*).

I. Orthospermeae.

1. Dolden einfach oder köpfchenartig.

Unterfam. 1. *Hydrocotyleae*. Frucht seitlich zusammengedrückt: *Hydrocotyle*, Sumpfpflanze mit schildförmigen Blättern.

Unterfam. 2. *Saniculeae*. Frucht ziemlich zylindrisch: *Astrantia*, *Eryngium*.

2. Dolden zusammengesetzt.

Unterfam. 3. *Ammieae*. Frucht ohne Nebenrippen, seitlich zusammengedrückt: *Bupleurum*, *Petroselinum*, *Apium*, *Aegopodium*, *Carum*, *Cicuta*.

Unterfam. 4. *Seselineae*. Frucht ohne Nebenrippen, im Querschnitt kreisrund: *Aethusa*, *Foeniculum*, *Oenanthe*.

Unterfam. 5. *Angeliceae*. Frucht ohne Nebenrippen, median zusammengedrückt, die seitlichen Hauptrippen geflügelt, die Flügel der beiden Teilfrüchte von einander abstechend: *Levisticum*, *Angelica*, *Archangelica*.

Unterfam. 6. *Peucedaneae*. Frucht ohne Nebenrippen, median zusammengedrückt; die seitlichen Hauptrippen geflügelt; die Flügel beider Teilfrüchte einander aufliegend: *Imperatoria*, *Anethum*, *Pastinaca*, *Heracleum*, *Ferula*, *Dorema*.

Unterfam. 7. *Silerineae*. Teilfrucht mit vier schwächeren Nebenriefen: *Siler*.

Unterfam. 8. *Thapsieae*. Teilfrucht mit vier Nebenrippen, wovon mindestens die äußeren geflügelt: *Laserpitium*.

Unterfam. 9. *Daucineae*. Die Nebenriefen mit Stacheln besetzt: *Daucus*.

II. *Campylospermeae*.

Unterfam. 10. *Caucalineae*. Nebenrippen mit Stacheln besetzt: *Caucalis*.

Unterfam. 11. *Scandiceae*. Frucht ohne Nebenrippen, seitlich zusammengedrückt, meist geschnäbelt: *Anthriscus*, *Chaerophyllum*.

Unterfam. 12. *Smyrnieae*. Frucht ohne Nebenrippen, ungeschnäbelt, aufgedunsen: *Conium*.

III. *Coelospermeae*.

Unterfam. 13. *Coriandreae*. Frucht kugelig, Nebenrippen stärker hervortretend als die geschlängelten Hauptrippen: *Coriandrum*.

Chaerophyllum silvestre, *Carum Carvi*, *Heracleum Sphondylium*, *Aegopodium Podagraria*, *Pastinaca sativa* gehören zu den häufigsten Repräsentanten, auf Wiesen, in Gebüsch. Als Gemüsepflanzen werden kultiviert: *Apium graveolens*, Seleri, *Petroselinum sativum*, Petersilie, *Daucus Carota*, gelbe Rübe, *Pastinaca oleracea*, Pastinak, *Anthriscus Cerefolium*, Kerbel. Als Giftpflanzen verdienen Erwähnung *Conium maculatum*, Schierling, *Cicuta virosa*, Wasserschierling, *Aethusa Cynapium*, Hundspetersilie. Die unten aufgeführten officinellen Früchte dienen auch als Gewürz.

Offizinell: Fructus Anisi, Anis, die Teilfrüchte von *Pimpinella Anisum*; F. Carvi, Kümmel, von *Carum Carvi*; F. Foeniculi, Fenchel, von *Foeniculum capillaceum*.

Radix Angelicae, die Wurzel von *Archangelica officinalis*; R. Levistici, von *Levisticum officinale*; R. Pimpinellae, von *Pimpinella magna* und *P. Saxifraga*.

Herba Conii von *Conium maculatum*.

Gummiharze: Asa foetida von *Ferula Asa foetida* und *F. Narthex*; Galbanum von *Ferula galbaniflua* (Orient); Ammoniacum von *Dorema Ammoniacum* (Orient).

Fam. 2. *Araliaceae*. Blüten fünfzählig oder mit mehr Staubblättern, im Gynäceum mit weniger oder mehr Gliedern. Frucht eine Beere oder Steinfrucht. Sträucher, bisweilen kletternd, mit handförmigen, zerstreut gestellten Blättern.

Hedera Helix, Epheu, kommt nur in hohem Alter zur Blüte; die Blüten dolden stehen an aufrechten (nicht kletternden) Zweigen, deren Blätter eiförmig, ungeteilt sind; die Früchte reifen während des Winters. — *Fatsia papyrifera* dient in Japan zur Papierbereitung, nebst *F. japonica* häufig in Zimmern kultiviert.

Fam. 3. *Cornaceae*. Blüten vierzählig, mit dimerem, zweifächerigem Fruchtknoten, meist Steinfrucht; Sträucher mit meist dekussierten, ungeteilten Blättern.

Cornus mas (blüht gelb vor der Belaubung, rote längliche Steinfrucht), *C. sanguinea*, häufige Sträucher, *C. stolonifera* u. a. kultiviert. — *Aucuba japonica* aus Japan mit lederigen Blättern, diöcischen Blüten und Beerenfrucht, in Zimmern häufig kultiviert.

VI. Sympetalae.

Das Perigon ist stets in Kelch und Krone geschieden, letztere fast immer verwachsenblütterig, nur selten unterdrückt.

A. Isocarpeae.

Fast immer ebensoviel Karpelle, als Kelch- und Kronenblätter. Fruchtknoten meist oberständig; zwei Staubblattkreise oder ein der Krone superponierter, seltener ein damit alternierender.

Ordnung 31. Bicornes.

Blüten vier- oder fünfzählig. Staubblätter meist in zwei Kreisen, den Kronenblättern meist nicht angewachsen; Fruchtblätter den Kronenblättern superponiert. $K_n C(n) An + n | G(n)$, wobei $n = 4$ oder 5 . Fruchtknoten ober- oder unterständig, mehrfächerig, mit großen gegen die Höhlung zurückgebogenen Placenten. Same mit Endosperm. Antheren oft mit Anhängseln, meist mit Poren aufspringend.

Fam. 1. Clethraceae. Krone freiblütterig; kein Discus; Fruchtknoten dreifächerig; Griffel dreiteilig.

Clethra in den Tropen und Subtropen, einige Arten Ziersträucher.

Fam. 2. Pirolaceae. Krone frei- oder verwachsenblütterig; Antheren mit Poren oder Querspalte sich öffnend, ohne Anhängsel. Fruchtknoten unvollkommen gefächert; Griffel ungeteilt; loculicide Kapsel; Samen winzig klein mit wenigzelligem ungegliedertem Embryo.

Pirola rotundifolia, secunda, uniflora, Chimaphila umbellata in Wäldern, Humusbewohner mit Laubblättern. — *Monotropa chlorophyllfrei* mit schuppenförmigen Blättern, Humusbewohner, M. Hypopitys in Europa; andere Arten und verwandte Gattungen besonders in Nordamerika.

Fam. 3. Ericaceae. Krone meist verwachsenblütterig; Discus vorhanden; Antheren mit Poren (Fig. 303 A) oder schrägen Spalten sich öffnend, häufig mit Anhängseln; Pollen in Tetraden; Fruchtknoten vier- bis fünffächerig; Griffel mit kopfförmiger Narbe; Samen mit reichlichem Endosperm.

Unterfam. 1. Rhododendroideae. Septicide Kapsel; Krone abfallend; Antheren ohne Anhängsel. *Rhododendron ferrugineum, hirsutum, Alpenrose*; andere Arten aus den Gebirgen des Orients, Indiens, Ostasiens und Nordamerikas bekannte Zierpflanzen. — *Ledum palustre* mit freien Kronenblättern auf Mooren.

Unterfam. 2. Arbutoideae. Beere, Steinfrucht oder loculicide Kapsel; Krone abfallend; Antheren meist mit Anhängseln.

Fruchtknoten oberständig, z. B. bei *Andromeda* auf Mooren, *Gaultheria, Arbutus Unedo*, Erdbeerbaum in Südeuropa, *Arctostaphylos Uva ursi* mit Steinfrucht. — Fruchtknoten unterständig (Fig. 303 C) bei den Vacciniën: *Vaccinium Vitis idaea*, Preiselbeere, mit immergrünen Blättern, gewöhnlich zweimal im Jahre blühend und fruchttragend. V. *Myrtillus*, Heidel- oder Taubeere, mit krautigen, im Herbste abfal-

lenden Blättern. V. *Oxycoccus* und V. *uliginosum*, kleine Sträucher, in Wäldern und Mooren häufig.

Unterfam. 3. *Ericoideae*. Meist *loculicide* Kapsel; Krone bis zur Fruchtreife bleibend; Antheren häufig mit Anhängseln.

Calluna vulgaris, gemeines Haidekraut, mit *septicider* Kapsel, tief vierteiligem, ge-

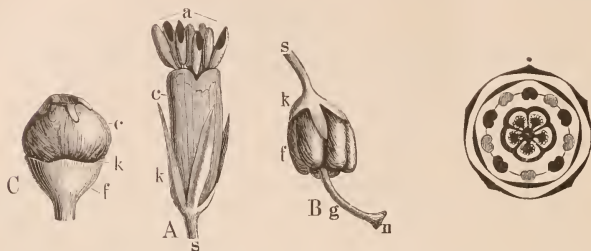


Fig. 303. A Blüte von *Erica*, *s* Blütenstiel, *k* Kelch, *c* Krone, *a* Antheren; B Frucht von *Pirola rotundifolia*; *s* Blütenstiel, *k* Kelch, *f* Frucht, deren Fächer mit den Kelchzipfeln alternieren, *g* Griffel, *n* Narbe, C Blüte von *Vaccinium Myrtillus*, *f* der unterständige Fruchtknoten, *k* Kelch, *c* Krone. — Diagramm einer fünfzähligen *Ericaceen*blüte; der epipetale Staubblattkreis schraffiert, weil nach abwärts verschoben.

färbtem Kelch, häufig auf Heiden, Mooren, in lichten Wäldern. — *Erica* in zahlreichen Arten besonders im Mittelmeergebiet und Capland, in Deutschland nur wenige Arten, z. B. *E. carnea*, *E. cinerea*, *E. Tetralix*.

Offizinell: *Folia Uvae Ursi* von *Arctostaphylos Uva ursi*.

Fam. 4. *Epacridaceae*. Meist nur der episevale Staubblattkreis vorhanden; Antheren mit nur einer Spalte aufspringend. Sträucher in Australien.

Fam. 5. *Diapensiaceae*. Fruchtknoten oberständig, dreifächerig; Staubblätter dem Schlunde der Krone eingefügt.

Diapensia lapponica, niedrig rasiges Sträuchlein des hohen Nordens.

Ordnung 32. Primulinae.

Blüten aktinomorph, meist pentamer. $K(5) C(5) A(0 + 5) G(5)$. Staubblätter der Kronenröhre eingefügt und deren Lappen superponiert. Fruchtknoten oberständig, aus fünf vor den Kelchteilen stehenden Karpellen verwachsen, einfächerig, mit zentraler freier Placenta oder einer zentralen Samenanlage.

Fam. 4. *Primulaceae*. Ein ungeteilter Griffel auf dem Fruchtknoten. Samen zahlreich auf einer in der Mitte der Fruchtknotenöhle sich erhebenden Placenta (s. Fig. 493 G). — Die Krone ist röhrig verwachsen und geht in einen fünfklappigen Saum aus, fehlt nur bei *Glaux*; die Staubbeutel (Fig. 304 a) sind der Kronenröhre angewachsen und deren Lappen superponiert; man erklärt diese Stellung der Staubblätter dadurch, dass

der epise pale Kreis von Staubblättern, der bei der vorigen Ordnung vorhanden ist, fehlschlägt. Frucht eine Kapsel. — Krautartige Pflanzen mit meist ansehnlichen Blüten.

Primula, mit fünfzählig aufspringender Kapsel, fünfspaltigem Kelch; *P. elatior*, *officinalis* u. a., Schlüsselblume; bemerkenswert ist die Heterostylie, d. h. die Eigentümlichkeit, dass bei den einen Exemplaren der Griffel so lang ist wie die Kronenröhre, und die Staubbeutel auf halber Höhe sitzen (Fig. 304 B), während bei anderen Exemplaren (Fig. 304 A) der Griffel nur halb so lang ist, und die Antheren am oberen

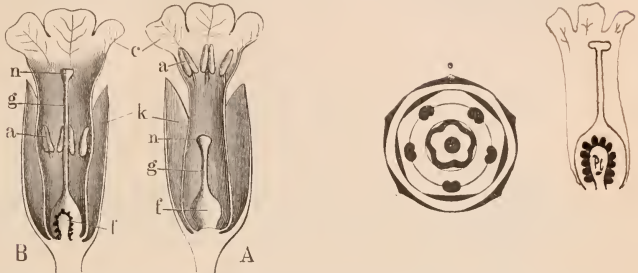


Fig. 304. Blüten von *Primula elatior* im Längsschnitt (vergrößert), A der kurzgriffeligen, B der langgriffeligen Form: k Kelch, c Krone, a Staubbeutel, f Fruchtknoten, g Griffel, n Narbe. — Diagramm der Primulaceenblüte.

Rande der Röhre sitzen. Fruchtbare Wirkung hat nur der Pollen aus Antheren, welche auf gleicher Höhe mit der Narbe der bestäubten Blüte stehen. — *Anagallis*, mit quer aufspringender Kapsel; *A. arvensis*, auf Äckern. — *Cyclamen europaeum*, mit unterirdischer Knolle, zurückgeschlagenen Kronenzipfeln. — *Lysimachia*, mit fünfteiligem Kelch. — *Trientalis*, mit meist siebenzähliger Blüte.

Fam. 2. *Myrsinaceae*. Von vorigen nur durch die Steinfrucht und den holzigen Stamm verschieden.

Ardisia mit roten Früchten, Zierpflanze.

Fam. 3. *Plumbaginaceae*. Fünf Griffel auf dem Fruchtknoten. Nur eine auf dem Grunde der Fruchtknotenöhlung stehende Samenanlage. Blüten häufig klein in dichten Infloreszenzen mit zahlreichen Brakteen.

Armeria, die Blüten in Köpfchen, die von einer aus den untersten Deckblättern gebildeten, nach abwärts mit Anhängseln versehenen Hülle umgeben werden; *A. vulgaris*, hier und da auf Sandboden. — *Statice*, mit einseitwendigen Ähren, am See-strande. — *Plumbago*, in Südeuropa und Indien.

Ordnung 33. *Diospyrinae*.

Blüten aktinomorph, vier- bis achtzählig, oft $K\ 4\ C\ (4)\ A\ (4) + 4\ G\ (4)$; äußere Staubblätter bisweilen unterdrückt. Die Fruchtblätter den Kelchblättern superponiert. Fruchtknoten mehrfächerig mit wandständigen Samenanlagen. Frucht meist fleischig.

Fam. 4. *Sapotaceae*. Tropische Bäume mit Milchsaft.

Offizinell: Guttapercha von *Dichopsis*, *Isonandra* und *Payena* in Ostindien.

Fam. 2. Ebenaceae. Bäume; Blüten meist diklinisch.

Diospyros Ebenum in Ostindien liefert Ebenholz.

Fam. 3. Styracaceae. Blüten perigyn oder epigyn. Bäume.

Offizinell: Benzoe, Harz von *Styrax Benzoin* in Siam.

B. Anisocarpeae.

Gewöhnlich nur zwei mediane (oder etwas schräg gestellte) Karpelle; nur ein Staubblattkreis.

1. Hypogynae.

Fruchtknoten oberständig.

Ordnung 34. Contortae.

Blüten aktinomorph, meist vier- oder fünfgliedrig, bisweilen nur zwei Staubblätter; Krone mit meist rechtsgedrehter Knospelage; zwei Fruchtblätter; Blätter meist dekussiert, ohne Nebenblätter.

Fam. 4. Oleaceae. Kelch und Krone meist viergliedrig, zuweilen fehlend. Staubblätter und Karpelle stets zwei, in alternierender Stellung;

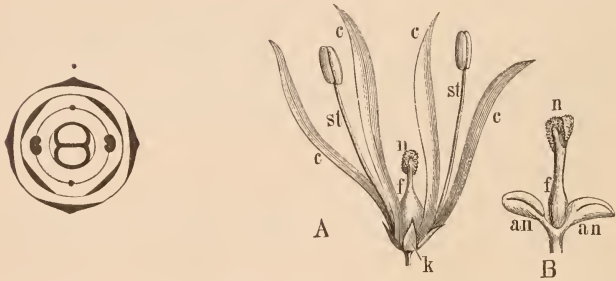


Fig. 305. A Blüte von *Fraxinus Ornus* (vergr.). k Kelch, c Krone, st Staubblätter, f Fruchtknoten, n Narbe; B Zwitterblüte von *Fraxinus excelsior*, an Antheren, f Fruchtknoten, n Narbe (vergr.). — Diagramm der Oleaceenblüte.

Fruchtknoten zweifächerig mit ungeteiltem Griffel, in jedem Fach zwei hängende oder aufrechte anatrophe Samenanlagen. Frucht eine Kapsel oder Beere oder Steinfrucht. Stamm holzig, Blätter fast stets dekussiert.

Ligustrum, mit Beerenfrucht; *L. vulgare*, Hartriegel, sehr verbreiteter Strauch; *Olea*, mit Steinfrucht; *O. europaea*, Ölbaum, im Orient und in Südeuropa. Das im weichen Perikarp enthaltene Öl wird durch Auspressen gewonnen, in verschiedenen Sorten, als Baumöl, Olivenöl, Provenceröl u. s. w. — *Fraxinus*, Esche, mit geflügelter Schließfrucht; bei *F. excelsior* u. a. fehlt das Perigon (Fig. 305 B). Blüten polygam; bei *F. Ornus*, Mannaesche in Südeuropa, ist das Perigon vollständig, die Krone bis zum Grunde geteilt (Fig. 305 A). — *Syringa*, mit zweiklappiger Kapsel,

vierlappigem Saume der Krone; *S. vulgaris* und *S. chinensis*, Flieder, Holler, Ziersträucher. — *Jasminum grandiflorum* und andere Arten in Südeuropa enthalten in den Blüten ein sehr wohlriechendes ätherisches Öl.

Offizinell: Manna, süße Ausschwitzung von *Fraxinus Ornus*. Oleum Olivarum von *Olea europaea*.

Fam. 2. Gentianaceae. Staubblätter mit Kelch und Krone gleich- (meist 4—7-) zählig. Fruchtblätter vollkommen verwachsen zu einem ein- oder zweifächerigen Fruchtknoten; Samenanlagen wandständig, zahlreich, anatrop. Same mit Endosperm. Meist Kräuter ohne Milchsaft, mit fast immer ganzen Blättern.

Unterfam. 4. Gentianoideae. Blätter dekussiert; Krone mit gedrehter Knospenlage.

Gentiana, Enzian, mit zweilappiger Narbe, meist auf den Alpen und Gebirgen. — *Erythraea*, mit kopfiger Narbe; *E. Centaurium*, u. a., Tausendguldenkraut; auf feuchten Wiesen.

Unterfam. 2. Menyantheae. Blätter spiralig gestellt; Krone mit klappiger Knospenlage.

Menyanthes trifoliata, Fiebertee, mit dreizähligen Blättern, in Sümpfen.

Offizinell: Radix Gentianae von *G. lutea*, *G. pannonica*, *purpurea*, *punctata*; Herba Centaurii von *Erythraea Centaurium*; Folia Trifolii febrini von *Menyanthes trifoliata*.

Fam. 3. Loganiaceae. Fruchtknoten zweifächerig mit wenigen oder mehreren Samenanlagen. Same mit Endosperm (s. Fig. 204 A auf S. 230). Meist Bäume mit opponierten Blättern und meist mit Nebenblättern.

Aus dem Saft der Rinde von *Strychnos guyanensis* in Südamerika bereiten die Indianer das unter dem Namen Curare bekannte Pfeilgift.

Offizinell: Samen *Strychni*, oder *Nuces vomicae*, Krähenaugen, die Samen von *Strychnos Nux vomica* in Ostindien, sehr giftig.

Fam. 4. Apocynaceae. Staubblätter meist fünf. Die beiden Fruchtblätter sind meist nur mit den Griffeln untereinander verwachsen, bei der Reife frei. Same meist mit Endosperm. Kräuter oder Sträucher mit Milchsaft ohne Nebenblätter.

Nerium Oleander, Zierbaum. — *Vinca minor* und andere Arten, Immergrün, kriechende Kräuter in Wäldern, auch als Zierpflanzen kultiviert.

Offizinell: Samen *Strophanthi* von *Strophanthus hispidus* und *S. Kombé* im tropischen Afrika.

Fam. 5. Asclepiadaceae. Die beiden Fruchtblätter meist zwei einzelne monomere Fruchtknoten bildend. Griffel kurz, durch die beiden Fruchtknoten gemeinsame Narbe verbunden. Staubblätter meist fünf zu einer Röhre verwachsen, welche das Gynäceum umgibt, mit Anhängseln von taschenförmiger (Fig. 307 B, t) und spornartiger (Fig. 307 B, h) Gestalt ausgestattet. Antheren zwei- bis vierfächerig; der Pollen jedes Faches



Fig. 306. Krone von *Erythraea Centaurium*, ausgebreitet, r die Röhre, s der Saum, a die Staubblätter.

bleibt zu einer Masse vereinigt, die Massen je zweier benachbarter Fächer (Fig. 307 C, pp) hängen zusammen und werden bei der Bestäubung durch Insekten übertragen. Samenanlagen zahlreich an der Bauchnaht der Karpelle hängend. Same meist mit Endosperm. Meist Holzpflanzen, häufig schlingend, mit Milchsaft, ohne Nebenblätter.

Vincetoxicum officinale, häufig in Wäldern, Gebüsch. — *Asclepias Cornuti* und andere Arten in Gärten kultiviert, ebenso *Hoya carnososa*, Wachsblume. — *Stapelia* mit fleischigem kaktusähnlichem Stamm.

Offizinell: Cortex Condurango, mutmaßlich von *Gonolobus Condurango* in Südamerika.

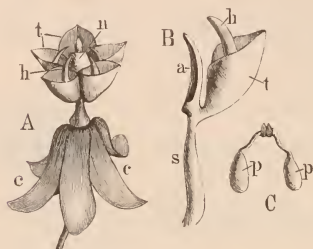


Fig. 307. A Blüte von *Asclepias* (vergr.). *c* die zurückgeschlagene Krone, *n* Narbe, *h* die Sporne, *t* die Taschen der Staubfäden. B ein einzelnes Staubblatt, *a* die Anthere, C die Pollenmassen *pp*.



Fig. 308. Stengel von *Cuscuta europaea* (*s*) mit einem Blütenknäuel *b*, um einen Stengel des Hopfens (*x*) windend.

Ordnung 35. Tubiflorae.

Blüten fünfgliederig, aktinomorph oder zygomorph; im letzteren Fall bilden die hinteren Kronenzipfel die Oberlippe, die drei vorderen die Unterlippe; ferner fehlt in zygomorphen Blüten häufig das hintere Staubblatt, die vorhandenen sind ungleich lang, didynam, oder es sind überhaupt nur zwei vorhanden. Staubblätter der Krone eingefügt. Fruchtknoten aus zwei (selten bis fünf) Karpellen verwachsen. Blätter wechsel- oder gegenständig ohne Nebenblätter. $K(5) C(5) A(5) G(2)$ bis (5) .

Fam. 4. *Convolvulaceae*. Meist zwei mediane Fruchtblätter bilden einen zweifächerigen Fruchtknoten mit je 1—2 anatropen Samenanlagen in jedem Fach. Krone in meist rechtsgedrehter Knospenlage. Frucht eine Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm. Meist Schlingpflanzen mit Milchsaft.

Convolvulus arvensis (mit kleinen Deckblättern), *C. sepium* (mit zwei großen, den Kelch bedeckenden Deckblättern) sind gemeine Unkräuter. — *Batatas edulis*, im tropischen Amerika kultiviert wegen der essbaren knolligen Rhizome. — Die Gattung *Cuscuta* enthält chlorophyllfreie Scharotzer mit fadenförmigem Stengel, der mittelst Saugwurzeln sich an den Stengeln anderer Pflanzen befestigt und diesen die Nahrung entzieht; die kleinen Blüten stehen in Knäueln (Fig. 308 *b*); *C. europaea*, auf Nesseln. Hopfen u. dgl., an Zäunen sehr verbreitet; *C. Epilinum*,

Flachsseide, auf dem Flachs, *C. Epithimum* auf verschiedenen niederen Pflanzen, auch auf dem Klee, den sie oft völlig verwüestet.

Offizinell: Tuber Jalapae, die Wurzelknollen von *Ipomoea Purga* in Mexiko.

Fam. 2. *Polemoniaceae*. Fruchtknoten trimer, dreifächerig, mit einer geraden oder mehreren schiefen Samenanlagen. Kapsel loculicid. Meist Kräuter ohne Milchsaft.

Polemonium coeruleum, Arten von *Phlox*, verbreitete Zierpflanzen.

Fam. 3. *Boraginaceae* (*Asperifoliae*). Blüten meist zygomorph, mit 5 Staubblättern; Fruchtknoten von zwei medianen Karpellen gebildet, aber scheinbar vierfächerig, indem er durch Einschnürung von der Mitte der Karpelle her (Fig. 309 C, r) in vier »Klausen« geteilt wird; der Griffel steht, meist scheinbar als Verlängerung der Achse, auf der oben einwärts gebogenen Spitze der Karpelle, umgeben von den vier Klausen (Fig. 309 B). Jede Klause enthält eine hängende anatrophe Samenanlage. Bei der Reife trennen sich diese vier Klausen als vier einsamige Nüsschen als vier einsamige Nüsschen völlig von einander. Same ohne Endosperm. Die Krone besitzt häufig an der Grenze von Röhre und Saum fünf den Zipfeln superponierte Auftreibungen, die Schlundschuppen (Fig. 309 A, b). Infloreszenz beblätterte oder blattlose Wickel bildend. Kräuter oder Sträucher mit meist rauher Behaarung, nur selten (z. B. *Cerithe*, *Myosotis palustris*) ganz oder fast kahl.

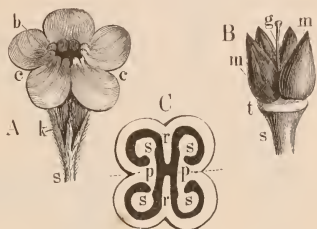


Fig. 309. A Blüte von *Anchusa* (wenig vergr.). Kelch, c Krone, b deren Schlundschuppen. B Frucht von *Myosotis* (vergr.). t der Blütenboden, mm die vier Nüsschen, g der Griffel. C Schema des vierfächerigen Fruchtknotens im Querschnitt, r die Rückenlinie der beiden Karpelle, pp deren zu Placenten verwachsene Ränder, s die Samenanlagen.

Unterfam. 1. *Ehretioideae*. Griffel auf der Spitze des Fruchtknotens.

Heliotropium peruvianum, Zierpflanze mit vanilleartig riechenden Blüten.

Unterfam. 2. *Boraginoideae*. Griffel zwischen den vier Klausen.

Myosotis, Vergissmeinnicht, *M. palustris*, an feuchten Orten, *M. silvatica*, in Wäldern, *M. stricta* u. a. auf Äckern. — *Lithospermum arvense*, officinale, *Echium vulgare*, *Lycopsis arvensis*, *Cynoglossum officinale* sind häufige Unkräuter. Die Blätter von *Borago officinalis*, Boretsch, werden als Gemüse gegessen.

Fam. 4. *Verbenaceae*. Staubblätter vier, didynam, oder zwei. Fruchtknoten ein- oder zweifächerig mit je zwei Samenanlagen, oder durch falsche Scheidewände zwei- bis vierfächerig mit je einer Samenanlage. Die Frucht zerfällt in zwei bis vier Teilfrüchte. Griffel auf dem Fruchtknoten. Blätter meist opponiert.

Verbena officinalis, Eisenkraut, häufig an Wegen u. dgl. *V. Aubletia*, verbreitete Zierpflanze. — *Tectona grandis*, Teakbaum in Ostindien, liefert Schiffbauholz.

Fam. 5. *Labiatae*. Blüte zygomorph, zweilippig; das hintere Staubblatt fehlt; die vier vorhandenen didynam (Fig. 310 B), seltener

(*Salvia* und verwandte) nur die beiden vorderen entwickelt. Fruchtknoten ebenso wie bei den Boragineen in vier Klausen geteilt, welche bei der Reife als vier Nüsschen abfallen (Fig. 310 C); nur sind hier die in jeder Klausen einzeln stehenden Samenanlagen aufrecht. Same ohne Endosperm. Kräuter mit dekussierten Blättern mit vierkantigem Stengel; die Blüten stehen scheinbar in Quirlen um den Stengel; es sind aber zusammengezogene cymöse Infloreszenzen, meist Dichasien, welche in der Achsel je eines der zwei opponierten Blätter stehen.

Unterfam. 1. Ocymoiidae. Die Staubblätter abwärts geneigt. — *Ocimum* Basilicum aus Ostindien, Küchengewürz. — *Lavandula*, Lavendel, in Südeuropa.

Unterfam. 2. Menthoideae. Die Staubblätter aufrecht, entfernt. Krone fast gleichmäßig vier- oder fünfzählige. — *Mentha*, Minze, in zahlreichen Arten. — *Pogostemon* Patschouli in Ostindien liefert das Patschoulikraut.

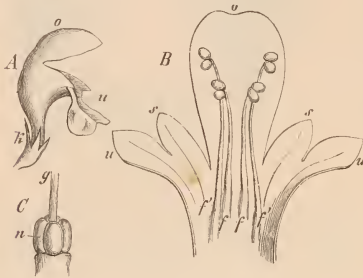


Fig. 310. A Blüte von *Lamium* von der Seite. k Kelch, o Ober-, u Unterlippe, B Blüte von *Leonurus* vorne geöffnet. o Ober-, u halbierte Unterlippe, s seitliche Kronenzipfel, ff kurze, ff' lange Staubblätter (vergr.). C Fruchtknoten, n Nüsschen, g Griffel (vergr.).

Unterfam. 3. Monardeae. Nur zwei Staubblätter unter der Oberlippe gleichlaufend. — *Salvia*, Salbei, *S. pratensis* u. a. einheimisch. — *Rosmarinus officinalis*, in Südeuropa.

Unterfam. 4. Satureineae. Vier Staubblätter mit breitem Konnektiv, entfernt. *Origanum vulgare*, O. Majorana, Majoran, Küchengewürz. — *Thymus*, Thymian. — *Satureja hortensis*, Bohnenkraut. — *Clinopodium vulgare*, häufig.

Unterfam. 5. Melissineae. Vier Staubblätter mit schmalen Konnektiv, entfernt. — *Melissa*, *Hyssopus*.

Unterfam. 6. Nepeteae. Staubblätter unter der Oberlippe gleichlaufend, die hinteren länger. — *Nepeta*; *Glechoma hederacea*, überall häufiges Unkraut.

Unterfam. 7. Stachydeae. Staubblätter unter der Oberlippe gleichlaufend, die vorderen länger. — *Lamium album*, *purpureum* u. a., Taubennessel; *Galeopsis*, *Stachys*, *Betonica*, *Ballota*, häufig.

Unterfam. 8. Scutellarieae. Staubblätter unter der Oberlippe gleichlaufend; Kelch zur Zeit der Frucht reife geschlossen. *Scutellaria*, *Brunella vulgaris*, häufig.

Unterfam. 9. Aiugoideae. Oberlippe sehr kurz, fast fehlend. *Aiuga reptans*, *genevensis*, häufig, *Teucrium*.

Offizinell: Flores *Lavandulae*, die Blüten von *Lavandula vera* (Südeuropa); Folia *Melissae* von *Melissa officinalis* (Südeuropa); Folia *Menthae piperitae* von *Mentha piperita*, Pfefferminze (Südeuropa); Oleum *Rosmarini* aus den Blättern von *Rosmarinus officinalis* (Südeuropa); Folia *Salviae* von *Salvia officinalis* (Südeuropa); Herba *Serpylli* von *Thymus Serpyllum*; Herba *Thymi* von *Thymus vulgaris* (Südeuropa).

Fam. 6. Solanaceae. Blüte meist aktinomorph, mit fünf Staubblättern. Fruchtknoten aus zwei schief gestellten Fruchtblättern bestehend, zweifächerig, mit zahlreichen Samenanlagen an der Scheidewand; letztere

setzt sich bisweilen von der Mitte aus noch in das Fach hinein fort, so dass der Fruchtknoten scheinbar vierfächerig wird (*Datura*). Samenanlagen kampylotrop. Frucht eine Kapsel mit verschiedener Dehiscenz oder eine Beere. Same mit Endosperm. Kräuter, bisweilen etwas holzig, ohne Milchsaft. Der Aufbau des blütentragenden Stengels ist cymös und wird noch komplizierter durch Verschiebungen der Tragblätter. So sieht man z. B. in Fig. 314 B das Schema des Aufbaues von *Atropa*; der Stengel, der mit der

Blüte 1 abschließt, trägt ein Vorblatt 1 α und einen Seitenspross, der mit der Blüte 2 abschließt; derselbe entspringt aus der Achsel eines Vorblattes 1 β , das aber nicht an der Basis seines Achselsprosses steht (wie der Pfeil andeutet), sondern an diesem selbst hinauf verschoben ist bis dicht unter dessen Blatt 2 α ; diese Verschiebungen wiederholen sich stets in dem ganzen cymösen Verzweigungssystem, so dass

hierbei *Atropa* immer unter einer Blüte zwei Blätter stehen, ein kleineres Fig. 314 1 α , 2 α (u. s. f.), das Vorblatt der betreffenden Blüte, und ein größeres (Fig. 314 A 0 β , 1 β , 2 β u. s. f.), das Tragblatt des Blüten sprosses selbst. (In der Figur 314 sind die Größenverhältnisse unrichtig dargestellt.) Bei anderen Solanaceen finden sich ähnliche Verhältnisse. Die meisten Repräsentanten sind narkotisch-giftig.

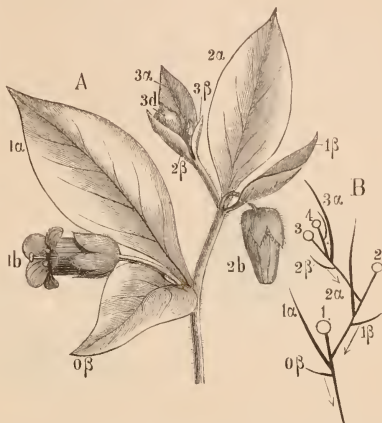


Fig. 311. A Oberer Teil eines blühenden Stengels von *Atropa Belladonna*; B Schema des cymösen Aufbaues des gleichen Stengels, 1, 2, 3 die Blüten α und β deren Vorblätter; aus der Achsel von β kommt jedesmal die neue Blütenachse, an welcher aber das Tragblatt β selbst hinauf verschoben ist.

Unterfam. 1. Solanaceae. Embryo deutlich gekrümmt; Fruchtknoten zwei-fächerig; die meisten Gattungen haben Beerenfrüchte; die Krone ist glockig mit kurzem Saume bei *Atropa Belladonna*, Tollkirsche mit schwarzer, sehr giftiger Beere, ferner bei *Lycium*, einem südeuropäischen, in Deutschland zuweilen verwilderten Strauch. — Mit breitem Saume versehen ist die Krone bei der umfangreichen Gattung *Solanum*, deren Antheren zu einer Röhre zusammenschließen und durch Löcher an der Spitze sich öffnen. *S. Dulcamara* mit blauer, *S. nigrum* mit weißer Krone, Nachtschatten; *S. tuberosum*, Kartoffel, aus Südamerika, die fleischigen stärkereichen unterirdischen Seitensprosse, Knollen, sind ein wichtiges Nahrungsmittel, die oberirdischen Teile giftig; *S. Lycopersicum*, Liebesapfel mit essbarer Frucht, *Capsicum longum* und *annuum* mit freien Antheren, aus Südamerika; die Beeren sind der sog.

spanische Pfeffer. — *Physalis* Alkekengi, Judenkirsche, mit blasig aufgetriebenem rotem Kelch, der die Beere umgibt.

Hyoscyamus niger, Bilsenkraut; die Kapsel öffnet sich durch Abwerfen eines Deckels.

Unterfam. 2. Datureae. Embryo deutlich gekrümmt; Frucht durch Umschlagen der Scheidewand unten 4 fächerig, 4 klappig — *Datura* Stramonium, Stechapfel.

Unterfam. 3. Cestreae. Embryo gerade; 5 fruchtbare Staubblätter. *Nicotiana* Tabacum, Tabakspflanze aus dem tropischen Amerika (s. Fig. 182 B, S. 241) mit 2 klappiger Kapsel. — *Petunia*, Zierpflanze.

Unterfam. 4. Salpiglossideae. Nur 2—4 fruchtbare ungleichlange Staubblätter.

Fam. 7. Scrophulariaceae. Fruchtknoten zweifächerig mit zahlreichen anatropen Samenanlagen an der Scheidewand; Kapsel Frucht, Same

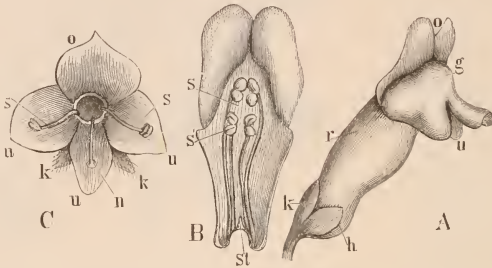


Fig. 312. Blüten von Scrophulariaceen; A von Antirrhinum; k Kelch, r Rohre der Krone mit dem sackartigen Anhang h, o Ober-, u Unterlippe der Krone, g der Gaumen, d. h. Auftreibung der Unterlippe. B die Oberlippe derselben Blüte von innen betrachtet, mit dem Androeceum, s die beiden längeren vorderen, s' die beiden kürzeren seitlichen Staubblätter, st das Rudiment des hinteren Staubblattes. C Blüte von Veronica, k Kelch, uuu die drei Zipfel der Unterlippe, o die einzipfelige Oberlippe, ss die beiden seitlichen Staubblätter, n die Narbe.

mit Endosperm. Staubblätter vier, didynam, oft mit einem Rudiment des hinteren (Fig. 342 B, st), oder nur die beiden seitlichen, selten (Verbascum) alle fünf fruchtbar.

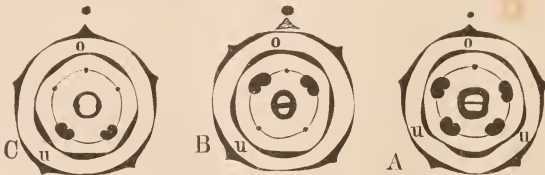


Fig. 313. Diagramme A der meisten Scrophulariaceen, B von Veronica, C der Lentibulariaceen; o Ober-, u Unterlippe.

Unterfam. 4. Pseudosolaneae. Krone mit absteigender Deckung; Blätter meist wechselständig; das hintere Staubblatt meist vorhanden. *Verbascum*, Wollblume,

Königskerze, mit wenig zygomorphen Blüten, fünf ungleich langen Staubblättern; *V. Lychnitis*, *nigrum*, thapsiforme u. a. an wüsten Plätzen.

Unterfam. 2. *Antirrhinoideae*. Krone mit absteigender Deckung; wenigstens die unteren Blätter gegenständig. *Antirrhium*, Löwenmaul, mit aufgetriebener Unterlippe (Gaumen) und sackartigem Anhang der Krone, 4 Staubblättern (Fig. 312 A und B); *A. maius*, Zierpflanze. — *Linaria*, mit gespornter Krone, 4 Staubblättern, *L. vulgaris* u. a. auf Äckern. — *Scrophularia*, mit deutlichem hinterem Staminodium, fast kugelige Blüte, *S. aquatica*, *nodosa*. — *Paulownia tomentosa*, aus Japan, Zierbaum mit sehr großen Blättern. — *Gratiola*, Gnadenkraut, die beiden vorderen Staubblätter sind Staminodien. — *Mimulus*, *Calceolaria*, *Pentstemon*, *Torenia* u. a. Zierpflanzen.

Unterfam. 3. *Rhinanthoideae*. Krone mit aufsteigender Deckung. *Digitalis*, Fingerhut, mit schiefglockiger Krone, 4 Staubblättern; *D. purpurea*, *grandiflora*, in Wäldern hier und da. — *Veronica*, mit nur zwei seitlichen Staubblättern, die beiden Zipfel der Oberlippe zu einem verschmolzen, der hintere Kelchzipfel meist ganz unterdrückt (Fig. 312 C, 313 B). *V. Anagallis* und *V. Beccabunga* in Wassergräben, *V. arvensis*, *triphyllos*, *hederaefolia* u. a. auf Äckern. — Folgende Gattungen mit helmförmiger Oberlippe sind zwar chlorophyllhaltig, schmarotzen aber auf den Wurzeln anderer Pflanzen oder leben saprophytisch von denselben. *Pedicularis*, mit fünfzähigem Kelch, *Euphrasia*, Augentrost, mit vierzähigem Kelch, *Rhinanthus*, mit vierzähigem aufgeblasenem Kelch, *Melampyrum*, Wachtelweizen, mit vierzähigem, röhrigem Kelch, wenigsamigen Fruchtfächern. — *Lathraea Squamaria*, Schuppenwurz, chlorophyllfrei, rötlich, schmarotzt auf der Wurzel von Bäumen.

Offizinell: Flores Verbasci, die Blüten von *Verbascum thapsiforme* und *phlomoides*; Folia Digitalis von *Digitalis purpurea*.

Fam. 8. *Bigoniaceae*. Staubblätter meist vier, didynam. Same meist geflügelt, ohne Endosperm. Holzpflanzen, einige schlingend.

Catalpa bignonioides, aus Nordamerika, Zierbaum. — Von *Jacaranda obtusifolia* in Südamerika stammt das Palisanderholz.

Fam. 9. *Gesneraceae*. Staubblätter meist vier, didynam, oder nur zwei. Fruchtknoten einfächerig, mit zahlreichen wandständigen Samenanlagen. Meist Kräuter mit gegenständigen Blättern.

Columnnea Schiedeana, *Achimenes*, *Ligeria* u. a. aus dem tropischen Amerika, Zierpflanzen.

Fam. 40. *Orobanchaceae*. Chlorophyllfreie Wurzel-Schmarotzer ohne Laubblätter, sonst mit vorigen übereinstimmend.

Orobanche rubens, *cruenta* auf Leguminosen, *lucorum* auf *Berberis*, *Hederae* auf *Ephedra*, *ramosa* auf Hanf, von meist brauner oder weißlicher Farbe.

Fam. 41. *Acanthaceae*. Staubblätter vier, didynam. Samenanlagen wenig, auf weit vorspringender Placenta. Same ohne Endosperm. Kräuter.

Acanthus mollis und andere Arten in Südeuropa, Zierpflanze.

Fam. 42. *Lentibulariaceae*. Nur die zwei vorderen Staubblätter entwickelt (Fig. 313 C). Die Samenanlagen zahlreich auf einer frei in der Fruchtknotenhöhle sich erhebenden Placenta. Same ohne Endosperm.

Utricularia, in mehreren Arten, schwimmende Wasserpflanzen mit feingeteilten Blättern und blasenförmigen Anhängseln, welche zum Fange kleiner Wassertierchen

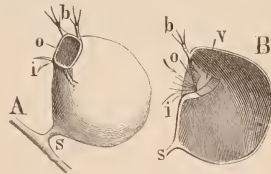


Fig. 314. Blase von *Utricularia*, A von außen, s deren Stiel, o der Eingang, i und b borstenförmige Anhänge; B der Länge nach durchgeschnitten, v eine Klappe, die sich nach innen öffnen lässt, aber den gefangenen Tieren den Ausgang wehrt (vergr.).

eingerichtet sind (Fig. 344). — *Pinguicula vulgaris* und *alpina*, kleine Pflänzchen mit grundständigen Blattrosetten, an feuchten Orten.

Fam. 13. Globulariaceae. Staubblätter vier; Fruchtknoten einfächerig mit einer hängenden Samenanlage, seitlichem Griffel. Same ohne Endosperm. Blätter in zerstreuter Stellung. Blüten in Köpfchen.

Globularia vulgaris, *cordifolia* mit grundständigen Blättern, an trockenen Orten hier und da.

Fam. 14. Plantaginaceae. Die Blüten sind aktinomorph und scheinbar vierzählig, erklären sich aber leicht im Anschluss an Veronica.

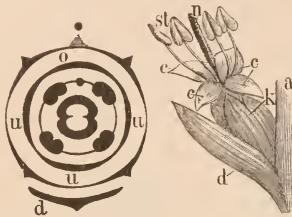


Fig. 315. Blüte von *Plantago*; *a* Ährenspindel, *d* Deckblatt der Blüte, *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubblätter, *n* Narbe (vergrößert). Im Diagramm bedeutet *o* die Ober-, *u* die Unterlippe.

Das hintere Kelchblatt ist hier ebenso wie dort unterdrückt, ebenso das hintere Staubblatt; die zwei Kronblätter der Oberlippe sind zu einem verschmolzen, das aber hier den drei Zipfeln der Unterlippe völlig gleich ist; die beiden vorderen Staubblätter sind hier nicht unterdrückt. Fruchtknoten ein- bis vierfächerig; Samenanlagen an der Innenwand der Fächer oder am

Grunde des Fruchtknotens. Frucht eine quer aufspringende Kapsel oder Nüsschen. Same mit Endosperm.

Plantago lanceolata, *major*, *media*, Wegerich, überall häufige Unkräuter; die Blätter bilden hier eine grundständige Rosette; aus ihren Achseln erheben sich die langen Schäfte, mit ährigen, einfachem Blütenstand (Fig. 315 *a*, *d*). Bei *P. cynops*, *Psyllium* u. a. ist der beblätterte Stengel gestreckt; die Samenschale schleimig. — *Litorea lacustris*; monöcisch, am Grunde von Gewässern, selten. —

2. Epigynae.

Fruchtknoten unterständig.

Ordnung 36. Rubiales.

Blüten meist aktinomorph, vier- oder fünfzählig; Kelch blattartig oder rudimentär; Fruchtknoten aus 2—5 Karpellen bestehend. Blätter gegenständig.

Fam. 4. Rubiaceae. Blüten aktinomorph, meist vier- oder fünfzählig. Kelch blattartig oder unterdrückt. Krone mit klappiger Knospelage. Fruchtknoten ein- oder zweifächerig, aus zwei Karpellen bestehend, mit einer oder mehreren Samenanlagen. Same meist mit Endosperm. Blätter gegenständig mit Nebenblättern, welche entweder unter sich zwischen den beiden Blättern jedes Paares verwachsen, oder häufig (bei allen bei uns einheimischen Gattungen) geteilt und den eigentlichen Blattspreiten gleich ausgebildet sind (Fig. 316 *A*, *nn*); man erkennt die

eigentlichen Blattspreiten leicht daran, dass nur aus ihren Achseln sich Sprosse entwickeln (Fig. 316 A, ff, ss).

Unterfam. 1. Cinchonoideae. Nebenblätter schuppenförmig, Fruchtfächer vielstamig. — *Cinchona*, Chinariidenbaum, in vielen Arten am östlichen Abhang der Anden in Südamerika einheimisch, neuerdings in Ostindien und Java kultiviert. *Ouroouparia*.

Unterfam. 2. Cofeoidae. Fruchtfächer einsamig. — *Coffea arabica*, Kaffeebaum aus Afrika, in den Tropen kultiviert; Frucht eine zwei- (oder ein-)samige Beere; die sog. Kaffeebohne ist der Same, der größtenteils aus dem Endosperm besteht und einen kleinen Embryo enthält. — *Uragoga*.

Bei der Gruppe *Galieae* (*Stellatae*) sind die Nebenblätter groß, blattartig. *Galium*, Labkraut, mit radförmiger Krone, undeutlichem Kelch, meist vierzählig. *G. silvestre*, Mollugo, *Aparine* u. a. häufig. — *Asperula* ebenso, mit trichterförmiger Krone; *A. odorata*, Waldmeister. — *Rubia tinctorum*, Krapp, mit meist fünfzähliger Blüte, radförmiger Krone, saftiger Frucht, stammt aus Südeuropa, wird wegen des Farbstoffs im Großen gebaut. — *Sherardia* mit deutlichem Kelch; *S. arvensis* auf Äckern.

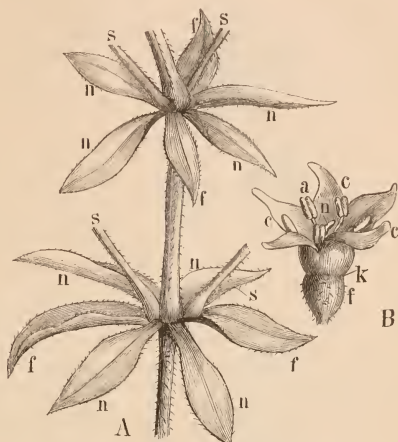


Fig. 316. A Stück des Stengels von *Rubia tinctorum*; ff die dekussierten Blattpaare, aus deren Achseln die Sprosse ss; nn die geteilten blattähnlichen Nebenblätter (nat. Gr.). B Blüte derselben Pflanze (vergr.). f Fruchtknoten, k der nur schwach angedeutete Kelch, c Krone, a Antheren, n Narbe.

Offizinell: Cortex Chinae, Chinariiden von verschiedenen Arten von *Cinchona*, besonders von der kultivierten *C. succirubra*. Radix *Ipecacuanhae*, Brechwurzel, von *Uragoga Ipecacuanha* in Südamerika. Catechu, ein in Indien aus *Ouroouparia* (*Uncaria*) *Gambir* (und *Acacia Catechu*) dargestelltes Extrakt.

Fam. 2. *Caprifoliaceae*. Blüten meist fünfgliedrig, aktinomorph oder zygomorph. Krone meist mit dachiger Knospelage. Fruchtknoten zwei- bis fünffächerig. Samenanlagen an den Scheidewänden, hängend. Frucht meist eine Beere oder Steinfrucht. Same mit Endosperm. Blätter meist ohne Nebenblätter. Meist Bäume oder Sträucher.

Unterfam. 1. *Sambuceae*. Blätter fiederschnittig; 3—5 steinige Steinfrucht. — *Sambucus*, Hollunder, mit fünfteiliger radförmiger Krone; *S. nigra*.

Unterfam. 2. *Viburneae*. Blätter ungeteilt oder gelappt; einsamige Steinfrucht. — *Viburnum*, Schneeball, mit fünfspaltiger Krone; *V. Lantana*, *V. Opulus* häufig, von letzterem eine Form kultiviert, deren sämtliche Blüten (bei der ursprünglichen Art nur die am Rand des Ebenstraußes stehenden) vergrößerte Kronen tragen und unfruchtbar sind.

Unterfam. 3. Linnaeae. Blätter ungeteilt; Fruchtfächer zum Teil mehr-, zum Teil einsamig. *Linnaea borealis* kleines kriechendes Sträuchlein im Norden und in den Alpen. — *Symphoricarpus racemosa*, Schneebeere, Zierstrauch aus Nordamerika, mit weißen Beeren.

Unterfam. 4. Lonicereae. Blätter ungeteilt; alle Fruchtfächer mehrsamig; Krone häufig zygomorph. — *Lonicera*, Heckenkirsche, mit zwei- bis dreifächerigem



Fig. 317. Diagramm der Blüten von Caprifoliaceen. A von *Leycesteria*, a Gynäceum von *Lonicera*, b von *Symphoricarpus*.



Fig. 318. Blüte von *Lonicera Caprifolium* (nat. Gr.). f Fruchtknoten, k Kelch, r Röhre, cc die fünf Zipfel der Krone, st Staubblätter, g Griffel, n Narbe.

Fruchtknoten; *L. Caprifolium*, *Periclymenum* mit windendem Stengel; *L. Xylosteum*, *tatarica*, *pyrenaica* u. a. Ziersträucher. Bei mehreren Arten (z. B. *L. alpigena*) verwachsen die Früchte der zu zweien dicht zusammenstehenden Blüten zu einer einzigen Beere. — *Diervilla*, mit zweifächeriger Kapsel, *D. trifida*, *florida* u. a. Ziersträucher.

Offizinell: Flores Sambuci von *Sambucus nigra*.

Ordnung 37. Aggregatae.

Blüten aktinomorph oder zygomorph, meist fünfzählig, Fruchtknoten

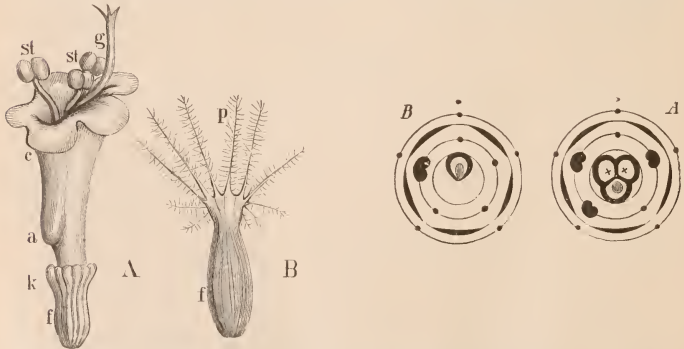


Fig. 319. A Blüte, B Frucht von *Valeriana* (vergr.). f Fruchtknoten, k Kelch, c Krone, a deren Höcker, st Staubblätter, g Griffel, p der Pappus. — Diagramme A von *Valeriana*, B von *Centranthus*.

einfächerig mit einer hängenden Samenanlage; Kelch rudimentär, oft

durch eine Haarkrone angedeutet. Staubblätter weniger als Kronenzipfel. Blätter gegenständig.

Fam. 4. *Valerianaceae*. Blüten zygomorph oder unregelmäßig, ursprünglich fünfgliederig. Der Kelch fehlt oder in Gestalt einer oft zehnstrahligen Haarkrone, eines sog. Pappus vorhanden, der sich erst nach der Blüte entwickelt (Fig. 319 B, p), während der Blüte kurz und eingerollt ist (Fig. 319 A, k). Staubblätter gewöhnlich nur drei entwickelt. Fruchtblätter drei, einen dreifächerigen Fruchtknoten bildend, von dem sich aber stets nur ein Fach mit einer hängenden Samenanlage ausgebildet. (Diagramm A Fig. 319.) Same ohne Endosperm. Blätter dekussiert.

Valeriana officinalis, dioica häufig auf feuchten Plätzen. — *Valerianella* mit nur gezähntem Kelchsaum, in mehreren Arten auf Äckern; *V. olitoria*, Feld- oder Nüsschensalat, Küchenpflanze. — *Centranthus ruber*, Zierpflanze; es ist nur ein Staubblatt und ein Fruchtblatt entwickelt (Fig. 319, Diagramm B); an der Basis der Kronenröhre eine spornartige Ausbuchtung, die bei *Valeriana* schon als ein kleiner Höcker angedeutet ist (Fig. 319 A, a).

Offizinell: Radix Valerianae von *Valeriana officinalis*, Baldrian.

Fam. 2. *Dipsacaceae*. Blüten ursprünglich fünfgliederig, von einem Außenkelch (Fig. 320 k') umgeben, der aus verwachsenen Vorblättern gebildet ist. Kelch häufig in Form borstenförmiger Zipfel (Fig. 320 k); Krone zweilippig; Staubblätter nur vier, da das hintere unterdrückt ist. Fruchtknoten einfächerig, mit einer hängenden Samenanlage. Same mit Endosperm. Blätter dekussiert. Blüten zu einem Köpfchen dicht zusammengestellt, das von einem Involucrum umgeben wird; die äußeren Blüten des Köpfchens gewöhnlich strahlend. Im Köpfchen sind die Deckblätter (Spreublätter) entwickelt oder fehlen. Frucht vom Außenkelch, der oft mit Längsfurchen ausgestattet ist, eingeschlossen.



Fig. 320. Blüte von *Scabiosa* (vergr.). f Fruchtknoten, k' Außenkelch der Länge nach durchschnitten; k Kelch, e Krone, st Staubblätter, n Narbe.

Dipsacus, Weberkarde, Kelch ohne Borsten; von *D. Fullonum* werden die Köpfchen in der Tuchbereitung angewendet; *D. silvester* häufig an wüsten Plätzen. — *Knautia* ohne Spreublätter, mit ungefurchtem Außenkelch, *K. arvensis* auf Wiesen häufig. — *Scabiosa* mit Spreublättern und meist trockenem Saum des Außenkelchs; *S. Columbaria* auf Wiesen; *S. pratensis*, auf nassen Wiesen, mit krautigem Saum des Außenkelchs.

Ordnung 38. Campanulatae.

Blüten aktinomorph oder zygomorph, meist fünfzählig; Kelch blattartig oder meist durch eine Haarkrone u. dgl. angedeutet; Antheren zusammenneigend oder verklebt; Fruchtknoten mit zahlreichen scheidewandständigen oder nur einer grundständigen Samenanlage.

Fam. 4. Campanulaceae. Kelchblätter deutlich vorhanden; Fruchtknoten mehrfächerig mit zahlreichen Samenanlagen; Kapsel Frucht. Samen mit Endosperm; Milchsaft.

Unterfam. 4. Campanuloideae. Blüten aktinomorph mit freien Antheren.

Campanula, Glockenblume, *patula*, *rotundifolia*, *rapunculoides* und andere Arten überall auf Wiesen und anderwärts. — *Specularia* mit radförmiger Blumenkrone;

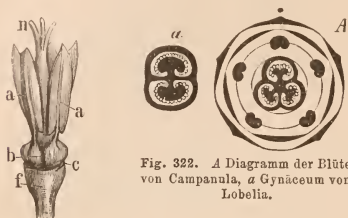


Fig. 322. A Diagramm der Blüte von *Campanula*, a Gynäceum von *Lobelia*.

Fig. 321. Andröceum und Gynäceum von *Campanula*; *f* der unterständige Fruchtknoten, *c* Insertion der Krone, *a* Antheren, *b* verbreiterte Basis der Staubblätter, *n* Narben (vergr.).

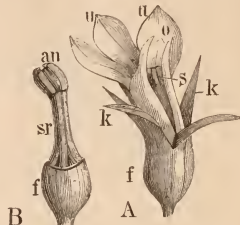


Fig. 323. A Blüte von *Lobelia*; *f* Fruchtknoten, *k* Kelch, *o* Ober-, *u* Unterlippe der Krone, *s* Staubblätter. B Andröceum und Gynäceum derselben, *sr* Röhre der Staubblätter, *an* Antheren (vergr.).

S. *Speculum* in Feldern. — *Phyteuma* mit von unten her sich öffnender Krone, Blüten in Köpfchen; *P. orbiculare*, *spicatum*; ähnlich *Jasione*.

Unterfam. 2. *Lobelioidae*. Blüten zygomorph (Fig. 323); die Krone meist zu einer auf einer Seite geschlitzten Röhre verwachsen und der Saum in zwei Lippen geteilt, eine aus drei Zipfeln bestehende Unter- (Fig. 323 A, *u*) und eine aus zwei kleineren Zipfeln (Fig. 323 A, *o*) bestehende Oberlippe. Der Anlage nach sollte aber die Bezeichnung umgekehrt sein, da die Blüte erst späterhin durch eine Drehung des Stieles umgewendet wird, so dass die ursprünglich hinteren

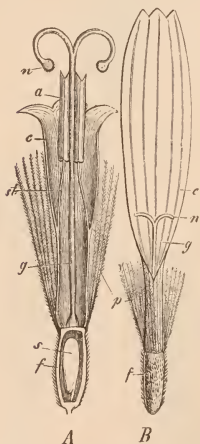


Fig. 324. Blüte von *Arnica* (vergr.). A des Mittelfeldes, im Längsschnitt. B des Randes, *f* Fruchtknoten, *p* Pappus, *c* Krone, *st* Staubblätter, *a* Antheren, *n* Narben, *g* Griffel, *s* Samenanlage.



Fig. 325. Diagramm der Compositenblüte.

Teile nach vorne, unten zu stehen kommen. Staubblätter oberwärts zu einer Röhre verwachsen (Fig. 323 B, *sr*); die Antheren nach der Zygomorphie der Blüte ungleich.

Offizinell: *Herba Lobeliae* von *Lobelia inflata* in Nordamerika.

Fam. 2. *Compositae*. Die Blüten sind stets zu viel- (selten 4-) blütigen Köpfchen vereinigt, meist in demselben Köpfchen von verschiedenem Geschlecht, zwitterige, weibliche und

geschlechtslose. Der Fruchtknoten ist unterständig, einfächerig, mit einer grundständigen anatropen Samenanlage. Der Kelch ist nur selten in Form kleiner Blätter oder Schuppen (Fig. 326 *D, p*) vorhanden, meist als eine Krone einfacher oder verzweigter Haare (Fig. 324 *p*, 326 *A, E, p*), die sich erst nach der Blütezeit zu einer Haarkrone vollständig entwickeln und Pappus genannt werden. Bisweilen fehlt der Kelch vollständig. Krone röhrig, entweder regelmäßig fünfzählig (Fig. 324 *A, c*, 326 *C, m, c*) oder am oberen Ende in einen einseitig ausgebreitete drei- (Fig. 324 *B, 326 B, ra*) oder fünfzähligen (Fig. 326 *A, c*) Saum ausgehend, zungenförmig, selten (nur bei ausländischen Gattungen) zweilippig. Filamente kurz, der Kronenröhre eingefügt (Fig. 324 *A, st*); die Antheren sind langgestreckt (Fig. 324



Fig. 326. Blüten und Blütenteile von Compositen, *f* Frucht oder Fruchtknoten, *h* Schnabel desselben *p* Pappus, *c* Krone, *s* Staubblätter, *n* Narben. *A* zungenförmige Blüte von *Taraxacum* mit fünfzähliger Krone, zwitterig. *B* Blütenköpfchen von *Achillea* (vergr.). *ra* Randblüten mit zungenförmigem dreizähligen Saume, weiblich, *m* zwittrige Blüten des Mittelfeldes, mit fünfzähliger Kronenröhre; *i* Involucrum. *C* Längsschnitt durch dasselbe stärker vergrößert; *r* Receptaculum, *i* Involucrum; *d* Deckblätter der Blüten, *ra* Randblüte, *m* Blüten des Mittelfeldes; *n'* Narben der weiblichen Randblüte. *D* Frucht von *Tanacetum* mit schuppenförmigem Pappus, *E* von *Taraxacum* mit haarförmigem, *F* von *Artemisia* ohne Pappus (alle vergr.).

A, a, 326 A, a), seitlich miteinander verklebt und bilden eine Röhre, durch die der Griffel hindurchgeht. Dieser spaltet sich oben in zwei Äste (Fig. 324 *A, n*, 326 *A* und *C, n*), gegen deren Spitzen die Narbenpapillen in je zwei Längsreihen angeordnet sind. In den rein weiblichen Blüten sind die Griffel meist kürzer (Fig. 324 *B, g*). Frucht eine einsamige Achene, an ihrem oberen Ende vom Kelch, dem Pappus (Fig. 326 *E* und *D, p*) gekrönt, wenn dieser nicht völlig fehlt (Fig. 326 *F, f*). Zuweilen ist die Achene, welche

mit verschiedenartigen Riefen oder Stacheln ausgestattet sein kann, an ihrem oberen Ende in einen Schnabel verlängert (Fig. 326 E, h). Same ohne Endosperm.

Meist Kräuter mit zerstreuten oder (seltener) dekussierten Blättern, ohne Nebenblätter, oft mit Milchsaft. Die Köpfchen werden stets von einer Anzahl von Hochblättern, dem Involucrum umgeben (Fig. 326 B, i). Die Deckblätter der einzelnen Blüten (Paleae oder Spreublätter genannt) sind entweder vorhanden (Fig. 326 C, d) oder fehlen.

Die Familie (die artenreichste des Pflanzenreiches) wird folgendermaßen eingeteilt:

Unterfam. 1. Tubuliflorae. In einem Köpfchen stehen entweder lauter zwittrige Röhrenblüten (d. h. mit regelmäßiger fünfzähliger Krone) oder die das Mittelfeld, den Discus (Fig. 326, B, m) einnehmenden zwittrigen Röhrenblüten werden am Rande umgeben von einer oder mehreren Reihen zungenförmiger weiblicher oder geschlechtsloser Blüten, deren Krone in einen dreizähligen (selten zweilippigen) Saum ausgeht (Fig. 324 B, 326 B, ra).*)

Tribus 1. Eupatorieae. Griffeläste linealisch; die Narbenreihen bis zu deren Mitte reichend. — *Eupatorium cannabinum*, an Ufern.

Tribus 2. Astereae. Griffeläste linealisch, oberwärts feinbehaart; die Narbenreihen bis zur feinen Behaarung reichend. — *Aster*, in vielen, besonders nordamerikanischen Arten als Zierpflanzen kultiviert, ebenso *Callistephus chinensis*, gewöhnlich *Aster* genannt. — *Erigeron acer*, *canadensis*, gemeine Unkräuter. — *Bellis perennis*, Gänseblümchen, auf Wiesen überall.

Tribus 3. Inuleae. Griffel verschiedenartig; Antheren am Grunde geschwänzt: *Inula*; *Gnaphalium*; *Antennaria*; *Helichrysum* mit trockenen gefärbten Anhängseln der Hüllblätter.

Tribus 4. Helianthaeae. Griffelschenkel oberhalb der Teilungsstelle mit einem Kranz längerer Haare; keine Haarkrone; Hüllblätter nicht trockenhäutig; Köpfchenboden mit Spreublättern. — *Helianthus annuus*, Sonnenblume; aus den Samen wird das Öl gewonnen; die inulinreichen Knollen von *H. tuberosus* aus Westindien dienen als Nahrungsmittel und Viehfutter. — *Spilanthes oleracea*. — Hierher auch *Xanthum* mit armbütigen weiblichen Köpfchen, deren Hülle nussartig zusammenschließt.

Tribus 5. Helenieae. Wie vorige, aber ohne Spreublätter; *Tagetes*, *Gaillardia* u. a. Zierpflanzen.

Tribus 6. Anthemideae. Griffel wie vorige, Hüllblätter am Rande und an der Spitze trockenbütig, keine Haarkrone. *Anthemis* mit Spreublättern, z. B. *A. arvensis*, Hundskamille, *A. nobilis*, römische Kamille. — *Achillea Millefolium*, Schafgarbe. — *Chrysanthemum* ohne Spreublätter, *C. Leucanthemum*, Wucherblume, auf Wiesen. — *Matricaria* Chamomilla, Kamille, ähnlich, mit hohlem Köpfchenboden. — *Artemisia Absinthium*, Wermuth, *A. vulgaris*, *campestris* häufig.

Tribus 7. Senecioneae. Griffel wie vor.; mit Haarkrone. — *Senecio vulgaris*, Jacobaea, gemein auf Äckern, Gartenland. — *Arnica montana* in Gebirgswäldern. — *Petasites*, *Tussilago*.

Tribus 8. Calenduleae. Scheibenblüten meist unfruchtbar. — *Calendula*.

Tribus 9. Cynareae. Griffel unterhalb oder an der Teilungsstelle knotig verdickt oder mit einem Kranz längerer Haare; Disteln, meist mit dornigen Blattzähnen. *Lappa maior*, *minor*, *tomentosa*, Klette, überall an Wegen, mit hakig gekrümmten

*) Die sog. »gefüllten« Köpfchen kommen dadurch zu stande, dass auch an den Blüten des Mittelfeldes die Krone zungenförmig dreizählig wird.

Blättern des Involucrum. — *Carduus nutans* und *acanthoides*, Distel, sehr häufige Unkräuter. — *Cirsium lanceolatum* ebenso; *C. palustre*, *oleraceum*, *rivulare* und andere Arten, Wiesendistel, an feuchten Orten. — *Carlina acaulis*, Wetterdistel, die innersten weißen Blätter des Involucrum legen sich infolge von Befeuchtung über dem Blütenköpfchen zusammen, legen sich bei Trockenheit strahlig auseinander. — *Centaurea Scabiosa*, Jacea, Flockenblume, überall, *C. Cyanus*, Kornblume, unter dem Getreide. — *Cynara Scolymus*, Artischocke, die jungen Blütenköpfe werden als Gemüse gegessen. — *Carthamus tinctorius*, Saflor, findet in der Färberei Anwendung. — Bei *Echinops* sind zahlreiche einblütige Köpfchen zu einem größeren kugeligen Köpfchen vereinigt.

Tribus 10. Mutisiaceae. Krone der Zwitterblüten zweilippig, die der männlichen und weiblichen zungenförmig oder zweilippig. — Südamerika.

Unterfam. 2. Liguliflorae (Cichorieae). — Alle Blüten des Köpfchens zwittrig, mit zungenförmigem fünfzähigem Saum der Krone (Fig. 326 A).

Taraxacum officinale, Löwenzahn, mit hohlem Köpfchenstiel, häufig. — *Lactuca sativa*, Kopfsalat; *L. Scariola*, virosa u. a. an wüsten Plätzen. — *Scorzonera hispanica*, Schwarzwurzel, Gemüsepflanze. — *Tragopogon orientalis* und *pratensis*, Bocksbart, häufig auf Wiesen. — *Cichorium Intybus*, an Wegen überall; die geröstete Wurzel dient als Kaffeesurrogat; *C. Endivia*, Endivie, Gemüsepflanze.

Offizinell: *Folia Farfarae* von *Tussilago Farfara*; *Flores Arnicae* von *Arnica montana*; *Herba Absynthii* von *Artemisia Absinthium*; *Flores Cinae*, Wurmsame, von der turkestanischen Form von *Artemisia maritima*; *Flores Chamomillae* von *Matricaria Chamomilla*; *Herba Cardui Benedicti* von *Centaurea benedicta* in Südeuropa; *Radix Taraxaci cum herba* von *Taraxacum officinale*.

Unterfamilie 3. Labiatiflorae mit in dem Involucrum vereinigt.

Register.

- Abfallen der Blätter 88.
Abies 206.
—, männliche Blüte 200.
Abietineae 205.
—, Knospe 27.
Abortus 223.
Abschnürung der Sporen
47. 151.
Absorbierte Nährstoffe 99.
Acacia 298.
—, Blatt 24.
—, Phyllodien 26.
Acajouholz 303.
Acanthaceae 329.
Acanthorrhiza, Wurzeln 34.
Acanthus 329.
Acer 306.
—, Keimung 263.
—, Knospe 27.
Acerioideae 306.
Achene 234.
Achillea 336.
Achimenes 329.
Achlamydeisch 211.
Achlya, Schwärmsporenbildung 48.
Achse 2.
Achselknospen 16.
Achsenbürtige Samenanlagen 219.
Aconitum 285.
— Fruchtknoten 216.
Acorus 254. 255.
Actaea 285.
Aculei 34.
Acyklisch 222.
Adernetz der Blätter 22. 61.
Adiantum 191.
Adlerfarn 191.
Adonis 284.
Adventive Entstehung 4.
Adventivsprosse 47.
Aecidium 164. 168.
Aegopodium 317.
Aeranthus, Wurzeln 34.
Ährchen 256. 257.
Ähre 237.
Ährenköpfchen 238.
Ährentraube 238.
Aesculus 305.
—, Knospe 27.
Aethalium 136.
Aethusa 317.
Äußere Lebensbedingungen
91.
Agaricinen 171.
Agaricus 169. 171.
Agathis 205.
Agathosma 302.
Agave 246.
Aggregatae 268. 332.
Agrimonia 295.
Agropyrum 260.
Agrostemma 281.
Agrostis 259.
Ahorn 306.
—, Zucker 46.
Aigeiros 271.
Ailantus 303.
Aiuga 326.
Aizoaceae 281.
Akazie 297.
Aklei 285.
Akrogynae 180.
Akrokarpische Moose 183.
Akropetale Anordnung 5.
Aktinomorph 225.
Alae 296.
Alchemilla 295.
—, Blatt 21.
Aldrovandia 291.
Aleuronkörner 44.
Algen 130. 134. 139.
—, Farbstoffe 40.
Alisma 261.
Alismaceae 261.
Alkaloide 94. 105.
Allium 245.
—, Staubblatt 214.
Alnus 273.
—, Knospe 27.
Alocasia 255.
Aloe 245. 246.
Alopecurus 259.
Alpenrose 319.
Alpinia 249.
Alsine 282.
Alsinoideae 281.
Alsophila 191.
Alströmeria 246.
Alternation 6.
Althaea 309.
Aluminium 95.
Alyssum 290.
Amanita 171.
Amarantaceae 289.
Amarantus 280.
—, Farbstoff der Blätter 46.
Amaryllideae 246.
Amaryllis 246.
Amelanchier 296.
Amentum 239.
Ammoniacum 318.
Ammoniak 100.
Amöbenartige Bewegung
38.
Amorpha 297.
Amorphophallus 254.
Ampelopsis 308.
Ampfer 279.
Amphigastrien 179.
Amygdalus 294.
Amylum 43.
Anacardiaceae 305.
Anacardium 305.
Anagallis 321.
Anakrogynae 179.
Ananas 247.
Anatrophe Samenanlagen
221.
Andira 298.
Andraea 182.
Andraeaceae 181.
Andröceum 211. 213.
Andromeda 319.
Andropogon 259.
Anemone 285.
Anethum 318.
Aneura 179.
Angelica 317.
Angiopteris 192.
Angiospermen 131. 210.
Angustisept 289.
Anis 318.

- Anisocarpeae 268. 322.
 Annulus 194.
 Anonaceae 282.
 Anordnung seitlicher Glieder 5.
 Anorganische Stoffe 94. 100.
 Antennaria 336.
 Anthela 239.
 Anthemis 336.
 Anthere 243.
 Antheridien 124. 154. 173. 185.
 Anthoceros 180.
 Anthocerotae 180.
 Anthocyan 46.
 Anthoxanthum 259.
 Anthriscus 348.
 Anthyllis 297.
 Antiaris 275.
 Antipoden 229.
 Antirrhinum 329.
 Apera 260.
 Apetal 212.
 Apfel 295. 296.
 Aphanocylicae 266. 282.
 Apium 347.
 Apocynaceae 323.
 —, Milchröhren 57.
 Apogamie 127.
 Apokarpes Gynäceum 217.
 Apophyse 207.
 Aposporie 128.
 Apothecium 160.
 Apotrop 224.
 Apposition 40.
 Aprikose 294.
 Aquilegia 285.
 Arabisches Gummi 105. 299.
 Araceae 253.
 —, Blätter 242.
 —, Luftwurzeln 34.
 Arachis 297.
 Araliaceae 348.
 —, Strangverlauf 264.
 Araucaria 205.
 Arbutus 319.
 Archangelica 347.
 Archegoniaten 131.
 Archegonium 124. 173. 185. 200.
 Archesporium 175. 186.
 Archidium 182.
 Arcostaphylos 319.
 Areyria 136.
 Ardisia 321.
 Areca 253.
 Arenaria 282.
 Arillus 202. 209. 282.
 Arista 258.
 Aristolochia 278.
 —, Bestäubung 228.
 Aristolochiaceae 278.
 Armeria 321.
 Arnica 336.
 Arrhizogonae 243. 249.
 Arrow-root 249.
 Art 132.
 Artemisia 336.
 Artischocke 337.
 Artocarpus 275.
 Arum 254. 255.
 Aruncus 294.
 Asa foetida 318.
 Asarum 278.
 Asche 95.
 Asclepiadaceae 323.
 —, Milchröhren 57.
 Asclepias 324.
 Ascobolus 160.
 Ascogon 155.
 Ascomycetes 157.
 Ascomyceten 152. 155.
 Ascus 48. 151. 155.
 Asparagin 94. 105.
 Asparagus 245.
 Aspe 274.
 Aspergillus 157. 158.
 Asperifoliae 325.
 Asperula 334.
 Asphodelus 244.
 Aspidium 189. 191.
 — innere Haare 33.
 Asplenium 189. 191.
 —, Spreuhaar 81.
 Assimilation 102.
 Aster 336.
 Astereae 336.
 Astragalus 297.
 Astrantia 347.
 Asymmetrische Blüten 225.
 Atemhöhle 81.
 Atemöffnung 177.
 Athyrium 194.
 Atmung 107.
 Atropa 327.
 Atrope Samenanlagen 221.
 Aucuba 348.
 Aufnahme der Nährstoffe 99.
 Augentrost 329.
 Aurantieae 302.
 Auriculariae 169.
 Ausläufer 31.
 Außenkelch 212.
 Autobasidiomycetes 152. 170.
 Autöcie 166.
 Autor 132.
 Autoxenie 166.
 Auxosporen 144.
 Avena 260.
 Azolla 194.
 Bacca 233.
 Bacillariaceae 130. 140.
 Bacillus 138.
 Bacterium 138.
 Bälglein 257.
 Baeomyces 162.
 Balanophora 278.
 Balanophoreae 278.
 Baldrian 333.
 Balg der Grasblüte 258.
 Balgfrucht 232.
 Ballota 326.
 Balsam 58.
 Balsaminaceae 300.
 Bambuseae 261.
 Banane 249.
 Bangia 149.
 Barbula 183.
 Barosma 302.
 Baryum 95.
 Basidie 151. 168.
 Basidiomyceten 152. 168.
 Basis 2.
 Bast 74.
 Bastard 128.
 Bastfasern 64. 74.
 Bastkörper 63. 70. 74.
 Batatas 324.
 Batrachospermum 149.
 Bauchnaht 217.
 Bauchpilz 172.
 Baum 29. 264.
 Baumbart 162.
 Baumfarne 188. 191.
 Baumwolle 82. 310.
 Baustoffe der Zelle 103.
 Beere 233.
 Befruchtung 123. 229.
 Begonia 343.
 —, Krystalle 45.
 —, Strangverlauf 264.
 Begoniaceae 313.
 Bellis 336.
 Benzoe 322.
 Berberidaceae 286.
 Berberis 286.
 —, Bewegung der Staubblätter 117.
 —, Blattdornen 27.
 Bergenia 293.
 Bertholletia 316.
 Besenprieme 297.
 Bestäubung 226.
 Beta 280.
 Betelnusspalme 253.
 Betonica 326.
 Betula 273.
 Betulaceae 272.
 Betuleae 273.
 Bewegung des Protoplasmas 38.
 Biatora 162.
 Bicornes 268. 319.
 Bierhefe 159.
 Bignoniaceae 329.
 —, Dickenwachstum 75.
 Bikollaterale Stränge 67.

- Bilateral 2.
 Bilsenkraut 328.
 Binse 256.
 Biota 208.
 Birke 273.
 Birnbaum 296.
 Bixa 340.
 Bixaceae 310.
 Blättchen 23.
 Blasenstrauch 297.
 Blasia 179.
 Blatt 15. 18.
 Blattdornen 27.
 Blatthäutchen 20.
 Blattnarbe 17.
 Blattnerven 20.
 Blattranken 26.
 Blattrosetten 17.
 Blattspurstränge 62.
 Blattstellung 5.
 Blauholz 298.
 Bleichsucht 100.
 Blitum 280.
 Blüten 33. 174. 195. 199. 210.
 Blütenboden 244.
 Blütenfarben 40. 46.
 Blütenformeln 223.
 Blütenhülle 240. 244.
 Blütenstände 236.
 Blütenstaub 199. 245.
 Blütenstiel 244.
 Blumenkohl 290.
 Blüten der Reben u. Bäume 98. 99.
 Blutendes Brot 139.
 Bocksbart 337.
 Böhmeria 276.
 Bohne 298.
 —, Bewegungen der Blätter 146.
 —, Schlingen des Stammes 148.
 Bohnenkraut 326.
 Boletus 174.
 Boraginaceae 325.
 Borago 325.
 Borassus 252.
 Borke 83.
 Borneokampher 344.
 Borstengras 260.
 Bostryx 238.
 Botrychium 192. 193.
 Botrydiaceae 145.
 Botrydium 145.
 Brachypodium 260.
 Brachythecium 184.
 Brakteen 236.
 Braudpilze 163.
 Brasenia 283.
 Brassica 290.
 —, Frucht 233.
 Brayera 296.
 Brechnuss 323.
 Brennessel 276.
 Brennhaare 82.
 Briza 260.
 Brom 95. 104.
 Brombeere 295.
 Bromeliaceae 247.
 Bromus 260.
 Brotbaum 275.
 Broussonetia 275.
 Bruchfrüchte 233.
 Brunella 326.
 Brunnkresse 290.
 Brutknospen 31. 176.
 Brutzellen 126.
 Bryinae 182.
 Bryonia 342.
 Bryophiten 130. 172.
 Bryum 184.
 Buche 274.
 —, Blatt 24.
 —, Blattstellung 10.
 —, Knospe 27.
 Buchweizen 280.
 Buellia 162.
 Bulbochaete 144.
 Bulbus 30.
 Bulgaria 160.
 Bupleurum 347.
 —, Blatt 19.
 Burseraceae 303.
 Butomus 261. 262.
 —, Fruchtknoten 220.
 —, Blattstellung 10.
 Buttersäuregärung 139.
 Buxaceae 306.
 Buxbaumia 184.
 Buxus 307.
 Cabomba 283.
 Cacao 309.
 Cactaceae 313.
 Caecoma 164. 168.
 Caesalpinia 298.
 Caesalpinieae 298.
 Calabarbohne 298.
 Caladium 255.
 Calamagrostis 259.
 Calamiten 196.
 Calamus 253.
 Calceolaria 329.
 Calcium 95. 100.
 Calendula 336.
 Calicieae 163.
 Caliculus 242.
 Calix 212.
 Calla 234.
 Callistemon 345.
 Callistephus 336.
 Callithamnion 149.
 Callitrichaceae 304.
 Callitriche 304.
 Calluna 320.
 Callus 87.
 —, der Siebröhren 56.
 Calosphaeria 158.
 Calothamnus 315.
 Caltha 285.
 Calycanthaceae 282.
 Calycanthus 282.
 Calyptra 174.
 Cambium 63. 69.
 Cambiumring 69. 75. 204. 264.
 Camellia 344.
 Campanula 334.
 Campanulaceae 334.
 —, Milchröhren 57.
 Campanulatae 268. 333.
 Campecheholz 298.
 Campylospermeen 316.
 Canna 249.
 Cannabinaceae 275.
 Cannabis 275.
 Cannaceae 249.
 Cantharellus 171.
 Capillitium 136. 172.
 Capitulum 237.
 Capparidaceae 290.
 Capparis 290.
 Caprifoliaceae 334.
 Capsella 290.
 —, Blatt 24.
 Capsicum 327.
 Capsula 232.
 Caragana 297.
 Cardamomen 249.
 Carduus 337.
 Carex 257.
 — arenaria, Rhizom 34.
 Carica 342.
 Caricoideae 237.
 Carina 296.
 Carlina 337.
 Carludovicia 253.
 Carpinus 273.
 Carpopogonien 149.
 Carpophorum 347.
 Carposporen 126.
 Carrageen 149.
 Carthamus 337.
 Carum 234. 347.
 Caruncula 304.
 Carya 270.
 Caryophyllaceae 284.
 Caryophylli 346.
 Caryophyllinae 266. 280.
 Caryopse 234.
 Cascariillarinde 304.
 Cassia 298.
 Cassytha 283.
 Castanea 274.
 Casuarina 269.
 Casuarinaceae 269.
 Catalpa 329.
 Catechu 334.

- Caulalis 348.
 Caulerpa 446.
 Caulerpaceae 446.
 Caulis 29.
 Ceder 207.
 Cedernholz 303.
 Cedrela 303.
 Cedrus 206, 207.
 Celastraceae 306.
 Cellulose 35, 40, 43, 94, 103, 104.
 Celosia 280.
 Celtis 274.
 —, Cystolithen 45.
 Centaurea 337.
 Centranthus 333.
 Centrifugalkraft 448.
 Centrolepidaceae 247.
 Centrospermae 266, 279.
 Cephalanthera 254.
 Cephalotaceae 292.
 Cephalotaxus, Krystalle 45.
 Ceramium 449.
 Cerastium 282.
 Ceratodon 483.
 Ceratonia 298.
 Ceratophyllaceae 284.
 Ceratophyllum 284.
 Cercis 298.
 Cereus 313.
 Ceroxylon, Wachs 80.
 Cetraria 462.
 Chaerophyllum 348.
 Chaetophoraceae 444.
 Chamaecyparis 208.
 Chamaerops 252.
 Champignon 474.
 Chara 448.
 Characeae 430, 435, 448.
 Cheiranthus 290.
 Chelidonium 287.
 Chemische Reize 421.
 — Wirkungen des Lichtes 93.
 Chenopodiaceae 280.
 —, Dickenwachstum 75.
 Chenopodium 280.
 Chimaphila 349.
 Chinarinden 331.
 Chlamydococcus 442.
 Chlamydomonas 442.
 Chlor 95, 404.
 Chloranthaceae 269.
 Chlorideae 260.
 Chlorophora 275.
 Chlorophyceen 430, 435, 444.
 Chlorophyll 39, 93, 402.
 — Verhalten in der Kälte 40.
 Chlorophyllbildung 93.
 Chlorophyllkörner 39, 402.
 —, Bewegung 415.
 Chlorophyllkörper 39.
 Chloroplasten 39.
 Chlorotische Pflanzen 400.
 Chondrus 449.
 Choripetal 242.
 Chromatophoren 39.
 Chromoplasten 40.
 Chroolepus 444.
 Chrysanthemum 336.
 Chrysomyxa 168.
 Chrysosplenium 293.
 Chytridiaceen 151, 152.
 Cibotium 194.
 Cichorium 337.
 Cicuta 347.
 Cina 337.
 Cinchona 334.
 Ciniunus 238.
 Cinnamomum 283.
 Circaea 344.
 Circulation des Protoplasmas 38.
 Cirrhus 32.
 Cirsium 337.
 —, Bastarde 428.
 Cistaceae 310.
 Cistus 310.
 Citrone 233, 303.
 —, Öllücken 58.
 Citrullus 312.
 Citrus 302.
 —, Blatt 24.
 Cladonia 462.
 Cladophora 445.
 Cladophoraceae 445.
 Cladostephus 447.
 Cladrastis 298.
 Clavaria 470.
 Clavarien 470.
 Claviceps 459.
 Clematis 286.
 Clethra 349.
 Clethraceae 349.
 Clinopodium 326.
 Closterium 440.
 Clusiaceae 341.
 Coca 304.
 Cocculus, Dickenwachstum 75.
 Cochbenille 343.
 Cochlearia 290.
 Cocos 253.
 Coelospermeen 347.
 Cönobium 442.
 Coffea 334.
 Colchicum 243, 244.
 —, Frucht 233.
 Coleochaetaceen 444.
 Coleochaete 445.
 Coleosporium 466, 468.
 Collema 462, 463.
 Collemaeae 462.
 Collenchym 78.
 Colocasia 255.
 Colombowurzel 286.
 Colophonium 207.
 Coloquinte 343.
 Columella 475.
 Columnea 329.
 Columniferae 267, 308.
 Colutea 297.
 Comelyna 247.
 Commelynaceae 247.
 Commiphora 303.
 Compositae 334.
 —, Fruchtknoten 220.
 —, Ölgänge 59.
 Condurangorinde 324.
 Conferva 443.
 Confervoideae 443.
 Conidien 454, 456.
 Coniferae 434, 202, 204.
 —, Harzgänge 59, 74.
 Conjugaten 430, 434, 439.
 Conium 348.
 Contortae 268, 308.
 Coriaria 245.
 Convolvulaceae 324.
 Convolvulus 324.
 —, Krone 244.
 Copaifera 298.
 Copernicia, Wachs 80.
 Coprinus 474.
 Corallina 449.
 Coralliorrhiza 251.
 Corchorus 309.
 Cordaitaceen 204.
 Cordyceps 459.
 Cordyline 245.
 Coriandrum 348.
 Cormophyten 434.
 Cornaceae 348.
 Cornus 348.
 —, Knospen 27.
 Corolla 242.
 Coronilla 297.
 Corticium 470.
 Corydalis 288.
 —, Kotleton 263.
 Coryleae 272.
 Corylus 273.
 Corymbus 239.
 Cosmarium 440.
 Costae 316.
 Cotinus 305.
 Cotonaster 296.
 Crassula 292.
 Crassulaceae 292.
 Crataegus 296.
 Crenothrix 438.
 Cribrovasalsystem 63.
 Crocus 247.
 Cronartium 468.
 Croton 304.
 Crucibulum 472.
 Cruciferae 288.
 Cubebae 269.
 Cucubalus 281.

- Cucumis 312.
 Cucurbita 312.
 —, Bau der Stränge 67.
 Cucurbitaceae 312.
 Cuphea 315.
 Cupressineae 208.
 Cupressus 208.
 Cupula 234. 271.
 Curare 323.
 Curcuma 249.
 Cuscuta 324.
 —, Saugwurzeln 34.
 Cuticula 80.
 Cuticularisierung 42.
 Cyanophyceae 437. 460.
 Cyathea 194.
 Cyatheaceae 191.
 Cyathium 303.
 Cyathus 172.
 Cycadaceae 131. 202. 203.
 Cycas 203. 204.
 —, Dickenwachstum 75.
 Cyclamen 324.
 Cyclantheae 253.
 Cydonia 296.
 Cyklische Blüten 222.
 Zyklus 7.
 — in der Blüte 223.
 Cylindrospermum 138.
 Cyma 238.
 Cymöse Verzweigung 42.
 238.
 Cynara 337.
 Cynareae 336.
 Cynodon 260.
 Cynoglossum 325.
 Cynomorium 278.
 Cyperaceae 256.
 Cyperus 257.
 Cyresse 208.
 Cyripedium 251.
 Cystokarpien 149.
 Cystolithen 45. 46.
 Cystopus 155.
 Cytinus 279.
 Cytisus 297.

D
 Dactylis 260.
 Daedalea 174.
 Dahlia, knollige Wurzeln
 34.
 Dammarharz 205.
 Danaea 192.
 Daphne 299.
 —, Kelch 214.
 Darlingtonia 294.
 Dattelpalme 252.
 —, Keimung 240.
 Datura 328.
 Daucus 318.
 Dauergewebe 53.
 Davallia 189. 191.
 Deckblätter 236.
 Deckschuppe 205.
 Deckspelze 257.
 Decussierte Stellung 7.
 Degradationsprodukte 105.
 Dehiscenz 232.
 Delesseria 149.
 Delphinium 285.
 Dematophora 159.
 Deschampsia 260.
 Desmidiaceae 140.
 Deutzia 293.
 Diadelphie Staubblätter 215.
 Diagonale Stellung 224.
 Diagramm 6.
 — der Blüte 223.
 Dianthus 284.
 —, Kronenblatt 213.
 Diapensia 320.
 Diapensiaceae 320.
 Diatomeen 135. 140.
 Diatrype 159.
 Dicentra 288.
 Dichasium 12. 238.
 Dichogamie 227.
 Dichopsis 321.
 Dichotomie 4. 11.
 —, falsche 12.
 Dickenwachst. der Stämme
 und Wurzeln 69.
 Dickenwachstum der Zell-
 haut 44.
 Dicranum 483.
 Dictamnus 302.
 —, Öllücken 59.
 Didymium 136.
 Didymie Staubblätter 324.
 Diervilla 332.
 Digestionsdrüsen 82.
 Digitalis 329.
 Diklinische Blüten 210.
 Dikotyledonen 134. 239. 262.
 —, Fibrovasalstränge 63.
 Dimorphismus 227.
 Dinkel 260.
 Diöcische Pflanzen 126.
 Dionaea 294.
 Dionon 204.
 Dioscorea 246.
 Dioscoreaceae 246.
 Diosmeac 302.
 Diosmose 90.
 Diospyrinac 268. 324.
 Diospyros 322.
 Diplecoloben 289.
 Diplostemon 223.
 Dipsaceae 333.
 Dipsacus 333.
 Dipterix 298.
 Dipterocarpaceae 314.
 Discomyceten 160.
 Discus 224.
 Distel 337.
 Divergenz 6.
 Döldchen 237.
 Dolde 237.
 Doldengewächse 316.
 —, Harzgänge 59.
 —, hohle Stengel 53.
 Dorema 318.
 Dornen 27. 32.
 Dorsiventral 3.
 Draba 290.
 Dracaena 245.
 —, Dickenwachstum 76.
 Drachenblutbaum 245.
 Drosera 294.
 —, Fleischfressen 107.
 Droseraceae 294.
 Drüsen 58. 82.
 Dropan 235.
 Dryadoideae 295.
 Dryas 295.
 Dryobalanops 314.
 Durchlasszellen 78.

E
 Ebenaceae 322.
 Ebenholz 322.
 Ebenstrauch 239.
 Echeveria 292.
 Echinocactus 313.
 Echinops 337.
 Echinopsis 313.
 Echium 323.
 Ectocarpus 147.
 Edelkastanie 271.
 Edeltanne 206.
 Ehretioideae 323.
 Ei 123.
 Eibe 209.
 Eibisch 310.
 Eiche 274.
 —, Knospe 27.
 Eichel 234.
 Eichenrinde, Sklerenchym
 55.
 Einbeere 245.
 Einbrüderige Staubblätter
 215.
 Eingeschlechtige Blüten 210.
 Einhäusige Pflanzen 126.
 Einjährige Pflanzen 127.
 Einkorn 260.
 Eisen 95. 100.
 Eisenhut 285.
 Eisenkraut 325.
 Eiweißstoffe 94. 103.
 Eizelle 123.
 Elaeagnaceae 299.
 Elaeagnus 299.
 Elaeis 253.
 Elaphomyces 158.
 Elateren 175.
 Elatinaceae 310.
 Elektrizität 94.
 Elettaria 249.
 Eleutheropetal 212.

- Eleutheropetalae 265.
 Eleutherophyll 212.
 Eleutherosepal 242.
 Elfenbein, vegetabilisches 253.
 Elodea 261.
 Embryo 224, 204, 229, 240, 263.
 Embryonales Gewebe 440.
 Embryosack 200, 229.
 Embryoträger 204.
 Emmer 260.
 Empetraceae 305.
 Empetrum 305.
 Empirisches Diagramm 223.
 Empleurum 302.
 Empusa 153.
 Encephalartos 204.
 Endivie 337.
 Endknospe 46.
 Endocarpon 164.
 Endodermis 78.
 Endogen 5.
 Endokarp 234.
 Endophyllen 467.
 Endophyllum 167.
 Endosperm 200, 229.
 Endothecium 175.
 Engelsüb 194.
 Enteromorpha 143.
 Entomophthoreen 154, 153.
 Entstehung der Zellen 46.
 Entstehungsweise der Glieder 4.
 Enzian 323.
 Epacridaceae 320.
 Ephebe 162.
 Ephedra 209.
 Ephemerum 482.
 Epheu 348.
 —, Harzgänge 59.
 Epidermis 79, 96.
 Epigamophyten 431.
 Epigynae 268.
 Epigyne Blüte 219.
 Epikarp 234.
 Epikotyles Glied 203.
 Epilobium 343.
 Epimedium 286.
 Epipactis 254.
 —, Blüte und Bestäubung 229.
 Epipetale Staubblätter 222.
 Epipogon 254.
 Episepale Staubblätter 222.
 Epithem 69.
 Epitrop 221.
 Equisetinae 430, 494.
 Equisetum 494.
 Erbse 297.
 —, Blatt 20.
 —, Frucht 233.
 Erdbeere 234, 295.
 Erdbeere, Ausläufer 34.
 Erdmandel 297.
 Erfrieren 92.
 Ergrünen 93.
 Erica 320.
 Ericaceae 349.
 Erigeron 336.
 Eriocaulaceae 248.
 Eriophorum 236.
 Erle 273.
 Ernährung 94.
 Erneuerungssprosse 28.
 Erodium 235, 300.
 Ersatzfaserzellen 74.
 Ervum 297.
 Eryngium 347.
 Erysiphe 457.
 Erysipheae 158.
 Erythraea 323.
 Erythrophyll 46.
 Erythroxyllaceae 304.
 Erythroxyllon 304.
 Esche 322.
 —, Knospen 27.
 Eschscholtzia 287.
 Esparsette 297.
 Essigsäuregärung 439.
 Etiolierte Pflanzen 144.
 Euastrum 440.
 Eucalyptus 345.
 Eucyclicae 267, 294.
 Eucyclische Blüten 222.
 Eugenia 345.
 Eupatorium 336.
 Euphorbia 303.
 Euphorbiaceae 303.
 —, Milchröhren 57, 58.
 Euphorbiales 267, 303.
 Euphorbium 304.
 Euphrasia 329.
 Eurhynchium 484.
 Eurotium 157, 158.
 Evernia 162.
 Evonymus 306.
 Exine 476, 200, 246.
 Exoasceae 456.
 Exoascus 457.
 Exobasidiaceae 170.
 Exobasidium 170.
 Exogen 5.
 Extrorse Anthere 214.
 Fächer 43, 238.
 Fächer des Fruchtknotens 217.
 Fächerung der Zellen 47.
 Fagaceae 271.
 Fagales 266, 274.
 Fagus 274.
 —, Blatt 21.
 —, Blattstellung 40.
 Fahne 296.
 Familien 432.
 Farbstoffe 39, 46, 405.
 Farinosae 243, 247.
 Farne 487, 488.
 —, Fibrovasalstränge 63, 67.
 Fasern 54.
 Faserstränge 64.
 Fatsia 348.
 Fäulnis 406, 439.
 Fäulnisbewohner 405, 450.
 Fegatella 479.
 Fehlschlagen 223.
 Feige 234, 275.
 Felsenbirne 296.
 Fenchel 348.
 Fermente 406.
 Fernambukholz 298.
 Ferula 348.
 Festuca 260.
 Fette 44, 403.
 Feuerlilie 245.
 Feuerschwamm 471.
 Fibrovasalstränge 64.
 Fichte 207.
 —, Blattquerschnitt 77.
 Ficus 275.
 —, mehrschichtige Epidermis 80.
 Fieberklee 323.
 Filament 243.
 Filices 187, 488.
 Filicinae 430, 487, 488.
 Fingerhut 329.
 Fissiden 483.
 Flachs 304.
 Flachsseide 324.
 Flächenständige Samenanlagen 220.
 Flächenwachstum der Zellohaut 40.
 Flechten 156, 160.
 —, Krystalle 46.
 Fleischfressende Pflanzen 407.
 Flieder 322.
 Fliegenfalle 294.
 Fliegenschwamm 471.
 Flockenblume 337.
 Florideen 449.
 Flüchtige Öle 403.
 Flügel 235, 296, 304.
 Flugbrand 164.
 Fluor 95.
 Föhre 207.
 Foeniculum 347.
 Foliolum 23.
 Foliose Lebermoose 177.
 Folium 48.
 Folliculus 232.
 Fontinalis 484.
 —, Stammscheitel 86.
 Formbestandteile 4.
 Formeln der Blüten 223.
 Fortpflanzung 422.

- Fragaria 295.
 —, Ausläufer 34.
 Frangulinae 267. 307.
 Frauenschuh 254.
 Fraxinus 322.
 Freie Zellbildung 49.
 Fremdbestäubung 226.
 Fritillaria 245.
 Frondose Lebermoose 477.
 Froschbiss 262.
 Froschlöffel 264.
 Frostspalten 93.
 Frucht 230.
 — der Hydropterides 494.
 Fruchtbecher 274.
 Fruchtblätter 200. 217.
 Fruchthaufen 490.
 Fruchtknoten 247.
 Fruchtkörper 454.
 Fruchtschuppe 205.
 Fruchtträger 450.
 Frühjahrsholz 73.
 Frullania 479. 480.
 Fuchsia 344.
 Fuchsschwanzgras 259.
 Fucus 447.
 Füllzellen 55. 85.
 Fuligo 436.
 Fumago 458.
 Fumaria 288.
 Fumaricae 287.
 Funaria 484.
 Fungi 430. 435. 450.
 Fungus chirurgorum 474.
 Funiculus 220.
 Fuß 175. 486.
 Fußstücke 5. 44.

 Gabelzweige 5. 44.
 Gährung 406. 457.
 Gänge 58.
 Gänseblümchen 336.
 Gaillardia 336.
 Galactodendron 275.
 Galanga 249.
 Galanthus 246.
 Galbanum 348.
 Galeopsis 326.
 Galgantwurzel 249.
 Galium 334.
 Gallae 272.
 Gallertflechten 461.
 Gameten 423.
 Gamopetal 212.
 Garcinia 344.
 Gastromyceten 452. 472.
 Gattung 432.
 Gaultheria 349.
 Geaster 472.
 Gefäß 37. 55. 64. 74. 73.
 Gefäßbündel 64.
 Gefäßbündelsystem 60. 64.

 Gefäßkryptogamen 484.
 Gefäßpflanzen 434.
 Gefüllte Blüten 213.
 Gekreuzte Blattstellung 7.
 Gekrümmte Samenanlagen 221.
 Gelbe Rübe 348.
 Geleitzellen 65.
 Gemeinsame Wandung der Gewebezellen 51.
 Gemma 46.
 Generatio spontanea 46.
 Generationswechsel 424.
 Genetische Spirale 7.
 Genista 297.
 Gentiana 323.
 Gentianaceae 323.
 Genus 432.
 Geogiaceae 484.
 Gerade Samenanlagen 221.
 Geraniaceae 300.
 Geranium 300.
 —, Blatt 24.
 Gerbstoffe 405.
 Germen 247.
 Gerste 260.
 —, Stärke 44.
 Geschlechtliche Fortpflanzung 422.
 Geschlossene Fibrovasalstränge 63.
 Gesneraceae 329.
 Getreide 260.
 Getüpfelte Tracheen 55.
 Geum 295.
 Gewebe 35. 50.
 Gewebeformen 53.
 Gewebespannungen 94. 442.
 Gewebesysteme 59.
 Gewürznelken 346.
 Giftmorchel 472.
 Gigartina 449.
 Ginkgo 209.
 Ginster 297.
 Gladiolus 247.
 Glechoma 326.
 —, kriechender Stengel 34.
 Gleditschia 298.
 Gleicheniaceae 492.
 Glieder des Pflanzenkörpers 4. 45.
 Gliederhülse 235.
 Gliederschote 235.
 Globoide 44.
 Globularia 330.
 Globulariaceae 330.
 Glockenblume 334.
 Gloeocapsa 437.
 Glumae 258.
 Glumiflorae 243. 256.
 Glycyrrhiza 297.
 Gnaphalium 336.
 Gnetaceae 434. 200. 202.

 Gnetum, Dickenwachstum 75.
 Goldlack 280.
 Gonidien 290.
 Gonolobus 324.
 Gossypium 340.
 — Haare der Samenschale 82.
 Gräser 257.
 —, hohle Stengel 53.
 —, Kieselsäuregehalt 43.
 Gramineae 257.
 Granatapfel 346.
 Granne 258.
 Granulose 43.
 Graphideae 463.
 Graphis 463.
 Grasährchen 257.
 Grasähre 259.
 Grasrispe 259.
 Gratiola 329.
 Grenzzone 73.
 Grevillea 276.
 Griffel 249.
 Grimmia 483.
 Grunales 267. 300.
 Grundgewebe 60. 76.
 Grundspirale 7.
 Guajacum 304.
 Gummi 58. 405.
 Gummibaum 275.
 Gummiharz 58.
 Gurke 342.
 Guttapercha 324.
 Gutti 344.
 Gymnadenia 251.
 Gymnospermen 434. 499.
 Gymnosporangium 167.
 Gymnostomum 483.
 Gynäceum 244. 247.
 Gynandreae 249.
 Gynostemium 249.
 Gyrophoreae 462.

 Haar 45. 34. 82.
 —, inneres 53.
 Habichtschwamm 470.
 Hadrom 63.
 Haematococcus 442.
 Haematoxylon 298.
 Hafer 260.
 Hagenia 295.
 Haidekraut 305.
 Hainbuche 273.
 Halbgräser 256.
 Hallimasch 471.
 Haloragideae 344.
 Hamamelidaceae 293.
 Hanf 275.
 Harzgänge 59. 65. 74.
 Haselnuss 234. 273.
 Hauptwurzel 33. 204.

- Hausschwamm 471.
 Hauswurz 292.
 Hautschicht des Protoplasmas 37.
 Hautsystem 60. 79.
 Hedera 348.
 Hedysarum, Bewegung der Blättchen 447.
 Hefepilze 456. 457.
 Heidelbeere 349.
 Helenieae 336.
 Helianthemum 340.
 Helianthus 336.
 — tuberosus, Knollen 34.
 Helichrysum 336.
 Heliotropismus 449.
 Heliotropium 325.
 Helleborus 284.
 —, Karpell 220.
 Helobiae 243. 261.
 Helvella 460.
 Helvellaceen 460.
 Hemerocallis 244.
 Hemicyclische Blüten 222.
 Hepaticae 430. 477.
 Heraclum 348.
 Herbstholz 73.
 Herbstzeitlose 243. 244.
 Hermaphrodite Blüten 210.
 Herniaria 282.
 Hesperideae 290.
 Hesperis 290.
 Heterochlamydeisch 242.
 Heteröcie 466.
 Heteromerische Flechten 460.
 Heterospore Pteridophyten 486. 487. 493. 497.
 Heterostylie 227.
 Hevea 304.
 Hexenbesen 457. 468.
 Hibiscus 309.
 Hickory 270.
 Himbeere 295.
 Hippocrepis, Blatt 24.
 Hippophae 299.
 —, Schülferschuppe 84.
 Hippurideae 344.
 Hippuris 344.
 Hirschzunge 494.
 Hochblätter 27.
 Hohle Stengel 53.
 Holcus 260.
 Holler 323. 334.
 —, Farbstoff 46.
 Hollunder 334.
 Holz 64. 70.
 Holzfasern 64. 74.
 Holzkörper 63. 70.
 Holzparenchym 64. 74.
 Homochlamydeisch 244.
 Homöomerische Flechten 460.
 Honigblätter 245.
 Honiggras 260.
 Honigtau 459.
 Hopfen 275.
 Hopfenbuche 273.
 Hordeaceae 260.
 Hordeum 260.
 Hornklee 297.
 Hortensie 293.
 Hosta 244.
 Hoya 323.
 Hüllchen 237.
 Hülle 237.
 Hüllkelch 237.
 Hüllspelzen 258.
 Hülse 232.
 Hufblattich 336.
 Humulus 275.
 Humusbewohner 406.
 Hundspetersilie 347.
 Hutpilze 470.
 Hyacinthus 245.
 —, Zwiebel 34.
 Hybridität 428.
 Hydneae 470.
 Hydнора 279.
 Hydnoraceae 279.
 Hydnum 470.
 Hydrangea 293.
 Hydrocharidaceae 264.
 Hydrocharis 262.
 Hydrocotyle 347.
 —, Blatt 43.
 Hydrodictyaceae 443.
 Hydrodictyum 443.
 Hydropterides 487. 493.
 Hydrotropismus 420.
 Hylacomium 484.
 Hymenium 454.
 Hymenogastreen 472.
 Hymenomycetes 452. 470.
 Hymenophyllaceae 494.
 Hymenophyllum 494.
 Hyoscyamus 328.
 — Frucht 233.
 Hypericaceae 340.
 Hypericum 340.
 Hyphaene 252.
 Hyphen 450.
 Hypnum 484.
 Hypochnaceae 470.
 Hypogynae 268. 322.
 Hypogyne Blüten 218.
 Hypokotyles Glied 202.
 Hyssopus 326.
 Hysterium 460.
 Jaborandi 303.
 Jacaranda 329.
 Jahresringe 72.
 Jahrestrieb 29.
 Jalapa 281. 325.
 Jasione 334.
 Jasminum 323.
 Jatrorrhiza 286.
 Ilex 306.
 Illicineae 306.
 Illicium 282.
 —, Frucht 230.
 Imbibition 90.
 Immergrün 323.
 Impatiens 300.
 Imperatoria 348.
 Indigo 290. 297.
 Indigofera 297.
 Indusium 490.
 Inflorescenz 236.
 Infusorienerde 444.
 Ingwer 249.
 Insertion des Blattes 47.
 Insertionspunkt 6.
 Integument 200. 220.
 Intercellularräume 52.
 Internodien 47. 444.
 Intine 476.
 Introrse Antheren 244.
 Intussusception 40.
 Inula 336.
 Inulin 46. 403.
 Involucellum 237.
 Involucrum 474. 479. 237.
 Iod 95. 404.
 Johannisbeere 293.
 Johannisbrot 298.
 Johannistrieb 29.
 Ipecacuanha 334.
 Ipomoea 325.
 —, windender Stengel 32.
 Iridaceae 246.
 Iris 246.
 —, Gefäßbündel 67.
 Isatis 290.
 Isländisches Moos 462.
 Isnardia 344.
 Isocarpeae 267. 349.
 Isoeteae 487. 498.
 Isoetes 498.
 Isomere Quirle 222.
 Isonandra 324.
 Isospore Pteridophyten 186.
 Judasbaum 298.
 Judenkirsche 328.
 Juglandaceae 269.
 Juglandinae 265. 269.
 Juglans 269.
 Juliflorae 265. 268.
 Juncaceae 256.
 Juncaginaceae 264.
 Juncus 256.
 Jungermannia 480.
 Jungermanniaceae 479.
 Juniperus 208.
 Jute 309.

- Kätzchen 239.
 Kaffeebaum 334.
 Kahmpilz 457.
 Kalicinisch 242.
 Kaiserkrone 245.
 Kalium 400.
 Kalksalze 100.
 Kalmus 254.
 Kamala 304.
 Kamille 336.
 Kammern d. Fruchtknotens 247.
 Kampher 283.
 —, Harzschlauch 58.
 Kamyptotrope Samenanlagen 224.
 Kanadabalsam 206.
 Kanalzellen 473. 485.
 Kappern 290.
 Kapsel 232.
 — der Moose 475.
 Kapuzinerkresse 304.
 Kapuzinerpilz 474.
 Karpell 247.
 Karpellbürtige Samenanlagen 249.
 Kartoffel 327.
 —, Knolle 30. 72.
 —, Krankheit 455.
 —, Stärke 43.
 Kastanie 274.
 Kaulfussia 492.
 Kautschuk 57. 304.
 Keim 424.
 Keimblätter 204.
 Keimwurzel 202.
 Kelch 242.
 Kern der Zelle 35. 38.
 — der Samenanlage 200.
 Kernholz 74.
 Kernkörperchen 38.
 Kernpilze 458.
 Kernplasma 38.
 Kerria 295.
 Kiefer 207.
 —, Borke 84.
 —, Markstrahl 74.
 Kieselguhr 444.
 Kieselsäure 42. 404.
 Kirsche 294.
 —, Farbstoff 46.
 Kirschgummi 58. 405.
 Kirschlorbeer 295.
 Klappen 258.
 Klappenspaltig 232.
 Klausen 248.
 Klee 297.
 —, Blatt 24.
 Klette 336.
 Knäuelgras 260.
 Knautia 333.
 Knoblauch 245.
 Knolle 30.
 Knospe 46.
 Knospelage 25.
 Knospenschuppen 27.
 Knoten 17.
 Kobalt 95.
 Koelreuteria 305.
 Köpfchen 237.
 Köpfchenhaare 82.
 Kohl 290.
 Kohlensäureaufnahme 95. 402.
 Kohlenstoff 95.
 Kohlrübe 290.
 Kolben 237.
 Kollaterale Stränge 65.
 Konjugation 50. 423.
 — der Schwärmzellen 423. 442.
 Konnektiv 243.
 Konzentrische Stränge 67.
 Kopfkohl 290.
 Kopfsalat 337.
 Kopulation 50. 423.
 Koriander 348.
 Kork 83.
 Korkeiche 272.
 Kornblume 337.
 Korollinisch 242.
 Kossoblüten 296.
 Kotyledonen 202. 230. 240. 263.
 Krähenaugen 323.
 Kräuter 427.
 Krameria 299.
 Krapp 334.
 Krebs des Apfelbaums 459.
 — der Buche 459.
 — der Lärche 460.
 — der Tanne 468.
 Kreise der Blüte 223.
 Kreuzdorn 307.
 Krone 242.
 Krummholzkiefer 207.
 Krustenflechten 464.
 Kryptogamen 434.
 Krystalle 45.
 Krystalloide 45.
 Küchenzwiebel 245.
 Kümmel 348.
 Künstliche Systeme 429.
 Kürbis 342.
 Kuhbaum 275.
 Kupfer 95. 404.
 Kurztrieb 28.
Labellum 249.
 Labiatae 325.
 Lacmus 462.
 Lactarius 474.
 Lactuca 337.
 Längsachse 2.
 Längsschnitt 2.
 Lärche 207.
 —, Borke 84.
 Laichkraut 262.
 Lakunen 52.
 Lamina 48.
 Laminaria 447.
 Lamium 326.
 Langtrieb 28.
 Lappa 323.
 Larix 206. 207.
 Laserpitium 348.
 Lateralschnitt 224.
 Lathraea 329.
 Lathyrus 297.
 Latisept 289.
 Laubblätter 26.
 Laubflechten 464.
 Laubmoose 430. 477. 480.
 Lauch 245.
 Lauraceae 283.
 Laurales 266. 282.
 Laurus 283.
 Lavandula 326.
 Lavendel 326.
 Lebensbaum 208.
 Lebensdauer der Blätter 26.
 Lebermoose 430. 477.
 Lecanora 462.
 Lecanoreae 462.
 Lecideaceen 462.
 Ledum 349.
 Legumen 232.
 Leguminosae 267. 296.
 Leimzotten 82.
 Lein 304.
 Leinsamen 42. 304.
 Lemanea 449.
 Lemna 255.
 Lemnaceae 255.
 Lentibulariaceae 329.
 Lenticellen 84.
 Lepidodendreae 499.
 Leptom 63.
 Leuce 270.
 Leuchten 409.
 Leucobryum 483.
 Leucodon 484.
 Leucocjum 246.
 Leucoplasten 40.
 Levisticum 347.
 Levkoje 290.
 Libriformfasern 74.
 Lichenes 460.
 Lichen islandicus 463.
 Lichtwirkungen 93.
 — auf das Wachstum 443. 449.
 Liebesapfel 327.
 Ligeria 329.
 Ligula 20.
 Liguliflorae 337.
 Ligustrum 322.
 Liliaceae 243.

- Liliaceae, Dickenwachstum 76.
 Liliiflorae 243.
 Lilium 245.
 —, Staubblatt 214.
 —, Fruchtknoten 219.
 Limbus 212.
 Linaceae 301.
 Linaria 329.
 Linde 308.
 —, Bast 75.
 Linnaea 332.
 Linné 129. 432.
 Linse 297.
 Linum 304. °
 Liquidambar 293.
 Liriodendron 282.
 —, Knospen 27.
 Lithium 95. 401.
 Lithospermum 325.
 Litorella 330.
 Loasaceae 312.
 Lobelia 334.
 Loculicid 232.
 Löffelkraut 290.
 Löwenmaul 329.
 Löwenzahn 337.
 —, Milchsaft 57.
 Loganiaceae 323.
 Lohblüte 136.
 Lolch 260.
 Lolium 260.
 Lonchitideae 494.
 Lonicera 332.
 —, Blatt 49.
 Lophophytum 278.
 Loranthaceae 277.
 Loranthus 278.
 Lorbeer 283.
 Lotus 297.
 Lücken 58.
 Luftlücken 52.
 Lufträume der Wasser-
 pflanzen 408.
 Luftwurzeln 34.
 Lunularia 179.
 Lupinus 297.
 Luzerne 297.
 —, Blatt 24.
 Luzula 256.
 Lychnis 284.
 —, Kronenblatt 213.
 Lycium 327.
 Lycogala 437.
 Lycoperdaceae 172.
 Lycoperdon 172.
 Lycopersicum 327.
 —, Farbstoff der Frucht 40.
 Lycopodiaceae 487. 496.
 Lycopodinae 430. 487. 496.
 Lycopodium 497.
 Lycopsis 325.
 Lygodium 492.
- Lysimachia 321.
 Lythraceae 345.
 Lythrum 345.
- Macrocyctis 447.
 Macrozamia 204.
 Männliche Blüten 499.
 — Zellen 423.
 Magnesium 95. 400.
 Magnolia 282.
 Magnoliaceae 282.
 Mahagoniholz 303.
 Majanthemum 245.
 Majglöckchen 245.
 Majoran 326.
 Mais 259.
 —, Frucht 240.
 Makrosporangien 487. 200.
 Makrosporen 485. 200.
 Malaxis 251.
 Mallotus 304.
 Malus 296.
 Malva 309.
 Malvaceae 309.
 Malzbereitung 408.
 Mamillaria 343.
 Mammutbaum 207.
 Mandel 234.
 Mandelbaum 294.
 Mangan 95.
 Manglesia 276.
 Mangrove 344.
 Manihot 304.
 Mannaesche 322.
 Maranta 249.
 Marantaceae 249.
 Marasmius 471.
 Marattia 492.
 Marattiaceae 492.
 Marchantia 478.
 Marchantiaceae 477.
 Mark 63. 77.
 Markkronen 70.
 Markscheide 70.
 Markstrahlen 73.
 Markverbindungen 63.
 Marsilia 494.
 Marsiliaceae 494.
 Maßholder 306.
 Matricaria 336.
 Matthiola 290.
 —, Haar 84.
 Mauerpfeffer 292.
 Maulbeerbaum 275.
 Mauritia 252.
 Maximum 92.
 Mechanische Reizbarkeit 416.
 Mechanische Wirkungen d. Lichts 93.
 Mediane des Blattes 48.
 Medianschnitt der Blüte 224.
- Medicago 297.
 —, Blatt 24.
 Meerrettig 290.
 Mehltau 458.
 MehltauPilze 457.
 Mehrjährige Pflanzen 427.
 Meisterwurz 348.
 Melaleuca 345.
 Melampora 467.
 Melampsoreae 467.
 Melampyrum 329.
 Melandryum 284.
 Meliaceae 303.
 Melica 260.
 Melilotus 297.
 —, Fruchtknoten 246.
 Melissa 326.
 Melone 312.
 Melonenbaum 312.
 Melosira 441.
 Membran 35. 40.
 Menispermaceae 286.
 —, Strangverlauf 264.
 Mentha 326.
 Menyanthes 323.
 Mercurialis 304.
 Merikarprien 234.
 Merismopodia 438.
 Meristem 53.
 Merulius 474.
 Mesembryanthemum 281.
 Mesocarpeae 440.
 Mesokarp 231.
 Mesophyll 76.
 Mespilus 296.
 Metamorphose 46.
 Metaxenie 466.
 Metrosideros 345.
 Metroxylon 253.
 Metzgeria 479.
 Micellen 90.
 Micrococccus 438.
 Mikropyle 200.
 Mikrosporangien 487. 499.
 Mikrosporen 485. 499.
 Milchröhren 56.
 Milchsaft 56.
 Milchsäuregärung 439.
 Milium 259.
 Mimosa 298.
 —, Bewegungen der Blätter 416.
 Mimoseae 298.
 Mimulus 329.
 Minimum 94.
 Minze 326.
 Mirabilis 284.
 Mispel 296.
 Mistel 277.
 Mittelamelle 54.
 Mittelpunkt, organischer 2.
 Mittelständiger Fruchtknoten 248.

- Mmium 184.
 Mohn 287.
 —, Frucht 233.
 —, Milchsaft 57.
 Mohrrhirse 259.
 Molekularstruktur 89.
 Molinia 260.
 Monadelphie Staubblätter 215.
 Monochlamydeae 266. 276.
 Monöcische Pflanzen 426.
 Monokarpische Blüten 217.
 — Pflanzen 127.
 Monokotyledonen 134. 240.
 —, Fibrovasalstränge 62.
 Monomere Fruchtknoten 217.
 Monopodium 42.
 Monosymmetrisch 4. 225.
 Monotropa 319.
 Monstera 254.
 Montia 284.
 Moosblüten 173.
 Moose 172.
 Moraceae 274.
 Morchella 160.
 Morus 275.
 Mougeotia 140.
 Mucor 152.
 Multilateral 2.
 Mundbesatz 182.
 Musa 248.
 Musaceae 248.
 Muscari, Achselknospen 46.
 Musci 130. 177. 180.
 Muscineen 130.
 Muskatblüte 282.
 Muskatnuss 282.
 Mutisiaceae 337.
 Mutterkorn 159.
 Mutterzelle 46.
 Mycelium 150.
 Mykorrhiza 106.
 Myosotis 325.
 Myosurus 286.
 Myrica 270.
 —, Wachsabscheidung 80.
 Myricaceae 270.
 Myricaria 344.
 Myriophyllum 344.
 Myristica 282.
 Myristicaceae 282.
 Myroxylon 298.
 Myrrha 303.
 Myrsinaceae 321.
 Myrtaceae 345.
 Myrtiflorae 267. 343.
 Myrtus 345.
 Myxogasteren 136.
 Myxomyceten 130. 134. 135.
 Nabelstrang 220.
 Nachtschatten 327.
 Nachtstellung 116.
 Nadelhölzer 204.
 —, Harzgänge 59. 74.
 —, Holzfasern 51.
 — 72.
 — Krystalle 46.
 —, Quirläste 5.
 Nährstofflösungen 104.
 Nagel 212.
 Naht 221.
 Naiadaceae 262.
 Naias 262.
 Namen der Pflanzen 132.
 Narbe 219.
 Narcissus 246.
 Nardus 260.
 Narren der Pflaumen 157.
 Nasturtium 290.
 Natrium 95. 104.
 Natürliches System 129.
 Navicula 144.
 Nebenblätter 19.
 Nebenkrone 212.
 Nebenprodukte des Stoffwechsels 105.
 Nebenwurzeln 33.
 Neckera 184.
 Nectria 158.
 Nektarien 82. 221.
 Nelke 284.
 Nelumbium 284.
 Nemaion 149.
 Neottia 251.
 Nepenthaceae 294.
 Nepenthes 294.
 Nepeta 326.
 Nephelium 305.
 Nephrodium 194.
 Nerium 323.
 Nervatur 20.
 Netzförmige Verdickung 44.
 Netztracheen 55.
 Neuseeländischer Flachs 244.
 Nickel 95.
 Nicotiana 328.
 —, Blüte 211.
 —, Fruchtknoten 220.
 Nidulariaceae 172.
 Niederblätter 27.
 Nigella 284.
 Nitella 148.
 Nopalea 313.
 Normale Entstehung 4.
 Nostoc 137. 138. 162.
 Notorrhizeen 289.
 Nucellus 200.
 Nucleus 38.
 Nuklein 38.
 Nuphar 284.
 Nuss 234.
 Nutationen 113.
 Nux 234.
 Nyctaginaceae 280.
 Nymphaea 284.
 —, Lacunen 53.
 Nymphaeaceae 283.
 Obdiplotemon 223.
 Oberhaut 79.
 Oberschlächlige Blätter 180.
 Oberständiger Fruchtknoten 218.
 Ochrea 279.
 Ochreateae 266. 279.
 Ocymum 326.
 Oedogoniaceae 144.
 Oedogonium 49. 144.
 Öffnen der Blüten 116.
 Ölbaum 322.
 Öle 58. 94.
 Ölpalme 253.
 Ölstriemen 316.
 Oenanthe 317.
 Oenothera 314.
 Offene Fibrovasalstränge 64.
 Oidium 158.
 Olea 322.
 Oleaceae 322.
 Olander 323.
 Onagraceae 313.
 Oncidium 254.
 Onobrychis 297.
 Ononis 297.
 Oogonium 124.
 Oospore 125.
 Ophioglossaceen 192.
 Ophioglossum 193.
 Ophrys 251.
 Opium 57. 287.
 Opponierte Stellung 7.
 Optimum 92.
 Opuntia 313.
 Opuntinae 267. 313.
 Orange 233. 303.
 —, Öllücken 58.
 Orchideae 249.
 —, Luftwurzeln 34.
 Orchis 251.
 Ordines 132.
 Ordnungen 132.
 Organe 1. 89.
 Organische Nahrungsstoffe 105.
 Organische Stoffe 94.
 Organum 326.
 Orobanche 329.
 Orobancheae 329.
 Orobos 297.
 Orthoploceen 289.
 Orthospermeen 316.
 Orthostiche 7.
 Orthotrichum 183.

- Orthotrope Pflanzenteile 417.
 Orthotrope Samenanlagen 221.
 Oryza 259.
 Oryzacee 259.
 Oscillaria 137. 138.
 Osmunda 492.
 Osmundaceae 492.
 Ostrya 273.
 Ourouparia 334.
 Ovulum 200.
 Oxalidaceae 300.
 Oxalis 300.
 —, Bewegung der Blättchen 145. 146.
 —, Rhizom 30.
 —, Trimorphismus 228.
 Oxalsaurer Kalk 46. 100.
 Oxycedrus 208.

 Paeonia 284.
 Palear der Gräser 237.
 — der Compositen 336.
 Palisanderholz 329.
 Palissadenparenchym 76.
 Palmae 252.
 —, Blätter 241.
 Palmenöl 253.
 Palmyra 252.
 Panamahüte 253.
 Pandanaceae 255.
 Pandanales 243. 253.
 Pandanus 255.
 Pandorina 142.
 Panicula 239.
 Panicum 259.
 Panus 474.
 Papaver 287.
 —, Frucht 233.
 Papaveraceae 287.
 Papiermaulbeerbaum 275.
 Papilionatae 296.
 Pappel 270.
 Pappus 333.
 Papyrus 257.
 Paracorolla 212.
 Paraguaythee 306.
 Paranus 346.
 Paraphysen 155. 168. 174. 490.
 Parasiten 106. 150.
 Parasolschwamm 174.
 Parasitichen 9.
 Parenchym 53. 76.
 Parenchymstrahlen 73.
 Parietales 267.
 Parietaria 276.
 Paris 245.
 —, Staubblatt 244.
 Parmelia 464.
 Parmeliaceae 461.

 Parnassia 293.
 Paronychia 282.
 Parthenogenesis 127.
 Passiflora 312.
 Passifloraceae 312.
 Passiflorinae 267. 312.
 Passionsblume 312.
 Pastinaca 348.
 Patchouli 326.
 Paullinia 305.
 Paulownia 329.
 Payena 321.
 Pedicularis 329.
 Pedunculus 214.
 Pelargonium 300.
 Pellia 179.
 Pelorien 226.
 Peltideae 162.
 Peltigera 162.
 Penicillium 158.
 Pentstemon 329.
 Peperomia 269.
 —, mehrschichtige Epidermis 80.
 Perianthium 174. 180. 240. 211.
 Pericambium 68.
 Periderm 83.
 Perigon 210. 211.
 Perigyne Blüten 218.
 Perikarpium 231.
 Periode des Wachstums 144.
 Perisperm 230.
 Peristom 182.
 Perithecium 158. 160.
 Perlgras 260.
 Peronospora 155.
 Peronosporaceae 152. 154.
 Pertusaria 161. 163.
 Perückenstrauch 305.
 Petala 212.
 Petaloid 212.
 Petasites 336.
 Petersilie 348.
 Petiolus 48.
 Petroselinum 317.
 Petunia 328.
 —, Krone 44.
 Peziza 48. 160.
 Pezizaceen 160.
 Pfaffenköppchen 306.
 Pfahlwurzel 33. 201.
 Pfeffer 269.
 —, spanischer 328.
 Pfefferminze 326.
 Pfeilkraut 261.
 Pfingstrose 284.
 Pflirsich 294.
 Pflaume 235. 294.
 Phacidiaceen 160.
 Phaeophyceen 130. 135. 146.

 Phaeoplasten 40.
 Phajus 251.
 Phalaris 259.
 Phalloidcen 172.
 Phallus 172.
 Phanerogamen 131. 199. 240.
 Phascum 182.
 Phasen des Wachstums 140.
 Phaseolus 298.
 Phegopteris 191.
 Phellogen 83.
 Philadelphus 293.
 Philodendron 254.
 Phleum 259.
 Phloem 63. 69. 74.
 Phloemparenchym 64.
 Phlox 325.
 Phoenix 252.
 Phormium 244.
 Phosphor 95. 100.
 Phosphoreszenz 109.
 Phosphorsäure 100.
 Phragmidium 167.
 Phragmites 260.
 Phucagrostis 262.
 Phycomyceten 151.
 Phyllanthus 304.
 —, blattartige Zweige 33.
 Phyllocaetus 313.
 Phyllocladien 33.
 Phyllocladus 209.
 Phylloodium 26. 298.
 Physalis 328.
 Physcia 162.
 Physocarpus 294.
 Physostigma 298.
 Phytelephas 253.
 Phyteuma 334.
 Phytolacca 280.
 —, Strangverlauf 264.
 Phytolaccaceae 280.
 Phytomyxa 137.
 Phytomyxinae 137.
 Phytophthora 154. 155.
 Picea 206. 207.
 Picraena 303.
 Pilacraea 169.
 Pili 34.
 Pilocarpus 303.
 Pitularia 194.
 Pilze 130. 135. 150.
 Pimpernuss 306.
 Pimpinella 317.
 Pinaster 207.
 Pinguicula 330.
 Pinie 207.
 Pinnularia 141.
 Pinoideae 205.
 Pinus 206. 207.
 —, Keimung 204.
 —, Markstrahl 74.
 Piper 269.

- Piper, Perisperm 230.
 Piperaceae 268.
 —, Strangverlauf 264.
 Piperinae 265. 268.
 Pirola 319.
 Pirolaceae 319.
 Pirus 296.
 Pisang 248.
 Pistacia 305.
 —, Blatt 24.
 Pistia 255.
 Pisum 297.
 —, Blatt 20.
 —, Frucht 233.
 Pittosporaceae 293.
 Pittosporum 293.
 Pix liquida 207.
 Placenta 220.
 Plagiochila 179. 180.
 Plagiotrope Pflanzenteile 419.
 Planogameten 123.
 Plantagineae 330.
 Plantago 330.
 Plasmodiophora 137.
 Plasmodium 135.
 Platanaceae 294.
 Platanus 294.
 —, Blatt 21.
 —, Borke 84.
 Platte 212.
 Pleospora 158.
 Pleurococcaceae 143.
 Pleurococcus 142. 143.
 Pleurokarpische Moose 184.
 Pleurorrhizeen 289.
 Pleurotrop 221.
 Placium 149.
 Plumbagineae 321.
 Plumbago 321.
 Plumula 202.
 Poa 260.
 Pockholz 301.
 Podocarpeae 209.
 Podocarpus 209.
 Podophyllum 286.
 Podostemaceae 292.
 —, Wurzeln 34.
 Pogostemon 326.
 Polemoniaceae 325.
 Polemonium 325.
 Pollen 499. 215.
 Pollenbildung 47. 48.
 Pollenkammer 203.
 Pollenkörner 123. 199. 215.
 Pollenmassen 217.
 Pollensäcke 190. 215.
 Pollenschlauch 200. 216.
 Pollinodium 155.
 Polychasium 12.
 Polygala 302.
 Polygalaceae 301.
 Polygam 210.
 Polygonaceae 279.
 Polygonatum 245.
 —, Rhizom 30.
 Polygonum 280.
 Polykarpische Blüten 217.
 — Pflanze 127.
 PolymereFruchtknoten 217.
 Polypodiaceae 191.
 Polypodieae 191.
 Polypodium 189. 191.
 Polyporeen 170.
 Polyporus 171.
 Polysiphonia 149.
 Polysymmetrisch 4. 225.
 Polytrichum 183. 184.
 Pomoideae 295.
 Populus 270.
 Porenkapsel 232.
 Porphyra 149.
 Porre 245.
 Portulaca 284.
 Portulacaceae 281.
 Potamogeton 262.
 Potamogetonaceae 262.
 Potentilla 295.
 —, Außenkelch 213.
 Praefoliatio 25.
 Präventivspore 17.
 Preißelbeere 319.
 Preissia 179.
 Primäre Rinde 75.
 Primärer Bast 70.
 Primäres Holz 70.
 Primordialschlauch 38.
 Primordialzellen 36.
 Primula 324.
 —, Dimorphismus 227.
 Primulaceae 320.
 —, Placenta 220.
 Primulinae 268. 320.
 Progamophyten 131.
 Progressive Reihenfolge 5.
 Promycelium 163. 165.
 Prophylla 241.
 Prophylloid 212.
 Prosenchym 53.
 Protandrisch 227.
 Protea 276.
 Proteaceae 276.
 Proteales 266. 276.
 Proteinkörner 44. 104.
 Proteinstoffe 103.
 Prothallium 188. 200.
 Protobasidiomycetes 152. 169.
 Protococcaceae 143.
 Protococcoideae 142.
 Protogyn 227.
 Protonema 173. 176.
 Protoplasma 35. 37.
 —, Verbindung der Zellen 52.
 Prunoideae 294.
 Prunus 294.
 —, spinosa, Dorn 32.
 Pseudoparenchym 150.
 Pseudopodium 181.
 Pseudotsuga 206.
 Psilotaceae 187. 197.
 Psilotum 197.
 Ptelea 302.
 Pteridium 191.
 Pteridophyten 130. 184.
 Pteris 189. 191.
 Pterocarpus 298.
 Ptilophyllum 189.
 Puccinia 165. 167.
 Puccinieae 167.
 Pulmonaria, Dimorphismus 227.
 Punica 316.
 Punicaceae 316.
 Pycniden 156.
 Pyrenomyceten 158.
 Pythium 155.
 Pyxidium 233.
 Quassia 303.
 Quecke 260.
 Quellbarkeit 90.
 Querbalken 41.
 Quercus 271.
 Querschnitt 2.
 Quillaja 294. 296.
 Quirl 5.
 Quitte 296.
 Quittenschleim 42.
 Racemöse Verzweigung 42. 236.
 Racemus 236.
 Radiär 2.
 Radiale Stränge 67.
 Radicula 202.
 Radula 180.
 Rafflesia 279.
 Rafflesiaceae 278.
 Ramalina 162.
 Ramié 276.
 Ranales 266. 283.
 Randständige Samenanlagen 220.
 Ranken 26. 32. 117.
 Ranunculaceae 284.
 Ranunculus 286.
 —, Wurzelbündel 67.
 Raps 290.
 Ratanhiawurzel 298.
 Raute 302.
 Raygras 260.
 Reboulia 179.
 Receptaculum 190.
 Regelmäßige Blüten 225.
 Reihen 132.
 Reis 259.

- Reizbarkeit 114.
 Reizbewegungen 114.
 Renntierflechte 162.
 Reseda 291.
 Resedaceae 290.
 Reservestoffe 404.
 Restionaceae 248.
 Rettig 290.
 Revolute Nutation 113.
 Rhamnaceae 307.
 Rhamnus 307.
 — Frangula, Knospen 27.
 — —, Krystalschlauch 58.
 Rhaphanus 290.
 Rhaphe 224.
 Rhaphiden 46.
 Rheotropismus 120.
 Rheum 279.
 —, Fruchtknoten 220.
 —, Maserbildung 75.
 Rhinanthus 329.
 Rhipsalis 313.
 Rhizanthae 266. 278.
 Rhizobium 137.
 Rhizocarpon 162.
 Rhizoiden 34.
 Rhizom 29.
 Rhizomorpha 171.
 Rhizophora 314.
 Rhizopogon 172.
 Rhododendron 319.
 Rhodophyceen 130. 133.
 149.
 Rhodoplasten 40.
 Rhodotypus 295.
 Rhoeadinae 266. 286.
 Rhus 305.
 Rhytisma 160.
 Ribes 293.
 Ribesioideae 293.
 Riccia 178.
 Riccieae 178.
 Ricciocarpus 178.
 Richardia 255.
 Ricinus 304.
 —, fettes Öl 44.
 —, Staubblatt 215.
 Riedgras 257.
 Riefen 295. 316.
 Rillen 195.
 Rinde 63. 75.
 Rindenporen 84.
 Ring 171. 191.
 Ringelborke 84.
 Ringförmige Verdickung 44.
 Ringtracheen 53.
 Rispe 239.
 Rittersporn 285.
 Rivularia 138.
 Robinia 297.
 —, Bewegung der Blättchen 116.
 Roccella 162.
- Röhre der Blumenkrone 212.
 Röhren 54.
 Röstelia 167.
 Roggen 260.
 Roggen-Stärke 44.
 Rohrkolben 256.
 Rohrzucker 46.
 Rosa 295.
 Rosaceae 294.
 Rosales 267. 292.
 Rosenkohl 290.
 Rosmarinus 326.
 Rosoideae 295.
 Rosskastanie 305.
 Rostellum 250.
 Rostpilze 164.
 Rotation des Protoplasmas 38.
 Rotbuche 271.
 Rote Rübe 280.
 Roter Schnee 142.
 Rottanne 207.
 Rubia 331.
 Rubiaceae 330.
 Rubiales 268. 330.
 Rubus 295.
 Ruchgras 259.
 Rüben 34.
 Rübenkohl 290.
 Rüster 274.
 Rumex 279.
 Runkelrübe 280.
 Ruscus 245.
 —, blattartige Zweige 33.
 Rußbrand 164.
 Rußtau 158.
 Ruta 302.
 Rutaceae 302.
 Rutales 267. 302.
 Ruteae 302.
- S**
 Sabina 208.
 Saccharomyces 157.
 Saccharum 259. 261.
 Säulchenflechte 162.
 Säuren 94. 103.
 Saflor 337.
 Safran 247.
 Sagina 282.
 Sagittaria 261.
 Sago 253.
 Salbei 326.
 —, Staubblatt 214.
 Salep 251.
 Salicaceae 270.
 Salicales 266. 270.
 Salix 270.
 —, Bastarde 128.
 —, Blatt 20. 22.
 Salpetersaure Salze 100.
 Salsola 280.
 Salvia 326.
 —, Staubblatt 214.
- Salvinia 193.
 Salviniaceae 193.
 Sambucus 331.
 —, Krone 211.
 Same 131. 199. 202. 230.
 240. 263.
 Samenanlage 200. 219.
 Samenknospe 200.
 Samenlappen 202.
 Samenmantel 202.
 Samenpflanzen 199. 210.
 Samenschale 202.
 Sammelfrucht 231.
 Sanddorn 299.
 Sanguisorba 295.
 Sanguisorboideae 295.
 Santalaceae 277.
 Santalinae 266. 277.
 Santalum 277.
 Santelholz 277.
 Sapindaceae 305.
 —, Strangverlauf 264.
 —, Dickenwachstum 75.
 Sapindales 267. 305.
 Sapindus 305.
 Saponaria 281.
 Sapotaceae 321.
 Saprolegniaceae 152. 154.
 Saprophyten 105. 150.
 Sarcine 138.
 Sargassum 147.
 Sarrothamnus 297.
 Sarracenia 294.
 Sarraceniaceae 294.
 Sarraceniales 266. 294.
 Sarsaparilla 246.
 —, Wurzelbündel 68.
 Sassafras 283.
 Satureia 326.
 Saubohne 297.
 Sauerdorn 286.
 Sauerkelee 300.
 Sauerstoff 95.
 —, Aufnahme 107.
 Saugwurzeln 34.
 Saum 212.
 Saururaceae 268.
 Safraga 293.
 —, Fruchtknoten 216.
 Saxifragaceae 292.
 Scabiosa 333.
 Scapus 239.
 Schachtelhalme 194.
 —, hohle Stengel 53.
 —, Kieselsäure 43.
 Schafgarbe 336.
 Schaft 239.
 Schalotte 245.
 Scheibenpilze 160.
 Scheide 19. 237.
 Scheinachse 11. 13.
 Scheindolde 238.
 Scheinfrucht 231.

- Scheinquirl 5.
 Scheitel 2.
 Scheitelzelle 85.
 Scheuchzeria 261.
 Schichtung der Zellhaut 42.
 Schierling 318.
 Schierlingstanne 207.
 Schiffchen 296.
 Schildchen 241.
 Schilf 260.
 Schimmelpilze 152, 158.
 Schistostega 183.
 Schizaeaceae 192.
 Schizocarpien 234.
 Schizomyceten 138.
 Schizophyten 130, 134, 137.
 Schläuche 53, 57.
 Schlafbewegungen 116.
 Schlafende Knospen 17.
 Schlauch der Pilze 48, 151, 155.
 — der Carexfrucht 257.
 Schlauchpilze 155.
 Schlehdorn 32.
 Schleierchen 190.
 Schleim 42.
 Schleimpilze 135.
 —, Krystalle 45.
 Schleuderzellen 175.
 Schließen der Blüten 116.
 Schließfrüchte 234.
 Schließzellen 84.
 Schlingende Stämme 29.
 Schlingpflanzen 118.
 Schlüsselblume 321.
 Schmarotzer 106, 150.
 Schneckenklee 297.
 Schneeball 331.
 Schneebeere 332.
 Schneeglöckchen 246.
 Schnittlauch 245.
 Schöllkraut 287.
 Schötchen 289.
 Schote 232, 288.
 Schraubel 13, 238.
 Schuppen 27.
 Schuppenborke 84.
 Schuppenwurz 329.
 Schutzscheide 78.
 Schwärmzellen 134.
 —, Bewegung zum Lichte 115.
 Schwammparenchym 76.
 Schwarzkiefer 207.
 Schwarzwurzel 337.
 —, Milchsaft 57.
 Schwefel 95, 100.
 Schwerkraft 94, 113, 118.
 Schwertlilie 246.
 Schwingelgras 20.
 Sciadopitys 207.
 Scilla 245.
 Scirpoideae 256.
 Scirpus 256.
 Scitamineae 243, 248.
 Scleranthus 282.
 Sclerotium 150.
 Scolopendrium 191.
 Scorzonera 337.
 Scrophularia 329.
 Scrophulariaceae 328.
 Scutellaria 326.
 Scutellum 244.
 Secale 260.
 —, cornutum 159.
 Sedum 292.
 Seegrass 257, 262.
 Seerose 284.
 Segment 86.
 Seidelbast 299.
 Seifenwurzel 281.
 Seitenknospen 16.
 Seitenwurzeln 33.
 Seitliche Blüten 224.
 Sekretbehälter 57, 65, 74, 79, 82.
 Sekundäre Rinde 75.
 Sekundärer Bast 70, 74.
 Sekundäres Holz 70.
 Selaginella 197, 198.
 Selaginelleae 187, 197.
 Selbstbestäubung 226.
 Seieri 318.
 Seligeriaceae 183.
 Sempervivum 292.
 Senecio 336.
 Senecioneae 336.
 Senegawurzel 302.
 Senf 290.
 Sennesblätter 298.
 Sepala 212.
 Septicid 232.
 Septifrag 252.
 Sequoia 207.
 Sequoieae 207.
 Series 132.
 Serpentariae 266.
 Setae 34.
 Sexualorgane 122.
 Sexualzellen 122.
 Sexuelle Fortpflanzung 122.
 Sherardia 331.
 Shorea 205, 311.
 Siebel 13, 238.
 Siebfelder 56.
 Siebplatten 56.
 Siebröhren 56, 64, 74.
 Sigillarien 199.
 Silene 281.
 Silenoideae 281.
 Siler 318.
 Silicium 95, 101.
 Silicula 289.
 Siliqua 232, 289.
 Simarubaceae 303.
 Simultane Quirle 5.
 Sinapeae 290.
 Sinapis 290.
 Sinnpflanze 298.
 Siphonchym 145.
 Siphonia 304.
 Sisymbrium 290.
 Sklerenchym 54, 78.
 Sklerotische Zellen 54, 78.
 Smilax 246.
 —, Wurzelbündel 68.
 Solanaceae 327.
 Solanum 327.
 Sommerholz 73.
 Sonnenrose 336.
 Sonnentau 291.
 Sophora 298.
 Sorbaria 294.
 Sorbus 296.
 Soredien 160.
 Sorus 190.
 Spadiciflorae 243, 252.
 Spadix 237.
 Spaltfrüchte 234.
 Spaltöffnungen 80, 97.
 Spaltpilze 138.
 Spanischer Pfeffer 328.
 Spannungen 91, 112.
 Sparganiaceae 255.
 Sparganium 255.
 Spargel 245.
 Spatha 237.
 Specularia 334.
 Spelz 260.
 Spelzen 257.
 Spergula 282.
 Spermaphyten 210.
 Spermatozoiden 124, 149, 156, 164.
 Spermogonien 156, 164.
 Spezies 132.
 Sphaclaria 147.
 Sphaerella 142.
 Sphaeria 158.
 Sphaerophoreae 163.
 Sphaeroplea 145.
 Sphaeropleaceae 145.
 Sphagnaceae 181.
 Sphagnum 181.
 —, Trachee 56.
 Spica 237.
 Spicula 257.
 Spiegelfasern 73.
 Spilanthus 336.
 Spinacia 280.
 Spinacinae 27, 32.
 Spinat 280.
 Spiraea 294.
 Spiraecioideae 294.
 Spirale der Blattstellung 7.
 Spiralige Verdickung 41.

- Spiraltracheen 55.
 Spirillum 138.
 Spirodela 255.
 Spirogyra 50. 139. 140.
 Spirolobeen 289.
 Spirre 239.
 Spitze 2.
 Splachnaceae 184.
 Splint 74.
 Sporangien 136. 151. 153.
 186. 190.
 Sporen 122. 125. 126. 151.
 176. 186.
 Sporenbildung 47. 48.
 Sporenfrucht 125.
 Sporidie 163. 165.
 Sporocarpium 125.
 Sporogonium 174.
 Sporophyt 125.
 Spreite 18.
 Spreublätter 336.
 Spreuschuppen 81. 82. 189.
 Springfrüchte 232.
 Spross 15.
 Sprossung 47.
 Stachelbeere 293.
 Stacheln 34.
 Stachys 326.
 Stärke 43. 94. 102. 103.
 105.
 Stärkebildner 40.
 Stärkecellulose 43.
 Stärkekörner 43.
 Stamina 213.
 Staminodien 215.
 Stamm 15. 17. 29.
 Stammeigene Stränge 63.
 Stammranken 32.
 Stapelia 324.
 Staphylea 306.
 Staphyleaceae 306.
 Staticae 321.
 Staubbeutel 213.
 Staubblätter 199. 213.
 Staubfäden 213.
 Staubgefäße 213.
 Staubkolben 213.
 Staubpilze 172.
 Stauden 29. 127.
 Stechapfel 328.
 Stechpalme 306.
 Steinapfel 235.
 Steinbrech 293.
 Steinfrucht 235.
 Steinklee 297.
 Steinpilz 171.
 Stellaria 282.
 Stellungsverhältnisse der
 Blütenteile 222.
 Stengel 29.
 Stengelglied 17.
 Sterculiaceae 309.
 Stereom 170.
 Sterigina 154. 168.
 Sternanis 230. 282.
 Stickstoff 100.
 Sticta 162.
 Stiel 18.
 Stielchen 23.
 Stigma 219.
 Stigmarien 199.
 Stinkbrand 164.
 Stipa 259.
 Stipulae 19.
 Stoffwechsel 103.
 Stolones 31.
 Stränge 61.
 Stratiotes 262.
 Strauch 29. 264.
 Strauchflechten 161.
 Streckung 110.
 Streifung der Zellhaut 42.
 Strobilus 207.
 Stroma 158.
 Strontium 95.
 Strophanthus 323.
 Strychnos 323.
 —, anomales Holz 75.
 —, Same 230.
 Stützblatt 16.
 Stylus 219.
 Styraceae 322.
 Styrax 322.
 — liquidus 293.
 Subgenus 132.
 Succedane Quirle 5.
 Süßholz 297.
 Sumpfcypresse 207.
 Sumpfdotterblume 285.
 Superponirte Quirle 7.
 Swietenia 303.
 Symbiose 106.
 Symmetrie der Blüte 225.
 Symmetrieverhältnisse 4.
 Sympetal 212.
 Sympetalae 267. 319.
 Symphyll 212.
 Symphoricarpus 332.
 Sympodium 11. 13.
 Synchytrium 152.
 Synergiden 229.
 Synkarpes Gynäceum 217.
 Synkarpium 231.
 Synonym 132.
 Synsepal 212.
 Syringa 322.
 —, Knospen 27.
 System 129.
 Tabak 328.
 Tagetes 336.
 Tagstellung 116.
 Tamaricaceae 310.
 Tamarindus 298.
 Tamarix 311.
 Tamus 246.
 Tanne 206.
 Tannenwedel 314.
 Taphrina 157.
 Tapioca 304.
 Taraxacum 337.
 —, Blütenfarbstoff 40.
 Taschen der Pflaumen 157.
 Taubeere 319.
 Taubenessel 326.
 Tausendguldenkraut 323.
 Taxeae 209.
 Taxodiaceae 207.
 Taxodium 207.
 Taxoideae 209.
 Taxus 209.
 Teakbaum 325.
 Tecoma, Dickenwachstum
 75.
 Tectona 325.
 Teilfrüchte 234.
 Teilung der Zelle 47.
 —, des Zellkerns 38.
 Teilungsgewebe 53.
 Teleutosporen 165.
 Terebinthina 207.
 Terminalknospe 16.
 Ternströmiaceae 311.
 Terpentinöl 207.
 Terra Orellana 310.
 Tetradyne Staubblätter
 288.
 Tetraraphis 182. 184.
 Tetrasporaceae 143.
 Tetrasporen 149.
 Teucrium 326.
 Thalictrum 285.
 Thallophyten 130. 133.
 Thallus 15. 34.
 Theca 213.
 Thee, chinesischer 311.
 Thelephoreen 170.
 Thelypodiae 290.
 Theobroma 309.
 Theoretisches Diagramm
 223.
 Thermotropismus 120.
 Thesium 277.
 Thlaspi 290.
 —, Blatt 19.
 Thuja 208.
 Thuidium 184.
 Thyllen 55.
 Thymelaeaceae 299.
 Thymelaeinae 267. 299.
 Thymian 326.
 Thymus 326.
 Tilia 308.
 —, Staubblatt 214.
 Tiliaceae 308.
 Tilletia 164.
 Trimesopteris 197.
 Toddalicae 302.

- Tofjeldia 243.
 Tollkirsche 327.
 Toluifera 298.
 Tonkabohne 298.
 Torenia 329.
 Torfmoose 184.
 Torsionen 119.
 Torus 211.
 Tracheen 55. 64. 74.
 Tracheiden 55. 74.
 Tradescantia 247.
 Tragantgummi 105.
 Tragblatt 16.
 Tragopogon 337.
 Trama 169.
 Trametes 174.
 Transitorische Stärkebildung 105.
 Transpiration 96.
 Trapa 314.
 Traube 233.
 Traubenkirsche 295.
 Traubenkrankheit 153.
 Traubenzucker 46.
 Traubige Blütenstände 236.
 Tremella 169.
 Tremellineae 169.
 Trennungsschicht 88.
 Trentepohlia 144.
 Treppenförmige Verdickung 41.
 Treppe 260.
 Tribus 132.
 Trichia 136.
 Trichogyne 124. 149.
 Trichom 34.
 Trichomanes 191.
 Trichostomeae 183.
 Tricoccae 303.
 Trientalis 321.
 Trifolium 297.
 —, Blatt 24.
 Triglochin 261.
 Trigonella 297.
 Trisetum 260.
 Triticum 260.
 Trockensubstanz 94.
 Trollius 284.
 Tropaeolaceae 300.
 Tropaeolum 304.
 Trüffel 158.
 Trugdoldige Blütenstände 238.
 Truncus 29.
 Tsuga 207.
 Tuber (Knolle) 30.
 Tuber (Trüffel) 158.
 Tuberaceae 158.
 Tubiflorae 268. 324.
 Tubuliflorae 336.
 Tubus 212.
 Tüpfel 41. 54.
 Türkenbund 245.
 Tulipa 245.
 Tulpe 245.
 Tulpenbaum 282.
 Turgor 90. 112.
 Tussilago 336.
 Typha 256.
 Typhaceae 256.
 Überwallung 88.
 Ulmaceae 274.
 Ulmaria 295.
 Ulme 274.
 Ulmus 274.
 Ulothrichaceae 143.
 Ulothrix 143.
 Ulva 143.
 Ulvaceae 143.
 Umbella 237.
 Umbelliflorae 267. 316.
 —, Frucht 234.
 —, Placenta 220.
 Umbellula 237.
 Umgewendete Samenanlagen 221.
 Uncaria 334.
 Uncinula 156.
 Ungeschlechtliche Fortpflanzung 122.
 Ungleichseitiges Wachstum 113.
 Unregelmäßige Blüten 225.
 Unterdrückung 223.
 Untergattung 132.
 Unterschlächtige Blätter 180.
 Unterständige Fruchtknoten 219.
 Uragoga 334.
 Uredineae 152. 164.
 Uredo 166.
 Urgewebe 61. 85. 110.
 Urginea 245.
 —, Rhaphiden 45.
 Urmeristem 6. 83. 110.
 Urocystis 164.
 Uromyces 167.
 Urtica 276.
 —, Brennhaar 84.
 Urticaceae 276.
 Urticinae 266. 274.
 —, Cystolithen 46.
 Usnea 162.
 Usneae 162.
 Ustilagineae 152. 163.
 Ustilago 164.
 Utricularia 329.
 Vaccinium 319.
 —, Staubblatt 214.
 Vagina 49.
 Vakuolen 36.
 Valeriana 333.
 Valerianeae 333.
 Valerianella 333.
 Valleculeae 316.
 Vallisneria 261.
 Vanda 251.
 Vanilla 251.
 Varietäten 132.
 Vaucheria 145. 146.
 Vaucheriaceae 145.
 Vegetationspunkt 4. 85. 111.
 Vegetative Vermehrung 122.
 Veilchen 311.
 Velum 171.
 Veratrum 243.
 Verbascum 328.
 —, Haar 81.
 Verbena 325.
 Verbenaceae 325.
 Verdoppelung 223.
 Verdunstung 96.
 Veredlung 88.
 Vereinzelte Stellung 5.
 Vergissmeinnicht 325.
 Verholzung der Zellhaut 42.
 Verjüngung der Zelle 49.
 Vorkorkung der Zellhaut 42.
 Vermehrung 122.
 Vernatio 25.
 Veronica 329.
 Verrucaria 164.
 Verschleimung der Zellhaut 42.
 Verticillatae 265. 269.
 Verwachsungen 13.
 Verwundung 87.
 Verzweigte Staubblätter 214.
 Verzweigung 4.
 — des Blattes 22.
 Verzweigungssysteme 11.
 Vexillum 296.
 Viburnum 334.
 — Lantana, nackte Knospen 27.
 Vicia 297.
 —, Keimung 263.
 Victoria 284.
 Vielkernige Zellen 38.
 Vielzellbildung 49.
 Vierteilung der Zelle 47.
 Vinca 323.
 Vincetoxicum 324.
 Viola 311.
 Violaceae 311.
 Viscum 277.
 —, Verzweigung 13.
 Vitaceae 307.
 Vitis 308.
 — Ranken 32.
 Vogelbeerbaum 296.
 Vollzellbildung 49.
 Volvocaceae 142.
 Volvox 143.

- Vorblätter 211, 225.
 Vorkeim 173.
 Vorspelze 237.

W
 Wachholder 208.
 Wachs 80.
 Wachsblume 324.
 Wachstum 109.
 Wärme 94.
 Wärmebildung 108.
 Wahlvermögen 104.
 Waid 290.
 Waldmeister 334.
 Waldrebe 286.
 Wallnuss 270.
 Wandspaltig 232.
 Wasserfarne 187, 193.
 Wasserfenchel 318.
 Wassergehalt 94.
 Wassergewebe 77.
 Wasserlinse 255.
 Wassernuss 314.
 Wasserpest 264.
 Wasserschieferling 318.
 Wasserstoff 95.
 Wasserströmung im Holz 297.
 Webera 184.
 Weberdistel 333.
 Wegerich 330.
 Weibliche Blüten 199.
 — Zellen 123.
 Weichbast 65.
 Weichsel 294.
 Weide 270.
 —, Blatt 20, 22.
 Weiderich 315.
 Weihnachtsblume 284.
 Weinstock 308.
 —, Ranken 32.
 —, Siebröhren 56.
 Weisiaceae 183.
 Weißbuche 273.
 Weißdorn 296.
 Weiße Rübe 290.
 Weißtanne 206.

 Weizen 260.
 —, Stärke 44.
 Wellingtonia 207.
 Welwitschia 209.
 Wermut 336.
 Wetterblume 337.
 Weymouthskiefer 207.
 Wickel 13, 238.
 Wiesendistel 337.
 Wilder Wein 308.
 Winde 324.
 Windende Stämme 29, 118.
 Wirsing 290.
 Wirtel 5.
 Wolffia 255.
 Wolfsmilch 304.
 Wollgras 256.
 Wucherblume 336.
 Würzelchen 202.
 Wundkork 87.
 Wurmfarn 191.
 Wurmsame 337.
 Wurzel 15, 33.
 —, Fibrovasalstränge 63, 68.
 Wurzel, Verkürzung 112.
 Wurzeldruck 98.
 Wurzelhaare 82, 99.
 Wurzelhaube 33, 87.
 Wurzelstock 29.

X
 Xanthoxyleae 302.
 Xanthoxylum 302.
 Xylaria 159.
 Xylem 63, 69.

Y
 Yamswurzel 246.
 Yucca 245.
 —, Dickenwachstum 76.

Z
 Zamia 204.
 Zantedeschia 255.
 Zapfen 204.
 Zaunrübe 313.
 Zea 259.
 Zelle 35, 37.

 Zellengewebe 54.
 Zellenpflanzen 131.
 Zellfläche 50.
 Zellhaut 35, 40.
 Zellkern 35, 38.
 Zellkörper 50.
 Zellplasma 37.
 Zellplatte 47.
 Zellreihe 50.
 Zellsaft 35, 46.
 Zellteilung 47.
 Zellwand 35, 40.
 Zerstreute Stellung 5.
 Ziegenbart 170.
 Zimmet 283.
 Zingiber 249.
 Zingiberaceae 249.
 Zink 95, 101.
 Zirbelkiefer 207.
 Zittergras 260.
 Zittwer 249.
 Zoosporen 134.
 Zostera 262.
 Zucker 46, 94, 103.
 Zuckerröhre 46, 259.
 Zuckerrübe 280.
 Zünfte 132.
 Zürgelbaum 274.
 Zuwachs des Holzes 103.
 Zweibrüderig 215.
 Zweigeschlechtig 210.
 Zweihäusig 126.
 Zweijährig 127.
 Zwergmännchen 144.
 Zwetschge 294.
 Zwiebel 30, 245.
 Zwischenzellräume 52.
 Zwitterblüten 210.
 Zygema 139, 140.
 Zygnemaceae 139.
 Zygomorph 225.
 Zygomyceten 151, 152.
 Zygomphyllaceae 304.
 Zygosporie 50, 125.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.



AJG 71



N. MANCHESTER,
INDIANA

