Handwörterbuch

der

Naturwissenschaften

Herausgegeben von

Prof. Dr. E. Korschelt-Marburg (Zoologie)

Prof. Dr. G. Linck-Jena (Mineralogie und Geologie)

Prof. Dr. F. Oltmanns-Freiburg (Botanik)

Prof. Dr. K. Schaum-Leipzig (Chemie)

Prof. Dr. H. Th. Simon-Göttingen (Physik)

Prof. Dr. M. Verworn-Bonn (Physiologie)

Dr. E. Teichmann-Frankfurt a. M. (Hauptredaktion)

IV.

Vierter Band

Fluorgruppe — Gewebe

Mit 924 Abbildungen

JENA

Verlag von Gustav Fischer

1913

USDA
LIB

Seite

Frankenheim, Moritz Ludwig. Von E. Drude, Göttingen 375
Frankland, Edward. Von Dr. E. v. Meyer, Prof., Dresden 375
Franklin, Benjamin. Von E. Drude, Göttingen 376
v. Fraunhofer, Joseph. } Von Dr. E. v. Meyer, Prof., Dresden 376
Fresenius, Carl. . . . } 376
Fresnel, Augustin Jean. Von E. Drude, Göttingen 377
Friedel, Charles. Von Dr. E. v. Meyer, Prof., Dresden 377
Fries, Elias Magnus. Von Dr. W. Ruhland, Prof., Halle a. S. 377
Frucht und Same. Von Dr. G. Beck v. Mannagetta, Prof., Prag 378
v. Fuchs, Johann Nepomuk. Von Dr. K. Spangenberg, München 411
Füchsel, G. Christian. Von Dr. O. Marschall, Eisenach 411
Funkenentladung. Von Dr. M. Toepler, Prof., Dresden 412
Funktionelle Anpassung. Von Dr. O. Levy, Priv.-Doz., Leipzig 420
Funktionswechsel bei Tieren. Von Dr. H. Blunck, Marburg i. H. 430

G.

Gadolin, Axel. Von Dr. K. Spangenberg, München 439
Galenus. Von Dr. J. Pagel, weil. Prof., Berlin 439
Galilei, Galileo. Von E. Drude, Göttingen 439
Gallen. Von Dr. E. Küster, Prof., Bonn 440
Galvani, Luigi. Von Dr. J. Pagel, weil. Prof., Berlin 462
Galvanische Ketten. Von Dr. A. Coehn, Prof., Göttingen 462
v. Gärtner, Karl Friedrich. } Von Dr. W. Ruhland, Prof., Halle a. S. 481
Gärtner, Joseph. . . . . } 481
Gärung. 482
a) Alkoholische Gärung. 482
α) Theoretisches. Von Dr. J. Behrens, Prof., Dahlem 482
β) Praktisches. Von Dr. K. Kroemer, Prof., Geisenheim 489
b) Cellulosegärung. . . . . } 512
c) Gärungen, welche Entwickelung organischer Säuren zur Folge haben. } Von Dr. W. Omeliansky, St. Petersburg 515
d) Milch, Butter, Käse. Von Dr. A. Koch, Prof., Göttingen 526
e) Eiweißgärung. Von Dr. H. Pringsheim, Priv.-Doz., Charlottenburg . . . 533
Gasbewegung. Von Dr. L. Prandtl, Prof., Göttingen 544
Gase. Von Dr. K. Jellinek, Priv.-Doz., Danzig 560
Gassendi, Pierre. Von E. Drude, Göttingen 579
Gastropoda. Von Dr. H. Simroth, Prof., Leipzig 579
— Paläontologie. Von Dr. Th. Brandes, Leipzig 609
Gastrotricha. Von Dr. R. Lauterborn, Prof., Ludwigshafen a. Rh. 621
Gauß, Carl Friedrich. . . } Von E. Drude, Göttingen 623
Gay-Lussac, Louis Joseph. } 624
Gebirge der Erde. Von Dr. Otto Wilckens, Prof., Jena 624
Gebirgsbildung. Von Dr. J. Koenigsberger, Prof., Freiburg i. Br. 650
Gedächtnis. Von Dr. M. Offner, Prof., München 655
Gefühl. Von Dr. O. Külpe, Prof., Bonn 678
Gegenbaur, Karl. Von Dr. W. Harms, Priv.-Doz., Marburg i. H. 685
Gehirn (Anthropologisch). Von Dr. Eugen Fischer, Prof., Freiburg i. Br. 685
Gehirnnerven. Von Dr. R. Finkelnburg, Prof., Bonn 688
Gehirn-Zentralnervensystem. Funktionen. Von Dr. L. Edinger, Prof., Frankfurt a. M. 697
Gehörsinn. Von Dr. W. Trendelenburg, Prof., Innsbruck 733
Gemüse. Von Dr. T. F. Hanausek, Prof., Wien 750
Genußmittel. Vegetabilische Genußmittel. Von Dr. T. F. Hanausek, Prof., Wien . 761
Geoffroy-St. Hilaire, Etienne. Von Dr. W. Harms, Priv.-Doz., Marburg i. H. . . 775
Geographie der Pflanzen 776
a) Florenreiche. Von Dr. M. Rikli, Prof., Zürich 776
b) Oekologische Pflanzengeographie. Von Dr. Eduard Rübel, Zürich. 858
c) Genetische Pflanzengeographie (Epiontologie). Von Dr. C. Schröter, Prof., Zürich 907
Geologie. Von Dr. O. Wilckens, Prof., Jena 942

Frucht und Same.

A. Frucht.

1. Begriff. 2. Bedingungen der Fruchtbildung. 3. Bestandteile. 4. Entwickelung und Anatomie. 5. Einteilung. 6. Fruchtformen. 7. Verschiedenfrüchtigkeit.[1])

1. Begriff. Eine genaue Begrenzung des Begriffes der Frucht (fructus) unterliegt mancherlei Schwierigkeit. Am einfachsten wäre freilich als Frucht der umgewandelte Fruchtknoten zu bezeichnen, welcher die Samen einschließt. Aber schon Gärtner, der Begründer der Fruchtkunde (Carpologie), hat im Jahre 1788 diesen Begriff auf das die Samen einschließende Gehäuse ohne Rücksicht auf seinem Ursprung erweitert und zwar mit Recht, da es nicht immer ein morphologisch einheitliches, aus Fruchtblättern (carpella) entstandenes Organ darstellt, sondern zu seinem Aufbau oft alle in der Blüte befindlichen Organe (mit einziger Ausnahme der Staubblätter), der Stengel und viele außerhalb der Blüte stehende Teile der Pflanze herangezogen werden können. So nimmt neben den Fruchtblättern die Blütenachse stets innigsten Anteil an dem Abschlusse des Fruchtgehäuses und bildet bei unterständigen Fruchtknoten den überwiegenden Teil der Fruchtwand. Nicht selten wird die Blütenhülle zum Gehäuse der Samen wie bei Mirabilis u. a. Auch Vor- und Hochblätter sind daran beteiligt, wie bei der Grasfrucht u. a. Noch viel häufiger ist jedoch die Beteiligung verschiedener, auch in der Nähe der Blüte stehender Organe an den Verbreitungseinrichtungen der Frucht, so daß bei der Begriffsbestimmung der Frucht auf alle für die Verbreitung der Früchte und Samen biologisch tätigen und mit der Frucht in Verbindung stehenden Organe, namentlich auch auf die sogenannten akzessorischen Organe (accessoria) Bedacht genommen werden muß. Wir fassen daher als Frucht alle besonders umgewandelten Organe der Pflanze zusammen, welche die Samen bis zur Reife umschließen, dann ausstreuen oder mit denselben von der Pflanze abgetrennt werden.

Dadurch ist es ermöglicht, auch manchen Gymnospermen, die nach der üblichen Begriffsbestimmung keine Früchte besitzen würden, Früchte zuzuerkennen. Das ist gewiß berechtigt, denn eine Wacholderbeere ist sicher sowohl morphologisch als biologisch eine vollwertige Frucht, d. h. ein Samen einschließendes Gehäuse. Bei solcher Auffassung fällt dann aber auch der übel angewandte Begriff der Scheinfrüchte (fr. spurii), als welche man sehr Verschiedenes, wie den Fruchtstand der Feige, die Sammelfrüchte der Erdbeere, Himbeere und der Hagebutte u. a. m. bezeichnete. Die bei diesen Früchten vorhandene fleischige Blütenachse ändert sicher nicht den Wert derselben als echte, mit einem Fruchtfleische versehene Früchte, denn sonst wären auch die Johannisbeere, der Apfel und die Birne keine Früchte und auch die Wacholderbeere und Maulbeere könnten keine Früchte darstellen, obwohl sie ein die Samen einschließendes Gehäuse besitzen, da dieses und das Fruchtfleisch nicht aus den Fruchtblättern, sondern aus anderen Blattorganen (Blütenhülle, Stützblätter) gebildet werden. Zieht man die Gleichwertigkeit aller in der Blüte und in ihrer Nähe stehender Blätter in Betracht, so wird die Ablehnung der Scheinfrüchte noch weiter unterstützt.

Hingegen lassen sich die Sammelfrüchte, als welche man gewöhnlich einzelne Blüten mit mehreren getrennten, aber zusammen abfallenden Einzelfrüchten (discocarpia) oder auch Blüten mit mehreren Einzelfrüchten überhaupt (apocarpia) bezeichnet, und die zusammengesetzten Früchte (polyanthocarpia), welche aus den verbundenen Früchten mehrerer Blüten bestehen, dann den Früchten leicht einordnen.

Es gibt aber auch aus Fruchtblättern erzeugte Gehäuse, die aus irgend einem Grunde keine Samen enthalten. Das sind taube Früchte, wozu auch die in Kultur befindlichen samenlosen („kernlosen") Fruchtsorten von Bananen, Rosinen, Apfelsinen, Quitten u. a. gehören. Endlich gibt es auch nacktsamige Samenpflanzen, welche keine Früchte, sondern nur Samen erzeugen, wie z. B. Cycas, Gingko, die Eibe u. a.

2. Bedingungen der Fruchtbildung. Zu einer normalen Frucht- und Samenbildung ist Bestäubung und nachfolgende Befruchtung der Eizellen in den Samenanlagen erforderlich, denn nur durch Einleitung der Embryobildung treten jene Umwandlungen ein, die zur Fruchtbildung führen. Da aber auch auf ungeschlechtlichem Wege, also ohne Befruchtung Keime (Embryonen) in den Samenanlagen entstehen können, wie z. B. aus Nucellarzellen, aus Zellen des Embryosackes usw., deren Bildung ebenfalls Fruchtbildung anregt, muß die Embryobildung in den Samenanlagen als das alleinige Erfordernis der normalen Fruchtbildung angesehen werden. Man kann daher die Fruchtbildung mit Befruchtung, Sexokarpie, und die ohne Befruchtung, Parthenokarpie, unterscheiden.

Taube Früchte, wie sie nur die Kultur durch Pfropfung erhalten kann, scheinen vielfach durch Verkümmerung normal befruchteter Samenanlagen ihre Samenlosig-

[1]) Die „Verbreitungsmittel der Pflanzen" werden in einem besonderen Artikel behandelt.

keit zu erreichen. Die Bestäubung allein ist zur Fruchtbildung nicht genügend, wenn sie auch die ersten Veränderungen zur Fruchtbildung manchmal anregt wie bei den Orchidaceen, oder selbst auf den Charakter der Früchte Einfluß nimmt wie bei den Mischfrüchten (Xenien). Wohl aber wird die Fruchtbildung indirekt durch den Ursprung des bestäubenden Pollens in hohem Maße beeinflußt, weil sich danach die Qualität und Zahl der Samen, sowie die Möglichkeit der Befruchtung überhaupt richtet. Die Erfolge der Befruchtung bestimmen aber wieder in erster Linie den „Fruchtertrag", wobei natürlich die graduell verschiedene „Fruchtbarkeit" der Pflanze und des Individuums mitspielt. So bedarf eine eingeschlechtige Blüte nicht nur der Anwesenheit einer Blüte des anderen Geschlechtes, sondern auch der Agentien, die die Bestäubung besorgen, die ebenso bedeutungsvoll bei anderen Blüten, die auf bestimmte andere Arten der Bestäubung angewiesen sind, zur Fruchtbildung mitwirken. Der Fruchtertrag insektenblütiger Gewächse wird auf solche Weise von der Menge und Art der Bestäuber und von der Häufigkeit oder Seltenheit ihrer Besuche so wesentlich abhängig gemacht, daß dessen Zu- oder Abnahme direkt nachweisbar ist, wie z. B. beim Wiesenklee. Windblütige Pflanzen sind wieder durch meteorologische Umstände: Wind, Wetter, namentlich Regen, in ihrer Fruchtbildung beeinflußt. Regnet es z. B. während der Blütezeit des Getreides, der Gymnospermen oder der Kätzchenblütler, so tritt ein starker Ausfall im Fruchtertrage ein. Die Kreuzung oder Wechselbestäubung ist bei zahlreichen Pflanzen unbedingt zur Frucht- und Samenbildung nicht nur notwendig, sondern sie erfordert auch eine Bestäubung durch den Pollen bestimmter Blüten. Daher kann meist nur der Pollen derselben Art, nahe verwandter Formen und Arten befruchten und die auf solche Weise entstandenen Artbastarde sind trotzdem in ihrer Fruchtbarkeit geschwächt oder bleiben gänzlich unfruchtbar, da ihr Pollen gewöhnlich verkümmert und nicht imstande ist, befruchtend zu wirken. Nur durch Rückkreuzung mit den Stammeltern kann bei diesen Bastarden hin und wieder Fruchtbildung eintreten.

3. Bestandteile der Frucht. Die wesentlichen Teile der Frucht sind der Same (semen) und das Fruchtgehäuse oder die Fruchtschale (pericarpium, spermothece), welches die Samen einschließt und morphologisch sehr Verschiedenes darstellen kann. Alle anderen Bestandteile, welche das Samengehäuse umgeben oder mit demselben in irgendeine Verbindung treten, nennt man die Neben- oder akzessorischen Organe (accessoria) der Frucht.

4. Entwickelung und Anatomie. Die erste Periode der Entwickelung der Früchte fällt mit jener der Fruchtblätter bis zur Empfangsfähigkeit der Narbe zusammen. Die zweite Periode beginnt mit der erfolgten Bestäubung. Dann vertrocknet zunächst die Narbe und meist auch der Griffel, welcher gewöhnlich abfällt oder nur stehen bleibt, wenn er bei der Verbreitung der Frucht mitwirkt. Auch die übrigen Blütenteile, insofern sie nicht als Schutzorgane der heranreifenden Frucht dienen, wie viele Kelche und Hüllen, verwelken, fallen ab oder bilden wichtige Verbreitungseinrichtungen. Der Fruchtknoten wird zur eigentlichen Frucht, indem sich das Fruchtgehäuse zum Samengehäuse umwandelt. Letzteres geschieht unter mannigfachen Veränderungen der Gewebe der Fruchtwand. Vor allem tritt reichliche Vermehrung und Ausdehnung der Zellen ein, um das für die heranwachsenden Samen notwendige, vergrößerte Gehäuse auszubilden. Auch findet zugleich eine erhebliche Stoffanhäufung, insbesondere von Stärke in den Zellen und besonders in den Placenten statt, um das Baumaterial für die Samen vorrätig zu haben. Diesen Vorgängen schließt sich eine meist schärfere Gliederung des Perikarps in drei Zellschichten an und zwar in das Exo- oder Epikarpium (das ist die äußere Epidermis), Endokarpium (das ist die innere Epidermis der Fruchtwand) und in das Mesokarpium, das sich zwischen dem Epi- und Endokarpium als anfangs chlorophyllführendes, die Gefäßbündel umgebendes Gewebe einschiebt. Auch die Placentargewebe erleiden bei der Ausbildung der Samen Veränderungen und werden zum Samenpolster (spermaphora, trophospermium). Die dritte Periode in der Entwickelung der Früchte kennzeichnet sich durch zweckdienliche Umwandlung und endgültige Ausbildung aller Zellen, insbesondere durch die Veränderungen der Zellhäute, durch chemische Umwandlung oder Austrocknung ihres Inhaltes und durch das Reifen der Samen. Im Reifezustande läßt dann das Perikarp gewöhnlich anatomisch verschiedene Gewebe mit bestimmten Funktionen erkennen und zwar vor allem die Hartschichte (sclerocarpium), ein festes, aus Sklereiden gebildetes mechanisches Gewebe, weiter das Fruchtfleisch (sarcocarpium), ein weiches, nicht verholztes, Säfte und Nährstoffe enthaltendes Parenchym, und oft auch eine Trockenschichte (xerocarpium), das sind trocken und inhaltsarm gewordene Zellschichten. Es hängt von der physiologischen Aufgabe der Fruchtwand ab, welche Gewebeschichten zur Ausbildung gelangen. Im allgemeinen besteht aber die Regel, daß Hartschichten in der Fruchtwand nur dann zur Ausbildung gelangen, wenn die Frucht-

wand, wie bei den Schließfrüchten, den Schutz der mit dünner Samenschale bekleideten Samen zu übernehmen hat, daß dagegen bei fleischigen und sich öffnenden Früchten die Fruchtwand vornehmlich aus dünnwandigen Zellen besteht. die Samen aber dann mit einer festen und widerstandsfähigen Samenschale ausgerüstet sind. Uebernehmen jedoch mit sklerenchymatischen Geweben versehene Hochblätter den Schutz der Frucht, wie bei der Grasfrucht (caryopsis), dann verschwinden die mechanischen Gewebe sowohl in der Fruchtwand wie auch in der Samenschale; ja das Perikarp kann wie bei Mirabilis zuletzt nur mehr in einer Zellage vorhanden sein, oder die Samenschale kann verloren gehen wie bei Gräsern.

Das Epi- und das Endokarp werden gewöhnlich nur aus einer Zellage gebildet. Beim Mesokarp findet man jedoch nur selten eine oder zwei Zellagen wie bei Salsola, Chenopodium, Urtica, Plantago. Zumeist ist es mehr- oder vielschichtig. Oft wird nur das Epikarp zu einer stark verdickten, mechanisch wirksamen Oberhaut wie bei Polygonum, Galium, Myrrhis; aber es gibt auch Perikarpien, bei denen dem Endokarpium allein der mechanische Schutz der Fruchtwand obliegt wie bei Humulus, Cannabis, Ribes. Am häufigsten werden verschiedene Zellschichten des Mesokarpiums sklerenchymatisch und bilden dann oft wieder weiter differenzierte Lagen innerhalb der Hartschicht, die meist dem Epi- oder dem Endokarpium anliegen. Bei manchen Perikarpien nehmen aber auch überdies Epi- oder Endokarp an der Hartschicht Anteil (Urtica) oder die Fruchtwand wird völlig sklerenchymatisch wie bei Corylus, Plantago, Carthamus, oder völlig sarkokarpisch wie bei Musa, Phytolacca, Aesculus, Solanum, oder völlig xerokarpisch wie bei Panicum, Avena, Chenopodium. Eine scharfe Differenzierung des Mesokarps in ein Sarkokarp und ein innenliegendes Sklerokarpium ist allen Steinfrüchten eigen. Bei trockenen Schließfrüchten sind gewöhnlich die nach außen liegenden Zellagen des Mesokarpiums zur Hartschicht umgewandelt wie bei Zea, Fagus, Quercus, Fagopyrum, und nur selten die inneren wie bei Beta, Spinacia. Noch viel weitergehende Gliederungen der Gewebe mit mannigfach in Bündeln und Strängen vereinigten Elementen zeigen die Perikarpien der Compositae und Umbelliferae. Das Endokarpium geht bei manchen Schließfrüchten verloren, wird unscheinbar oder zerstückelt. Es kann aber auch größere biologische Bedeutung durch die Bildung des Fruchtmarkes oder Fruchtbreies (pulpa) gewinnen. Dieses ist bald ein nährstoffreiches und oft saftiges, lockeres Gewebe, das von den inneren Teilen der Fruchtwand ausgehend, die Fruchtfächer füllt wie bei der Banane, Cassia, Punica, Adansonia oder ein schwammiges, markähnliches Parenchym wie bei vielen Hülsen, beim Gartenrettich.

Die Pulpa kann aber auch aus saftigen Emergenzen des Endokarpiums gebildet werden wie bei den Citrusfrüchten. Nicht mit dem Fruchtbrei zu verwechseln ist jedoch der ähnliche Funktionen übernehmende Samenmantel in vielen Früchten. Manchmal erzeugt die Innenseite des Perikarps auch ein reichliches Haarkleid wie bei Acer oder hygroskopische Haare (Elateren), die zur Ausstreuung der Samen dienen, wie bei vielen Orchidazeen (Fig. 5, 1 und 2).

Eine spezielle anatomische und biologische Ausgestaltung erfährt das Perikarp noch durch den Besitz verschiedener Farbstoffe (gefärbte Früchte), von Schleim und Klebestoffen (Viscum, Rhipsalis), Alkaloiden, Kalkoxalat, Gerbstoffen, Oelen und Harzen (Juniperus, Citrus, Copaiba, Hymenaea, Myrtaceae, Umbelliferae, Rutaceae, Anacardiaceae u. a.), von Milchsäften (Euphorbiaceae, Papaveraceae) und durch die Ausbildung verschiedener Akzessorien wie Haare, Stacheln, Schuppen und ähnlicher Organe.

Das letzte Stadium, die Fruchtreife, charakterisiert sich durch das Abfallen der Schließfrüchte, durch das Zerbrechen der Bruch- und Teilfrüchte oder durch das Oeffnen der Streufrüchte zu Zwecken der Ausstreuung der Samen (disseminatio).

Das Abfallen der Schließfrüchte erfolgt infolge der am Fruchtstiele sich bildenden Trennungsschichten gerade so wie bei den Blättern im Herbste. Die Oeffnung (dehiscentia), deren Art und Weise vom anatomischen Bau der Fruchtwand abhängt, hat verschiedene Ursachen. Bei trockenen Streufrüchten ist sie ein rein physikalischer Vorgang, der durch ungleiche Hygroskopizität der Zellwände verschieden schnell quellbarer Gewebe veranlaßt wird. Die meisten trockenen Streufrüchte werden durch Austrocknung geöffnet (Xerochasie) und durch Befeuchtung wieder geschlossen; selten ist das Umgekehrte der Fall (Hygrochasie). Das dadurch entstehende, ungleiche Schrumpfen (Kontraktion) der Gewebe führt zu Spannungsunterschieden vor allem zwischen den Kontraktions- und den Widerstandselementen, besonders zwischen dünnwandigen Zellen und Sklereiden oder zwischen nach entgegengesetzter Richtung (antagonistisch) verlaufenden Geweben. Infolgedessen zerreißt das Perikarp meist an genau bestimmten Stellen geringsten Widerstandes, welche gewöhnlich aus weichen und dünnen Gewebeschichten bestehende Trennungslinien darbieten, selten bei dem Mangel derselben ganz unregelmäßig. Hierbei krümmen sich die Widerstandselemente (Hartschichten) gewöhnlich nach der Richtung des geringsten Widerstandes gegen die Weichschichten. Dieses Zerreißen der Fruchtwand kann allmählich oder bei momentaner Ueberwindung des Hindernisses plötzlich geschehen, wobei die Samen oder Fruchtteile ausgeschleudert werden (Schleuder-, Spring-, Explosionsfrüchte). Manchmal erfolgt letzteres mit lautem Knalle wie bei Hura. Im besonderen zeigt die Dehiszenz und die Ausstreuung der Samen verschiedene Typen (s. unten 6 „Fruchtformen"). Infolge Anfeuchtung krümmen sich die Kapselklappen von Mesembryanthemum, Telephium, Colobanthus, Anastatica nach auswärts und öffnen die Früchte. In ähnlicher Weise bewegen sich auch die Hüllschuppen von Odontospermum und streuen die Früchte aus.

Wieder anders öffnen sich einige fleischige Streufrüchte. Bei diesen werden durch starke

Turgeszenz der äußeren Perikarpschichten Druckdifferenzen gegen benachbarte, nicht durch den Turgor gespannte Gewebe ausgeübt, die schließlich zu einem verschiedenartigen Zerplatzen der Früchte und bei plötzlicher ausgelöster Bewegung zum Fortschleudern der Samen führen, wie bei Impatiens (Fig. 8, 1), Cyclanthera (Fig. 8, 2). Der Druck der durch den Turgor prallen Fruchtwand kann sich aber auch gegen den Inhalt der Fruchtfächer richten, wodurch bei dem Mangel von Trennungslinien deren Inhalt plötzlich aus der durch Ablösung des Fruchtsticles entstandenen Pore herausgeschossen wird, wie bei Elaterium (Abb. 8, 3). Beeren streuen die Samen erst nach dem breiigen oder mehligen Zerfall des Sarkokarpiums aus, wenn nicht die Samen schon beim Verzehren des Fruchtfleisches durch Tiere frei werden.

Die chemischen Veränderungen, welche die Gewebe der Fruchtwand erleiden, sind außerordentlich mannigfach. Es ändert sich der Wassergehalt, die Menge der Kohlenhydrate, Fette, Proteine, organischen Säuren, der Asche und ihrer Bestandteile. Im allgemeinen finden sich die für den Menschen und die Tiere genießbaren Stoffe entweder im Perikarp oder in den Samen, selten in beiden zugleich. Das Fruchtfleisch hat immer einen höheren Gehalt an Wasser (bei Stein- und Kernobst bis 84, bei den Erdbeeren bis 90, beim Kürbis bis 92%). Hingegen enthält es geringe Mengen von stickstoffhaltigen Substanzen (Ausnahme die Dattel bis 23,25%) und Stärke (letztere öfters im Fruchtmarke wie bei der Banane). Der Zuckergehalt des Fruchtfleisches bleibt meist unter 10%, steigt aber bei der Banane auf 22, in Weintrauben auf 30, bei der Dattel auf 36, bei Feigen auf 50, bei Ceratonia selbst auf 60%. Mannigfache organische Säuren sind in verschiedener Menge vorhanden (s. den Artikel „Obst"), ebenso Fette (bei der Olive bis 50%), Gerbstoffe, Pektine, ätherische Oele u. a. m.

5. **Einteilung.** Seit Linné, der 1751 acht Fruchtformen unterschied und benannte, wurden zahlreiche Versuche gemacht, die Früchte zu klassifizieren. Die hierdurch aufgestellten „Fruchtsysteme" zeigen aber große Verschiedenheiten, weil nicht nur der Begriff der Frucht schwankte, sondern auch bald morphologische und anatomische Merkmale, bald biologische Eigentümlichkeiten und endlich auch entwickelungsgeschichtliche Gründe für die Einteilung als maßgebend betrachtet wurden. Der Oeffnungsweise (Dehiszenz) der Früchte und der Beschaffenheit (Konsistenz) der Fruchtwand wurde stets besondere Wichtigkeit zuerkannt. Weiter wurden hierzu die Abstammung der Früchte aus einer Blüte oder aus mehreren Blüten, die Zahl der an einer Einzelfrucht beteiligten Fruchtblätter, die Art der Ausstreuung der Samen und das Abfallen der Früchte gewürdigt. Darin sind die neueren Fruchtsysteme einig, daß die große Zahl der oft nach geringfügigen Merkmalen unterschiedenen Fruchtformen möglichst zu reduzieren und eine präzise Nomenklatur anzustreben sei. Hier sei die von Beck im Jahre 1891 aufgestellte Einteilung und Nomenklatur mit einigen Aenderungen zur Grundlage der weiteren Ausführungen gemacht:

I. Blüten- oder echte Früchte (anthocarpia, eucarpia).

Die Früchte, deren Samen von Fruchtblättern eingeschlossen werden, gehen aus Blüten hervor.

1. Einzelfrüchte (monanthocarpia, fructus simplices).

Die Frucht geht aus einer Blüte hervor.

A. Streu- oder Springfrüchte (rhexocarpia, fructus disseminantes).

Das Fruchtgehäuse öffnet sich und streut die Samen aus.

a) Die Balgfrucht (follicarpium, monocarpium dehiscens).

b) Die Kapselfrucht (capsula, syncarpium dehiscens).

B. Fallfrüchte (piptocarpia, fructus secedentes).

Früchte geschlossen abfällig oder einzelne die Samen umschließende Teile der Frucht abfällig.

c) Die Einzelschließfrucht (monocarpium, monocarpium vel apocarpium indehiscens).

d) Die Gliederfrucht (lomentum, monocarpium mericarpum).

e) Die Bruchfrucht (mericarpium, syncarpium mericarpum).

f) Die Teil- oder Spaltfrucht (schizocarpium, syncarpium schizocarpum).

g) Die Becherfrucht (discocarpium).

h) Die Sammelschließfrucht (polycarpium, syncarpium indehiscens).

2. Zusammengesetzte Früchte (polyanthocarpia, fructus compositi).

Die Frucht geht aus zwei oder mehreren Blüten hervor.

i) Der Fruchthaufen (sorocarpium).

k) Der Fruchtstand (desmocarpium).

II. Samenstände (spermatocarpia).

Die Früchte, denen Fruchtblätter fehlen, gehen nicht aus Blüten hervor und sind von Deckblättern völlig umschlossene Samen oder Samenstände.

l) Der Zapfen (strobilus, conus).

m) Der Beerenzapfen (galbulus).

n) Die Samenbeere (arillocarpium).

Zum Verständnis der nachfolgenden Fruchtformen sei noch vorausgeschickt: Monokarpium heißt eine Frucht, die nur aus einem Fruchtblatte gebildet wird.

Synkarpium ist eine Frucht, die aus mehreren, verschieden verwachsenen Fruchtblättern einer Blüte hervorgeht.

Apokarpium ist die Frucht einer Blüte, die aus zwei oder mehreren freien Monokarpien besteht, welche einzeln abfallen oder die Samen ausstreuen.

Diskokarpium heißt eine Frucht, die aus zwei oder mehreren Monokarpien besteht, die durch Akzessorien verbunden zusammen abfallen.

Schizokarpium ist ein Synkarpium, das in abfallende Monokarpien zerfällt.

Merikarpium ist eine Frucht, die in ein- oder mehrsamige, abfällige Stücke zerfällt, welche Teile von Mono- oder Synkarpien darstellen.

Danach verstehen sich auch die Ausdrücke mono-, syn-, apo-, schizo- und merikarp.

6. Die Fruchtformen.

I. Blüten- oder echte Früchte (anthocarpia, eucarpia). Charakter oben S. 381.

1. Einzelfrüchte (monanthocarpia). Charakter und Gliederung oben S. 381.

A. Streu- oder Springfrüchte (rhexocarpia). Charakter und Gliederung oben S. 381.

a) Die Balgfrucht (follicarpium, monocarpium dehiscens). Die Frucht wird aus einem einzigen, sich öffnenden Fruchtblatte gebildet, das die Samen ausstreut. Mono- und apokarpe Balgfrüchte kommen vor. Hierzu: 1. Der Balg (folliculus). 2. Die Hülse (legumen). 3. Der Rachenbalg (stomatocarpium). 4. Der Schlauchbalg (utriculus).

1. Der Balg (folliculus) ist eine aus einem einzigen Fruchtblatte bestehende, die Samen ausstreuende Frucht, welche der Länge nach an einer Naht (Fuge, sutura) aufklappt.

Die Blüte ist meist apokarp (Caltha, Magnolia, Tetracera), seltener monokarp (Delphinium consolida; Fig. 1, 1 und 2). Der Balg zeigt einfache, rundliche oder längliche, oft seitlich abgeplattete, ziemlich kurze Taschen, verlängert sich manchmal aber beträchtlich (manche Apocynaceae, Asclepiadaceae) oder wird spindelig und zugespitzt. Hin und wieder ist er länger gestielt (Connarus, Cymbopetalum). Er öffnet sich entweder der ganzen Länge nach oder nur teilweise gegen die Spitze hin. Die Spalte befindet sich entweder an der Bauchnaht (sutura ventralis; Fig. 1, 1, 2 und 5) und spaltet dann auch die Placenta (wie bei vielen Helleboreae, Connarus, Sedum, Butomus), oder an der Rückennaht (s. dorsalis) wie bei Magnolia, Cymbopetalum, oder der Balg ist plazentenbrüchig (f. placentifragus), indem sich die Fruchtwand mit zwei Spalten von der Placenta loslöst wie bei Asclepiadaceae (Fig. 1, 6 und 8). Die Beschaffenheit des Perikarps ist gewöhnlich trocken, häutig oder lederig. Es kommen aber auch dicke und holzige (Hakea- und Grevillea-Arten), fleischige (Paeonia; Fig. 1, 5) und saftige, daher beerenartige Bälge vor (wie bei Akebia, Decaisnea, Doliocarpus, Tabernaemontana). Bei den apokarp werdenden Bälgen der Xanthoxyleae (Fig. 1, 9) löst sich das trockene und pergamentartige Endokarp vom Exokarp elastisch ab und drückt oder schnellt den Samen aus. Der Balg ist einfächerig; Kammerungen werden durch die sich vom Samen ablösenden äußeren Integumente bei Banksia erzielt. Samen sind gewöhnlich in der Mehrzahl vorhanden und stehen bei der ventralen Oeffnung an beiden Balgrändern. Selten enthält der Balg nur einen Samen, so beim Sternanis (Illicium), bei Magnolia, Hibbertia, Evodia, Connarus, Empleurum, Xanthoxylum (Fig. 1, 9). Zyklisch angeordnete,

Fig. 1. 1 Balg von Delphinium consolida, 2 Schema der Balgöffnung (Querschnitt), 3 Hülsen und 4 Same von Hakea repanda, 5 Balg von Paeonia peregrina, 6 Doppelbalg und 7 Same von Vincetoxicum, 8 Schema der Oeffnung des Doppelbalges (Querschnitt), 9 apokarpe Bälge von Xanthoxylum americanum. Alle Früchte geöffnet. — 1, 9 vergrößert, 5, 6, 7 verkleinert. Original.

apokarpe Bälge zeigen sich öfters am Grunde mehr oder minder verbunden und bilden Uebergänge zu den Balgkapseln (wie Helleborus, viele Apocynaceae). Die zwei apokarpen, plazentenbrüchigen Bälge in den Blüten der Asclepiadaceae und gewisser Apocynaceae hat man als Doppelbalg (bifolliculus, conceptaculum; Fig. 1, 6 und 8) bezeichnet. Durch Fehlschlagen eines Balges dieser Frucht werden oft echte Monokarpien erzeugt. Apokarpe Bälge entstehen aber auch schizokarp bei den Xanthoxyleae aus nur mit den Griffeln verwachsenen Synkarpien.

Akzessorien finden sich bei diesem alten, der Form nach einfach gestalteten Fruchttypus, der wenige biologische Einrichtungen zeigt, nur selten. Außer dem verschiedenen Haarkleide, das hin und wieder auch das Fruchtfach bedeckt,

kommen manchmal Weichstacheln (Asclepias), wulstig knotige Höcker (Agelaea paradoxa), Flügelkanten, krause Lappen (Dregea abyssinica) vor. Arillodien an den Samen müssen oft als Lockmittel dienen (Connaraceae). Auch bauchig aufgeblasene Bälge kommen bei Helleborus vesiculosus vor, die wohl nur als Schüttelorgane dienen. Geflügelte Samen enthält der Balg mancher Proteazeen (Embothrium u. a.).

2. Die Hülse (legumen) ist ein Monokarpium, das sich mit zwei Längsspalten zweiklappig öffnet (Fig. 2, 7). Sie ist die charakteristische Fruchtform der meisten Hülsenfrüchtler (Leguminosae) und Proteaceae.

Die Größe der Hülse richtet sich nach der Anzahl der Samen und ist sehr verschieden (wenige Millimeter bis etwa 50 cm wie bei Gleditschia- und Bauhinia-Arten). Die Form der Hülse wechselt außerordentlich. Gewöhnlich ist sie ellipsoidisch, länglich oder walzenförmig, sehr oft seitlich zusammengedrückt (Robinia, Cercis, Gleditschia-Arten, Poinciana, Amherstia, Lens). Weiter gibt es vierseitig geflügelte (Lotus tetragonolobus, Cassia alata, Sesbania-Arten), aufgeblasene (Colutea, Astragalus cicer, Cicer arietinum, Caesalpinia bonducella), holperige (Phaseolus, Fig. 2, 1; Cassia-Arten), rosenkranzförmige (einige Sophora- und Erythrina-Arten) und anders gestaltete Hülsen. Die Hülse ist ferner häufig gekrümmt und sichelförmig gebogen, manchmal hackig (Astragalus hamosus), schrauben- oder schneckenförmig eingerollt (Medicago, Fig. 2, 5 und 6) oder gewunden (Pithecolobium-Arten), nicht selten deutlich gestielt. Die Oeffnung erfolgt gewöhnlich absteigend (von der Spitze gegen den Grund) an der Rücken- und Bauchnaht, wobei die Placenta median gespalten wird (Fig. 2, 7). Manchmal wird nur der obere Teil der Hülse aufgesprengt. Durch mediane, sich spaltende Flügel an den Nähten (Robinia, Cercis, Lathyrus ochrus) scheinen die Nähte manchmal auf den Klappen zu stehen. Nur bei Hämatoxylon liegen beide Spalten abgerückt, denn die Hülse zerspringt hier in zwei kahnförmige Teile, von denen der eine die Bauch-, der andere die Rückennaht an seinem Kiele trägt. Scheinbar transversal öffnet sich die in der Blüte querstehende, holzige Hülse von Banksia. Oft erfolgt durch das plötzliche Aufklappen und die Einrollung der Klappen ein Ausschleudern der Samen auf einige Meter Entfernung (Lotus, Fig. 2, 3; Vicia-, Lathyrus-Arten). Die Wurfweite der Samen beträgt bei Kraunhia- und Bauhinia-Arten selbst 10 bis 15 Meter. Das anfangs saftige oder fleischige Perikarp (Pisum, Phaseolus) wird zuletzt gewöhnlich häutig, lederig und trocken. Derbe, holzige Hülsen sieht man bei manchen Leguminosen und insbesondere bei den Proteaceen (Fig. 1, 3). Hingegen sind zur Fruchtreife fleischige und saftige Perikarpien selten (Cynometria, Myristica). Sehr schön sieht man beerenartige Hülsen bei der Muskatnuß (Myristica fragrans), deren einziger Same überdies einen prachtvoll zinnoberrot gefärbten, zerschlitzten Samenmantel (arillus) besitzt (Fig. 26, 3 und 4).

Die Hülse ist gewöhnlich einfächerig. Sehr häufig kommen Kammerungen (septa) vor. Sie erfolgen entweder der Länge nach wie bei Astragalus-Arten durch sekundäre (falsche) Scheidewände, welche von der Rückennaht mehr minder gegen die Placenta vorspringen und sich mit letzterer öfters verbinden, so daß die Hülse zweifächerig wird (Fig. 2, 2), oder durch die furchige Ein-

Fig. 2. 1 Hülse von Phaseolus coccineus (geöffnet), 2 gefächerte Hülse von Astragalus cicer (durchschnitten), 3 geflügelte Hülse von Lotus tetragonolobus, 4 Samen derselben, 5 Hülsen von Medicago denticulata (von oben gesehen) und 6 von Medicago orbicularis, 7 Schema der Oeffnung der Hülse (Querschnitt). — 2, 4 bis 6 vergrößert, 1 verkleinert. Original.

faltung der Rückennaht. Manchmal springen aber auch die Plazenten oder die eingefurchte Bauchnaht weit ins Innere des Faches vor wie bei Oxytropis-Arten, Colutea. Ausnahmsweise wird die Hülse von Banksia, Dryandra und anderen Proteaceen durch das sich von der inneren Samenschale abtrennende äußere Integument der Samen der Länge nach gekammert. Häufig sind auch quere, durch pulpöse Wucherungen der inneren Fruchtwand entstehende Scheidewände von sehr verschiedener, meist markiger Konsistenz, wie bei Phaseolus (Fig. 2, 1), Vicia faba, Lupinus, Poinciana. Gewöhnlich enthält die Hülse mehrere Samen. Einsamige Hülsen zeigen die Gattungen Copaiba, Schizolobium, Trifolium, Anthyllis, manche Proteaceae.

Akzessorien sind häufig. Der Griffel bleibt sehr oft stehen und bildet Schnäbel (Trigonella) oder Haken (Vicia-, Lathyrus-Arten). Behaarung tritt häufig auf. Steife Borsten werden oft zu kräftiger Wehr (Vicia lutea, Glycyrrhiza echi-

nata, Caesalpina bonducella). Brechen die Borsten überdies leicht ab, dann erregen sie Jucken und Brennen der Haut (Mucuna-Arten). Selten sind Drüsenhaare (Adenocarpus, Robinia viscosa). Zur Verbreitung durch Tiere dienen Borsten und Stacheln (Medicago, Fig. 2, 5), auch Widerhaken (Medicago-Arten, Glycyrrhiza-Arten). Kleine Hülsen erhalten durch den mannigfach gestalteten und mit ihnen abfallenden Kelch vortreffliche Verbreitungsausrüstungen. So werden bei vielen Trifolium-Arten die Zipfel und Borsten des Kelches federig behaart (T. arvense, T. angustifolium) oder der Kelch wird blasig aufgetrieben (Anthyllis, Trifolium fragiferum, T. tomentosum, T. resupinatum), sowie zu einem flachen Flügelkelch umgestaltet (Trifolium procumbens, T. agrarium). Auch Rippen und Leisten bedecken hin und wieder neben den oben genannten Flügeln die Hülsen (Mucuna). Manche Hülsen zeigen auch einen oft wohlschmeckenden Fruchtbrei, in dem die Samen eingebettet sind. Auch andere Akzessorien besitzen die Samen der Hülsen. Vor allem sind prächtig gefärbte, oft wohlschmeckende Arillodien an den durch ihren Glanz auffälligen Samen zu erwähnen, die auffällige Kontrastfärbungen in grellem Rot und Schwarz gegenüber der weißen, inneren Fruchtwand erzeugen (wie bei der Paternostererbse Abrus precatorius, Adenanthera, Intria). Geflügelte Samen enthält die Hülse vieler Proteaceen (Hakea, Fig. 1, 3 und 4; Banksia).

Zahlreiche Uebergänge der Hülse zu Einzelschließfrüchten, Bälgen und zur Rahmenhülse (wie Lysiloma) kommen vor.

3. Der Rachenbalg (stomatocarpium) ist ein Monokarpium, das quer mit einer Spalte aufspringt. Hierbei öffnet sich das trockene Perikarp entweder rachenförmig (Jeffersonia, Fig. 3, 1 und 2) oder der

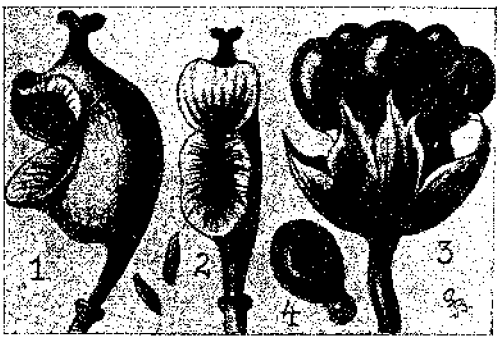

Fig. 3. 1, 2 Rachenbalg von Jeffersonia diphylla, Seiten- und Vorderansicht sowie zwei Samen. 3, 4 Schlauchbalg von Leontice altaica mit einem Samen. Vergrößert. Original.

obere Teil wird hin und wieder als Deckel abgeworfen (Leontice thalictroides).

4. Der Schlauchbalg (utriculus) ist ein unregelmäßig sich öffnendes, die Samen ausstreuendes Monokarpium.

Bei Epimedium spaltet sich die Fruchtwand von der Spitze gegen abwärts unregelmäßig zwischen den Nähten, wobei öfters zwei Klappen entstehen oder sie zerreist an der Spitze unregelmäßig und löcherig oder klappt mit ungleichen Lappen auf (Leontice-Arten, Fig. 3, 3). Auch löst sich manchmal die Fruchtwand in zusammenhängenden Stücken von einem stehenbleibenden Teile ab (Talauma). Gestielte, regellos aufspringende, apokarpe Schlauchbälge mit fleischiger Fruchtwand und geflügelten Samen scheinen die Früchte einiger Oxymitra-Arten zu bilden. Auch die Frucht der Lemnaceae kann ebenfalls als ein monokarper Schlauchbalg aufgefaßt werden, dessen Fruchtwand sich später gänzlich oder nur teilweise am Grunde zersetzt.

b) Die Kapsel (capsula) ist eine sehr häufige Frucht, die aus einem Synkarpium von 2 oder mehreren Fruchtblättern einer Blüte gebildet wird, das sich in verschiedener Weise öffnet und die Samen ausstreut. Nur in bezug auf die Oeffnungsweise gelingt es, Formen derselben schärfer zu unterscheiden und zwar 1. die Spaltkapsel oder Kapsel im engeren Sinne (capsula); 2. die Deckelkapsel (pyxidium); 3. die Löcher- oder Porenkapsel (opecarpium, capsula forata); 4. die Schlauchkapsel (sacellus).

1. Bei der Spaltkapsel (capsula) öffnen sich die Fruchtblätter der Länge nach. Spaltkapseln gehen aus ober- und unterständigen Fruchtknoten hervor. Sie deswegen zu trennen, geht wegen der zahlreichen Uebergänge in einzelnen Gattungen (z. B. Saxifraga) nicht an, auch weil sich biologisch keine Unterschiede zeigen.

Die Form der Spaltkapsel ist äußerst mannigfach und richtet sich vornehmlich nach der Anzahl der verbundenen Fruchtblätter und der in ihnen enthaltenen Samen. Die Anzahl der vereinigten Fruchtblätter schwankt zwischen 2 und 18. Zwei besitzen die Salicaceae, Scrophulariaceae, 3 viele Liliaceae, Viola, Drosera, 4 viele Oenotheraceae, Erica, 5 viele Caryophyllaceae, Oxalis, Rhododendron, 6 die Aristolochiaceae, noch mehr Eucryphia.

Die Fächerung der Kapsel wird hingegen von der Einrollung der Fruchtblattränder und der Plazentation abhängig gemacht. Es zeigen z. B. eine einfächerige Kapsel die Gattungen Orchis, Viola, Primula, eine zweifächerige Gentiana, Verbascum, 3 Fächer (loculi) die Kapseln von Lilium, Iris, 4 Kapselfächer Euonymus, Oenothera, 5 Oxalis, Impatiens, Rhododendron, 6 Aristolochia. Nicht immer ist die Fächerung eine vollkommene. So zeigen manche Silene-Arten, Sauvagesia im unteren Teile eine fünffächerige, in der Mitte ob der Ablösung der Scheidewände vom Zentrum eine gekammerte und im oberen Teile eine einfächerige Kapsel. Manchmal erfolgt die Fächerung durch Plazentarwucherungen. So wird die Kapsel der Cruciferae durch eine Plazentarwand zur zweifächerigen Schote. Aehnliches zeigen manche Bignoniaceae. Bei Datura und Solandra werden die beiden Fächer der Kapsel durch falsche, vom Rücken der Fächer ausgehende Scheidewände nochmals gefächert. Bei Pharbitis und Ipomaea

bilden sich diese falschen Scheidewände vom Zentrum aus. In den Fächern der Kapsel von Mesembryanthemum werden ebenfalls solche radiäre Zwischenwände in anderer Weise eingeschoben. Bei Papaver sind es die gegen das Zentrum lamellenartig vorspringenden, wandräumes in der Kapsel von Sarracenia, welcher durch die nicht völlige Verbindung der Scheidewände im Zentrum der Kapsel zustande kommt. Eine solche Trennung der Fruchtblätter bemerkt man auch bei manchen Kapseln der Liliaceae. Ein saftiges, zweiklappig abfallendes

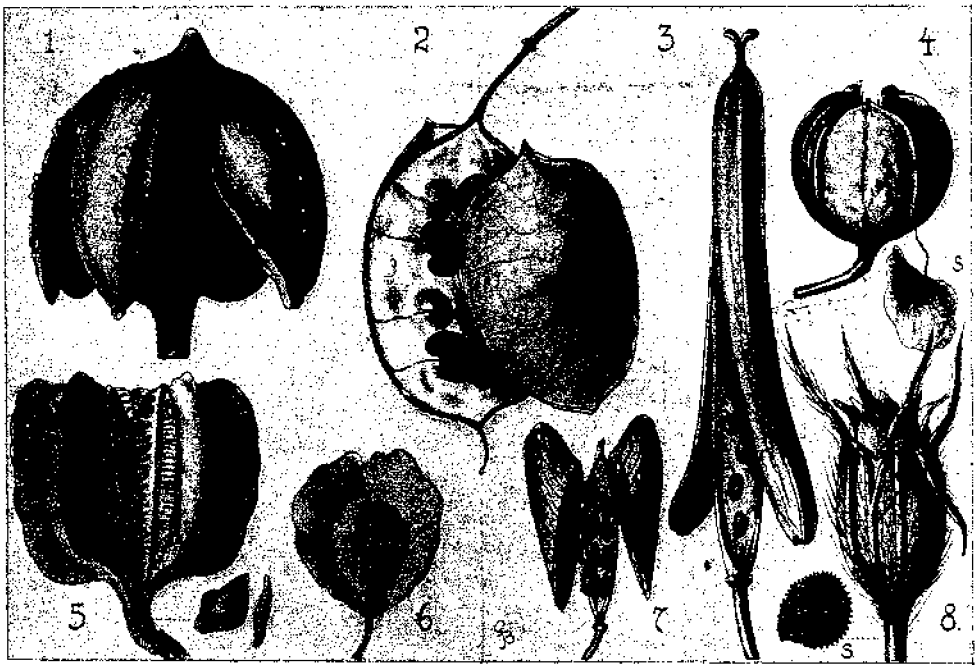

Fig. 4. 1 Spaltkapsel von Carapa guianensis, 2 Schoten von Lunaria annua und 3 von Cheiranthus cheiri, beide geöffnet, 4 fachspaltige Kapseln von Eremurus robustus mit einem herausfallenden Samen und 5 von Fritillaria imperialis, daneben 2 Samen, beide geöffnet, 6 Schötchen von Thlaspi arvense (noch geschlossen), 7 von Capsella bursa pastoris (geöffnet), 8 Zahnkapsel von Agrostemma githago, darunter ein Same s (vergrößert). — 1, 5, 8 verkleinert, 6, 7 vergrößert. Original.

ständigen Plazenten, welche die einfächerige Kapsel kämmern. Noch auffälliger ist eine derartige Fächerung bei Dolichandrone, wo die Plazentarwände überdies jedes Fach noch unvollkommen von der Mitte aus fächern. Ausnahmsweise wird bei der Kapsel von Hibiscus tiliaceus auch eine weitere Fächerung der Fächer durch quere Wände in mehrere Stockwerke vorgefunden.

Die Konsistenz der anfangs fleischigen Fruchtwand wird zur Reifezeit trocken und lederig, manchmal holzig. Selten ist sie fleischig und saftig, wodurch die Kapsel zu einer sich öffnenden beerenartigen Frucht wird. Sehr derbe und holzige Perikarpien besitzen die Kapseln von Vallea, vieler Meliaceae (Swietenia, Cedrela, Carapa) und Bignoniaceae. Fleischige Kapseln findet man bei Aesculus, Impatiens, Cordyline, bei einigen Amaryllidaceae und Bromeliaceae. Als besondere Eigentümlichkeit des Perikarps sieht man große Lufträume an der Kapsel von Nigella damascena, die samenlose Fächer an der Außenseite der Fruchtfächer zu bilden scheinen. Auffällig ist auch die Bildung eines zentralen Hohläußeres und ein hornartig erhärtetes inneres Fruchtgehäuse, an dessen Bildung auch die Plazenten teilnehmen, haben die merkwürdig gestalteten, doppeltgehörnten, unvollkommen fachspaltigen Kapseln von Proboscidea (Fig. 9, 2).

Die Oeffnung der Kapsel geschieht stets der Länge nach (deh. longitudinalis), und zwar entweder von der Spitze nach abwärts (absteigend, deh. descendens, Fig. 4, 4 und 8) oder vom Grunde nach aufwärts (aufsteigend, deh. adscendens, Fig. 4, 1 und 3), selten nur in der Mitte durch einen Längsriß oder eine Längsritze (ritzenförmig, deh. rimosa). Dabei können die Spalten (fissurae) vollkommen sein, d. h. sich über die ganze Länge der Frucht erstrecken: dann zerspringt die Kapsel völlig mit Klappen (valvae), die früher oder später nach der Ausstreuung der Samen abfallen (Fig. 4, 2 und 7). Oder die Oeffnung ist unvollkommen: sie erstreckt sich dann nur auf bestimmte Teile der Kapsel. Geschieht die absteigende Oeffnung unvollkommen oder nur zum Teile, so bilden sich Zähne (dentes) der Kapsel aus, die sich sehr oft nach außen rollen (sehr schön bei den meisten Caryo-

phyllaceae [Fig. 4, 8] und vielen Primulaceae). Manchmal bildet sich nur in der Mitte eine Ritze (rima), wie bei Oxalis, oder die Klappen bleiben an der Spitze und am Grunde noch miteinander verbunden, wie bei vielen Orchidaceae (Fig. 5, 1), Canna, Aristolochia- und Orobanche-Arten. Bei unvollkommener aufsteigender Oeffnung bilden sich nach abwärts gerichtete Zähne, wie bei Ledum. Bei Gordonia kann man auch den seltenen Fall einer gleichzeitig auf- und absteigenden Oeffnungsweise durch Zähne wahrnehmen. Eigentümlich ist auch, daß manche Kapseln, obwohl sie aus zwei Fruchtblättern bestehen, sich nicht, wie es Regel ist, an allen Fruchtblättern öffnen, sondern nur an einem, wodurch sie einem Balge nicht unähnlich werden (Incarvillea, Amphicome, Roettlera, Angraecum). Eigentümlich öffnet sich auch die Kapsel von Cuphea. Hier spaltet sich zuerst das die Kapsel umgebende, röhrenförmige Hypanthium schlitzförmig am Rücken; sodann reißt die sich loslösende, die Samen tragende, knorpelige Placenta das rückenständige Fach der Kapsel durch und krümmt sich durch den erzeugten Spalt nach rückwärts. Es besorgt somit hier die Placenta die Ausstreuung der Samen.

Der Ort, wo die Längsspaltung der Kapsel stattfindet, wechselt, wird jedoch streng eingehalten. Danach kann die Kapsel sein:

1. Fachspaltig (c. loculicida). Jedes Fach öffnet sich an der Rückennaht mit einer Spalte (Fig. 6, 1). Einfächerige Synkarpien

Fig. 5. 1 Spaltkapsel von Stanhopea aurantia (verkleinert), 2 Schleuderhaare und Samen derselben (vergrößert), 3 ein Same (stark vergrößert). Original.

öffnen sich solcherart zwischen den Plazenten und die Klappen tragen dann die Plazenten und Samen auf der Mitte ihrer Innenseite. Fachspaltig, dabei mehrfächerig und oberständig sind die Kapseln von Lilium, Tulipa, Ornithogalum, Syringa, Euonymus, Gossypium, vieler Acanthaceae; unterständig jene der Iridaceae, von Narcissus, Pancratium, vieler Rubiaceae und Melastomaceae, dabei unvollkommen sich öffnend jene von Eucalyptus, Mitella, Heuchera; einfächerig hingegen sind die fachspaltigen Kapseln von Viola, Pittosporum, Parnassia, Bixa, der Cistaceae. Es kommt bei der Fachspaltigkeit öfters vor, daß der Rückennerv des Fruchtblattes sich auslöst und mit seinen Zweigen die Spaltenränder gitterig verbindet, wie bei Lilium, oder daß die Klappen netzig verbunden bleiben wie bei Fritillaria (Fig. 4, 5). Aehnlich ist auch die Loslösung des unverzweigten Rückennerves an der einfächerigen Kapsel der Orchidaceae (Fig. 5, 1), die dadurch sechsritzig aufspringt. Zu den fachspaltigen Kapseln rechnet man auch jene, die bei zentraler, grundständiger Placenta sich der Länge nach öffnen, wie die Zahnkapsel von Primula. Interessant ist auch die fachspaltige Oeffnung der unterständigen Kapsel von Begonia, bei der statt des Rückennerves der am Rücken jedes Faches stehende Flügel durch zwei Spalten losgelöst wird. Bei Linum spaltet sich auch die vom Rücken in jedes Fach hineinragende, falsche Scheidewand.

2. Scheidewandbrüchig (c. septifraga). Die Kapsel zerreißt an den Scheidewänden. Hierbei kann der Spalt mehr innen liegen, so daß das Mittelsäulchen mit den winkelständigen Plazenten und den inneren Teilen der Scheidewände stehen bleibt, wie bei manchen Ericaceae (Fig. 6, 2),

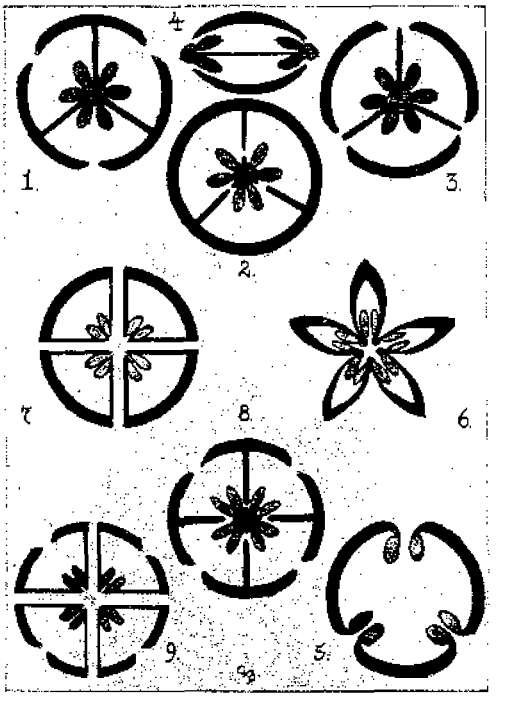

Fig. 6. Schemata der Oeffnungsweisen der Kapseln (Querschnitte). 1 fachspaltig, 2 und 3 scheidewandbrüchig, 4 plazentenbrüchig, 5 und 6 bauchspaltig, 7 scheidewandspaltig, 8 fachspaltig und scheidewandbrüchig, 9 fachspaltig und scheidewandspaltig. Original.

oder es kann der Abbruch der Scheidewände auch an der äußeren Wand erfolgen, indem sich Klappen durch zwei neben jeder Scheidewand in der Außenwand liegende Spalten abtrennen, wie es bei Cedrela und vielen Bignoniaceae der Fall ist (Fig. 6, 8). So erfolgt die Oeffnung auch bei Boisdevalia, Ipomaea und anderen Convolvulaceae, in deren Kapseln sich bei vielen Arten auch die echten und falschen Scheidewände verbreitern und ein durchlöchertes Innengehäuse in der Kapsel bilden. Bei manchen Bignoniaceae kompliziert sich aber diese Oeffnungsweise noch dadurch, daß sich ein wandständiger Rahmen von den so gebildeten Klappen ablöst, in welchem zwar gewöhnlich die Scheidewände samt den Plazenten eingespannt sind (Bignonia), aber auch manchmal herausfallen, wie bei Arabidaea, Memora, Pithecotenium und anderen Bignoniaceae. Gewöhnlich ist diese scheidewandbrüchige Oeffnung mit einer anderen verbunden, um die Samen besser aus den Fächern zu entlassen.

3. Scheidewandspaltig (c. septicida). Die Fruchtblätter lösen sich z. T. aus dem Zusammenhange, indem die Scheidewände sich spalten (Fig. 6, 7). Diese Oeffnungsweise ist sehr oft mit der folgenden verbunden, um die Fächer besser zu öffnen. Solcherart sind die oberständigen Kapseln von Hypericum, Monotropa, Digitalis, Swietenia, Carapa (Fig. 4, 1) hier aufsteigend sich öffnend, ferner die unterständigen Früchte von Philadelphus, Cinchona- und Aristolochia-Arten, letztere unvollkommen und aufsteigend sich öffnend.

4. Bauchspaltig (c. ventricida). Die Fruchtfächer öffnen sich an der Bauchnaht. Das erfolgt in zweierlei Weise:

a) Durch einen Spalt, durch welchen gewöhnlich die Plazenten gespalten werden (deh. placenticida, Fig. 6, 5). So öffnen sich die einfächerigen Kapsel von Gentiana, Loasa, Jamesia. Dann gehören hierzu die sogenannten Balgkapseln (c. follicularis, cyamium, Fig. 6, 6). Als solche sind zu nennen: die aus halbverwachsenen Fruchtblättern hervorgehenden, mehrfächerigen Kapseln von Helleborus, Nigella, die nur an der Spitze sich öffnenden Kapseln von Colchicum und Staphylea, die ebenfalls nur an der Spitze sich spaltende unterständige Frucht von Saxifraga-Arten, die Kapseln von Dictamnus, Brunellia u. a. Bei Orobanche rücken die schon zur Blütezeit halbierten Plazenten von den Fruchtblatträndern auf die Mitte des Fruchtblattes ab, so daß die ventricide Oeffnung sie nicht erst zu spalten braucht. Interessant ist auch die Oeffnungsweise der Kapsel von Mitreola, deren zwei durch eine Lücke getrennte, aber mit dem Griffel verbundene Fruchtblattspitzen nur innerhalb der Lücke mit kleinen Ritzen sich öffnen.

b) Durch zwei Spalten, welche die ungeteilten Plazenten von den Klappen abtrennen (plazentenbrüchig, c. placentifraga, Fig. 6, 4). Bilden hierbei die Plazenten eine zentrale Säule, so löst sich diese mit den Samen von den Klappen ab, wie bei vielen Apocynaceae. Sind jedoch die Plazenten wandständig, so entsteht die Schote (siliqua), die eine plazentenbrüchige Kapsel mit stehenbleibendem Plazentarrahmen (replum) darstellt, an dem die Samen beiderseitig stehen (Fig. 4, 2, 3, 6, 7). In diesem Plazentarrahmen kann eine falsche (Plazentar-) Wand ausgespannt sein oder auch nicht. Schoten mit falscher Scheidewand finden sich bei vielen Cruciferae, doch zeigen viele Kreuzblütler auch andere Fruchtformen. Schoten ohne solche Wände sind für Papaveraceae (Sanguinaria, Chelidonium, Corydalis) und Capparidaceae (Cleome) eigentümlich. Bei Cochlearia und Kernera zeigt sich ein Uebergang beider, indem die falsche Scheidewand durchlöchert ist. Sehr kurze Schoten hat man auch Schötchen (silicula) benannt (Fig. 4, 5, 7). Die Schote ist gewöhnlich von den Seiten her zusammengedrückt und hat flache oder gewölbte Klappen, die aufsteigend sich öffnen, wobei ein breiter Rahmen bloßgelegt wird. Solche Schoten (s. latiseptae) zeigen z. B. Arabis, Cheiranthus (verlängert; Fig. 4, 3), Alyssum (Schötchen), Lunaria (scheibenförmig und langgestielt; Fig. 4, 2). Bei manchen dieser Schoten rollen sich die Klappen rasch nach aufwärts und schnellen die Samen aus (Cardamine). Akzessorien sind selten. Die Schote kann aber auch median niedergedrückt sein, wobei die Rahmen schmal und die Klappen am Rücken kantig oder flügelig werden (s. angustisepta), wie bei Thlaspi (Fig. 4, 6), Capsella.

5. Doppelspaltig (c. biscida). Die Kapsel zerspringt durch Kombination der vorher beschriebenen Oeffnungsweisen, wobei die verschiedene Oeffnung gewöhnlich nacheinander erfolgt. Diese häufige Oeffnungsweise findet sich: als fachspaltig und scheidewandbrüchig (Fig. 6, 8) bei Epilobium, Onagra (beied unterständig), Tecoma, Polemonium, Clethra, Erica, vielen Epacridaceae, Ipomaea-Arten, ferner auch beim Stechapfel (Datura), bei dessen Kapsel die Klappen an den echten und falschen Scheidewänden abbrechen; hierzu gehört auch die fleischige Kapsel von Impatiens (Fig. 8, 1), bei der sich die plötzlich in aufsteigender Richtung sich loslösenden Klappen rasch einrollen völlig vom abbrechenden Mittelsäulchen ablösen und die Samen ausschleudern; als fach- und wandspaltig (Fig. 6, 9) bei Calluna, Rhodothamnus, Usteria, bei vielen Scrophulariaceae (Verbascum, Gratiola u. a.) und Rubiaceae (hier unterständig); als scheidewandspaltig und -brüchig bei Rhododendron, Bejaria. Auch bei vielen Caryophyllaceae (Stellaria, Cerastium, Dianthus, Silene) ist eine kombinierte Oeffnungsweise des Fruchtgehäuses vorhanden, da dasselbe mit doppelt so vielen Zähnen, als Fruchtblätter es zusammensetzen, aufspringt.

2. Die Deckelkapsel (pyxidium, früher auch Büchse genannt) ist ein Synkarpium aus zwei oder mehreren Fruchtblättern, das sich quer und umschnitten (deh. circumscissa) öffnet, wodurch ein abfälliger Deckel (operculum) abgeschnitten wird.

Das Fruchtgehäuse ist gewöhnlich dünn und trocken. Bei den riesigen, unterständigen Früchten von Lecythis (Fig. 7, 10), die mit Deckeln versehenen Holzgefäßen gleichen, ist die Fruchtwand derb und holzig. Eine beerenartige Deckelkapsel soll die Gattung Potalia besitzen. Bei Alectryon sprengt der mächtig entwickelte Arillus den oberen Teil der Kapsel deckelförmig ab. Einfächerige, oberständige Deckelkapseln besitzen die Gattungen: Ama-

rantus, Anagallis (Fig. 7, 9), einige Chenopodiaceae (Acroglochin, Hablitzia), Drypis; zweifächerig sind die oberständigen Kapseln von Plantago, Scopolia, Hyoscyamus (hier im Kelche geborgen, Fig. 7, 8). Unterständig ist die einfächerige Kapsel von Portulaca, mehrfächerig die von Hypoxis, Sphenoclea und Lecythis, bei der sich der Deckel, mit einer langen Mittelsäule versehen, aus dem Zentrum der Kapsel loslöst (Fig. 7, 10). Eine interessante Kapsel mit fünf kegelförmigen Deckelchen hat auch die Gattung Penthorum, bei der sich jede der fünf radiär ausstrahlenden Fruchtblattspitzen mit einem eigenen Deckel öffnet.

3. Die Poren- oder Löcherkapsel (opecarpium, c. forata) zeigt in dem meist trockenen Fruchtgehäuse Poren oder Löcher, durch welche die Samen ausgestreut werden. Seltener ist nur ein Loch vorhanden, durch welches die Samen herausfallen oder ausgespritzt werden. Die Poren sind nicht verkürzte Längsspalten, sondern entstehen in sehr verschiedener Weise an genau vorgezeichneten Stellen. Danach kann man mehrere Typen von Löcherkapseln unterscheiden.

α) Die Reseda-Kapsel (Fig. 7, 12). Sie ist die einfachste Löcherkapsel, denn die drei griffellosen Fruchtblätter sind im oberen Teile des Synkarpiums niemals völlig verschmolzen und bilden zur Reifezeit ein mit dem Fruchtfache verbundenes Loch, durch welches die Samen herausfallen; ein einzig unter den bedecktsamigen Pflanzen dastehender Fall.

β) Die Campanula-Kapsel. Bei vielen Campanulaceae (Campanula, Adenophora, Phyteuma, Trachelium, Specularia) erfolgt die Bildung der zwischen den Gefäßbündeln der unterständigen Kapsel befindlichen Löcher durch Auswärtskrümmung von in den Scheidewänden gebildeten, keilförmigen Sklerenchymmassen, die ihre schmälere Kante dem Zentrum der Kapsel, ihre breite Seite jedoch der Außenseite der Kapsel zuwenden. Diese Sklerenchymmassen befinden sich meist in dem dem Erdboden abgewendeten Teile der Kapsel, also bei hängenden Kapseln am Grunde derselben (Campanula rapunculoides Fig. 7, 11; C. trachelium), bei aufrechtstehenden im oberen Teile (C. patula, C. persicifolia). Sie lösen sich beim Austrocknen der Kapsel mit ihrem dünnen Teile ab und krümmen sich mit der breiten Seite nach aus- und erdwärts, wodurch, da ihre Länge den Kapselhalbmesser übertrifft, ein Loch in das Perikarp eingerissen wird. Selbstverständlich entstehen so viele Poren als Scheidewände vorhanden sind, meist drei. Diese Krümmung der Sklerenchymmassen, welche durch die stärkere Verästelung der Gefäßbündel in der Fruchtwand aufgehalten wird, ist begründet in der verschiedenen Form von zweierlei, innen und außen gelegener Sklerenchymzellen und in deren verschiedenem Verhalten bei der Austrocknung.

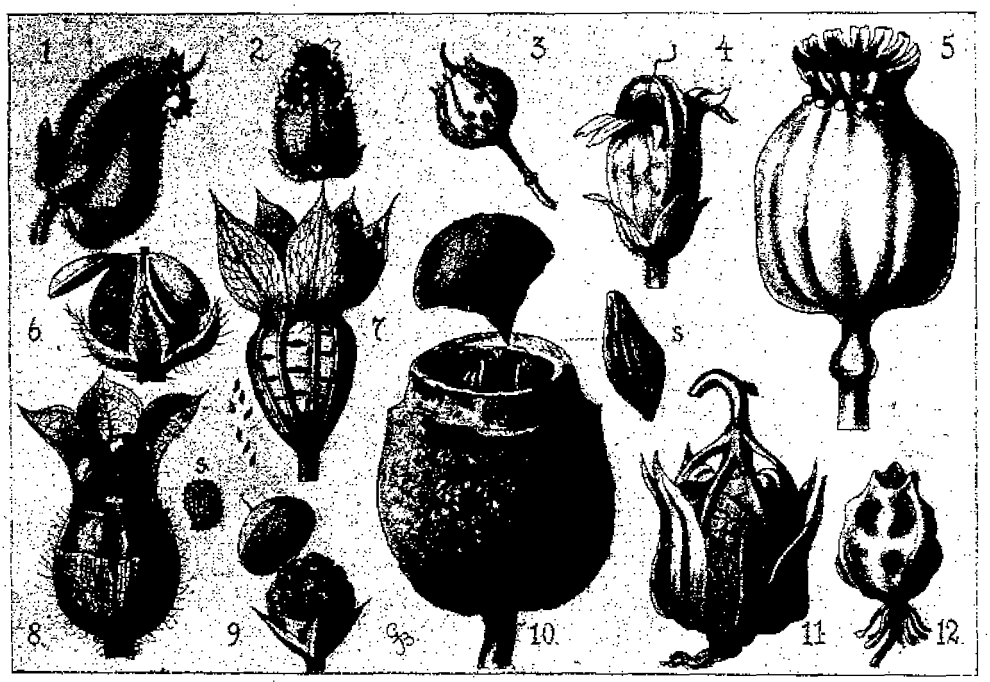

Fig. 7. 1 und 2 Löcherkapseln von Antirrhinum majus (1 Seiten-, 2 Vorderansicht), 3 Trematocarpus macrostachys, 4 Linaria vulgaris, 5 Papaver somniferum, 6 Kickxia elatine, 7 Musschia aurea, mit ausfallenden Samen, 8 Deckelkapsel von Hyoscyamus niger mit einem Samen s (vergrößert); der Kelch teilweise entfernt. 9 Deckelkapsel von Anagallis coerulea und 10 von Lecythis urnigera (mit einem Samen s), 11 Löcherkapsel von Campanula rapunculoides, und 12 von Reseda odorata. — 1, 4, 6, 8, 11, 12 und s vergrößert, 10 verkleinert, 3 nach Zahlbruckner, das übrige Original.

heranreifenden Kapseln stehen bleiben oder später als Schüttelorgane für die Samen dienen, wie bei Hyoscyamus und vielen Scrophulariaceae. Aber auch vertrocknete Blumenkronen können als Streuorgane für die Samen dienen wie bei Orobanchaceae. Ein Haarkleid findet sich an den Kapseln selten, häufiger sind Flügel wie bei Fritillaria (Fig. 4, 5), Begonia; Stacheln und Dornen wie bei Bixa, Datura, Aesculus, Durio, Sparmannia, selten Widerhaken und hakig gekrümmte Stacheln wie bei Uncaria, Harpagophytum (Fig. 9, 1). Auffällig sind auch die zwei hornartig gekrümmten Schnäbel an der Frucht von Proboscidea (Fig. 9, 2 und 3).

Fig. 9. 1 Früchte von Harpagophyton procumbens und 2 von Proboscidea Jussieui mit sich ablösendem Fruchtfleische und 3 den sich öffnenden Steinkern zeigend. Links ein Same. — Beide in halber Naturgröße. Original.

B. Fallfrüchte (piptocarpia, fr. secedentes). Charakter und Gliederung oben S. 381.

c) Die Einzelschließfrucht (monocarpium, mono- vel apocarpium indehiscens, cleistocarpium monocarpum). Diese Frucht wird aus einem Fruchtblatte gebildet und fällt geschlossen ab. Man unterscheidet nach der Beschaffenheit der Fruchtwand: 1. Die Einzelnuß (camara, nux mono- vel apocarpa). 2. Die Einzelsteinfrucht (drupa mono- vel apocarpa). 3. Die Einzelbeere (bacca mono- vel apocarpa).

1. Die Einzelnuß (camara, nux mono- vel apocarpa) ist ein geschlossen bleibendes Monokarpium mit trockenem Gehäuse, also eine Trockenfrucht.

Die Einzelnuß geht bald aus einem oberständigen Stempel hervor wie bei Urticaceae, Dalbergieae, bald aus einem unterständigen wie bei den Combretaceae und Chamaelaucineae, Hernandiaceae. Ebenso häufig sind apokarpe Einzelnüsse wie bei vielen Ranunculaceae, Rosaceae, Alismataceae, Laurelia. Aber auch im gewissen Sinne schizokarp können apokarpe Nüsse entstehen, wie bei den Simarubaceae, Ochnaceae, bei denen die Fruchtblätter nur mit dem Griffel oder der Narbe verbunden sind, später aber völlig frei werden.

Die Form der Einzelnuß ist mannigfach. Am häufigsten sind seitlich zusammengedrückte bis flache Nüsse. Aber auch alle Formen von kugeliger bis langgestreckter Form finden sich vor. Besondere Formen zeigen die Nüsse von Hymenocarpus (schneckenförmig eingerollt), Amorpha (sichelförmig gekrümmt), Ulmaria (schraubig eingedreht), Alhagi-Arten (rosenkranzförmig). Die Einzelnuß ist gewöhnlich einfächerig und einsamig; seltener zweisamig (so die geokarpe Nuß von Arachis; Figur s. Bd. VII, S. 221), jene vieler Pterocarpus- (Fig. 10, 2) und Dalbergia-Arten, oder mehrsamig wie bei Centrolobium, Tetrapleura und anderen Leguminosae. Quergekammert trifft man sie bei letztgenannten. Die Konsistenz des Fruchtgehäuses ist trocken, gewöhnlich ziemlich derb und sehr oft holzig. Manchmal zeigen sich Faserbündel in dem Fruchtwandparenchym wie bei Lumnitzera. Aber auch fleischige Bestandteile finden sich vor. So enthalten die Fächer der Einzelnüsse bei Dillenia einen Fruchtbrei. Umschließt eine fleischige Achse eine einzige Nuß mit derber, fester Fruchtwand, so entstehen beerenartige Früchte wie bei Hippophaë, Lepargyrea oder steinfruchtartige, wie bei Elaeagnus, wo die außen fleischige, innen aber steinharte, ausgehöhlte Blütenachse die Einzelnuß umschließt. Legt man hier auf die Herkunft der Fruchtwand kein Gewicht, so muß man diese Früchte als Einzelsteinfrüchte oder Einzelbeeren ansehen.

Keine Fruchtform zeigt mehr Akzessorien als die Einzelnuß, die aus den Teilen des Stempels, aber ebensowohl aus der Blütenhülle, aus der Blütenachse und aus Hochblättern hervorgehen. Vor allem werden die stehenbleibenden und erhärteten Griffel für die Verbreitung durch Tiere und den Wind verwertet. So bilden sie Haken wie bei Ranunculus-Arten, Anemone Richardsonii, Xanthorhiza (hier der Haken seitlich), Triuridaceae (hier der Haken grundständig). Sehr häufig wird der Griffel zu einem federartigen Anhang wie bei Clematis (Fig. 10, 10), Pulsatilla, Dryas, Sieversia, Cercocarpus, Laurelia, Atherospermum. Bei Geum-Arten zeigt der Griffel in seiner Mitte einen Haken, in dessen Bogen ein abfälliges, federiges, oberes Griffelglied eingefügt ist (doppelte Anpassung an Tiere und Wind, Fig. 10, 3). Bei Geum heterocarpum fehlt dieser Haken, dafür besitzt das untere Griffelglied an seiner Spitze nach abwärts gerichtete Borstenzacken. Haare bedecken sehr oft die Einzelnüsse. Zottige Nüßchen zeigen Anemone silvestris, A. virginiana, Potentilla sect. Thermophyllum. Stachelig, dornig bis igelstachelig trifft man sie bei Ranunculus muricatus, R. arvensis, Adonis-Arten, Krameria, Onobrychis-Arten (Fig. 10, 1), widerhakig bei Anechites, warzig bei Trachy-

lobium, einer dichtbehaarten Raupe gleichen sie bei Guiera. Gestielte, apokarpe Einzelnüßchen finden sich bei Thalictrum aquilegiifolium, Cananga, Guatteria. Bei Typha ist ein mit langen Haaren bekleideter, fadenförmiger Fruchtstiel vorhanden, der einen ausgezeichneten Flug- und Widerhaken tragen (Fig. 10, 1). Es gibt aber auch Einzelnüsse mit mehreren Flügeln, so besitzen Gagnebia, Ammodendron zwei Flügel an ihren Nüssen und ebenso verhält sich die Nuß von Tumboa, einer Gnetazee, die nur hier einzureihen ist. Drei Flügel besitzen die Nüßchen

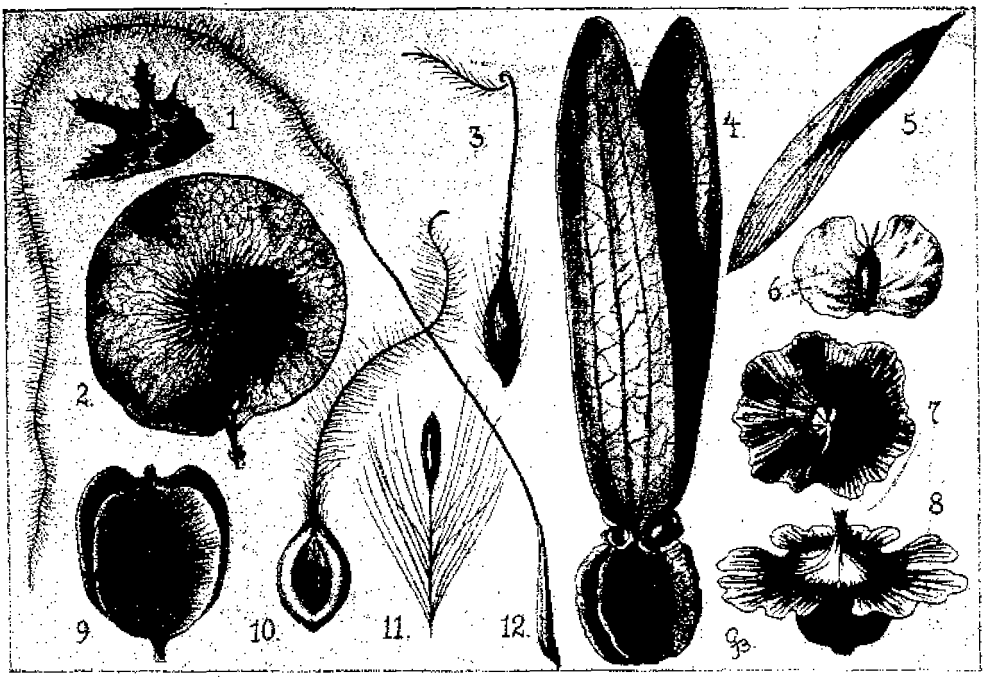

Fig. 10. Einzelnüsse von 1 Onobrychis crista galli, 2 Pterocarpus erinaceus, 3 Geum rivale. 4 Flügelfrüchte von Dipterocarpus alatus, 5 Fraxinus excelsior, 6 Betula alba, 7 Paliurus aculeatus, 8 Salsola kali, 9 Combretum micropetalum. 10 Einzelnüsse von Clematis recta, 11 Typha latifolia. 12 Grasfrucht von Stipa pennata. — 3, 6, 8, 10, 11 vergrößert, 2, 4, 7, 12 verkleinert. Original.

apparat darstellt (Fig. 10, 12). Zur Verbreitung durch den Wind werden viele Einzelnüsse flachgedrückt. Scheibenförmige Nüßchen sind sehr häufig, so bei Alisma, Ranunculus. Hülsenartig werden die flachen, mehrsamigen Nüsse von Albizzia- und Gleditschia-Arten. Flach und schneckenförmig eingerollt, auch am Rande kurzdornig sind sie bei Hymenocarpus, völlig flach und an beiden Rändern ausgezackt bei Biserrula. Mannigfach gestaltete Flügelbildungen dienen der Windverbreitung. Es entstehen dann die Flügelfrüchte (samarae), die jedoch auch Polykarpien sein können. Rundum geflügelt erscheinen die Flügelfrüchte vieler Dalbergieae, von Sclerolobium, Dalbergia, Pterocarpus (Fig. 10, 2), Martiusia, Ailanthus; einen einseitigen Flügel an der Spitze tragen die Nüsse von Centrolobium, Machaerium, Pterogyne, Myrospermum, Segueria, Liriodendron, einen solchen gegen den Grund zulaufenden die Früchte von Platypodium, Toluifera. Einen Rückenflügel findet man bei Heritiera, und besonders schön bei den Onobrychis-Arten, wo er verschiedene Auszackungen erfährt, während die grubignetzig ausgehöhlten Seiten des Einzelnüßchens Dornen von Cameraria, vier jene von Tetrapleura, Piscidia, fünf die von Sesbania-Arten. Selbst an unterständigen Einzelnüßchen werden Flügel gebildet, so zwei bei Illigera, 4 bis 5 bei Combretum und Terminalia-Arten. Die Blütenhülle nimmt seltener Anteil. Bei Dicranolepis umschließt der dünnfleischig gewordene, untere Teil des röhrenförmigen Perianths das Monokarpium. Bei Leucadendron und Myzodendron sind überdies die vier Zipfel der die Nuß umhüllenden Blütenhülle in lange, federartige Anhängsel umgewandelt, bei Brunonia bilden die Zipfel langbehaarte Borsten. Bei Gyrospora sind hingegen nur zwei Abschnitte von dem 4- bis 10-blättrigen Perianth in große, endständige Flügel umgeformt. Bei Verticordia erhält die unterständige Nuß durch die zierlich zerschlitzten und gewimperten Kelchblätter einen ausgezeichneten Flugapparat. Endlich bei Dillenia werden die freien Kelchblätter dickfleischig und legen sich der Frucht dicht an.

Die Blütenachse ist ebenfalls als Akzessorium von Einzelnüssen häufig beteiligt und gibt zur Bildung sehr eigentümlicher Früchte Anlaß. Bei Ochna wird der Blütenboden innerhalb der

Blüte fleischig, schwillt an, bekommt oft lebhaft rote Farbe und trägt die apokarp gewordenen, schwarzen Teilnüßchen auf seiner Oberfläche. Bei Nelumbo hingegen wird er kreiselförmig, enthält in seinem Gewebe Lufträume und dient als Schwimmorgan für die eingesenkten, zahlreichen, ziemlich schweren Monokarpien, die einzeln herausfallen. Bei einigen Arten von Fragaria (F. viridis, Ananas-Erdbeeren) und Potentilla (P. indica, P. palustris) wird das gewölbte Karpophor als saftiges und oft lebhaft rot gefärbtes Fruchtfleisch ausgebildet und trägt in kleinen Grübchen zahlreiche apokarpe, einzeln abfallende Nüßchen. Hingegen hat Fragaria vesca ein Diskokarpium. Bei anderen Rosazeen bildet die ausgehöhlte Blütenachse ein derbes, oft holziges Gehäuse wie bei Alchemilla. Dieses Gehäuse wird sehr oft mit Verbreitungsorganen ausgerüstet, so bei Acaena, Agrimonia mit starkem Widerhaken, bei Sanguisorba mit Flügeln. Diesen Früchten schließt sich manchmal noch eine Hochblatthülle an wie bei Aremonia, Spencera. Die letztgenannten Früchte der Rosaceae zeigen mancherlei Uebergänge zu den Diskokarpien, indem sie ein oder auch zwei Früchtchen einschließen. Manchmal überwachsen aus der Achse gebildete Hüllen die oberständige Nuß erst später wie bei Cryptocarya. Aehnlich verhält sich die Gattung Ravensara, wo ein Fruchtbecher auch noch radiäre Scheidewände bildet, die in die Frucht und in die Keimblätter, letztere zerspaltend, hineinwachsen.

2. Bei der Einzelsteinfrucht oder Einzelsteinbeere (drupa mono- vel apocarpa) besteht die Fruchtwand aus einem äußeren, fleischigen und saftigen, und aus einem inneren, erhärteten Teile, der nicht nur vom Mesokarp, sondern zugleich auch vom Endokarp gebildet werden kann. Man nennt den festen inneren Teil der Fruchtwand den Steinkern (putamen, pyrena, ossiculum).

Bei den Amygdaleae und Chrysobalaneae und einigen Leguminosae geht diese Frucht aus dem einzigen Fruchtblatte der Blüte hervor, bei anderen Rosaceae, wie bei Rubus, vereinigt sich aber eine größere Anzahl von apokarpen Einzelsteinfrüchten (acini, drupeoli) zu einer Sammelfrucht (manche Brom- und Himbeeren), die Uebergänge zu einem Synkarpium zeigt. Apokarpe und gestielte Einzelsteinfrüchte zeigen auch die Menispermaceae, Hortonia, Mollimedia, Ouratea, Hunteria.

Meist ist die Einzelsteinfrucht oberständig; man kennt aber auch unterständige wie bei Terminalia-Arten.

Gewöhnlich ist nur ein Same in der Einzelsteinfrucht vorhanden; ausnahmsweise finden sich zwei vor („Vielliebchen" der Mandel). Den Typus dieser Frucht können die Steinfrüchte der Prunus-Arten bilden, bei denen der äußere Teil der Fruchtwand ein oft sehr saftiges und zuckerreiches Fruchtfleisch ausbildet, wie bei der Kirsche (Fig. 19, 2), Pflaume und beim Pfirsich. Aehnlich verhalten sich die genießbaren Früchte von Chrysobalanus, Parinarium und Persea gratissima (Figur s. Bd. VII, S. 222). Bei manchen Prunus-Arten wie bei der Mandel (Prunus communis) wird jedoch das Fruchtfleisch reduziert, bleibt dünn und verliert seinen Saft- und Zuckerreichtum. Bei manchen Terminalia-Arten ist das Fruchtfleisch reich an Gerbstoffen oder es bildet ein schwammiges Schwimmgewebe aus. Die verschieden geformten Steinkerne, die sich oft vom Fruchtfleische loslösen (kerngehendes Steinobst), sind gewöhnlich sehr derb, fest und holzig, dabei glatt (Kirschen-, Weichselkern), grubig und furchig (Pfirsichkern, Prunus padus), manchmal gerippt (Chrysobalanus) oder ausgefressen (Calcycocarpum). Hin und wieder wird der Steinkern dünn und gebrechlich und dabei durchlöchert (Krachmandeln). Oefters gehen Fasern vom Steinkerne in das Fruchtfleisch hinein (Detarium, Haematocarpus). Stets öffnet sich der Steinkern erst bei der Keimung durch Spaltung.

Das Fruchtfleisch, namentlich das süße, dient als Tieranlockungsmittel. Daher ist es gewöhnlich lebhaft gefärbt: rot (Kirsche, Himbeere), gelb (Rubus chamaemorus), olivenfarbig bei der wertvollen Avocatobirne (Persea gratissima), die nur einen aus dem Endokarp gebildeten Steinkern besitzt, blau bis purpurschwarz (Pflaumen, Chrysobalanus icaco), sehr oft bei den verschiedenen Kernobstsorten wechselnd.

Bei einigen Lauraceae wird unter dieser Frucht ein verholzender Becher (cupula) gebildet.

3. Die Einzelbeere (bacca mono- vel apocarpa) besitzt ein durchaus saftiges oder fleischiges Fruchtfleisch.

Sie ist meist mehr- oder vielsamig, selten nur zweisamig (Berberis, Schizandra) oder einsamig (viele Lauraceae, Polyalthia). Neben den Einzelbeeren einer Blüte (Actaea, Berberis, verschiedene Leguminosae) treten auch apokarpe Einzelbeeren in Sammelfrüchten auf wie bei Hydrastis, manchen Anonaceae, Schizandra, hier auf stark verlängerter Blütenachse. Auch unterständige Einzelbeeren gibt es bei Elaeagnus. Ihre Form wechselt von rundlicher (Actaea) bis zu unregelmäßig gekrümmter und schneckenförmiger (Enterolobium, Prosopis), von schotenartiger (Johannisbrot=Ceratonia) bis stielrundwalziger (Cassia fistula). Auch rosenkranzförmige Beeren kann man bei Unona und Clathrospermum beobachten. Querfächerungen durch falsche Scheidewände oder durch pulpöse Wucherungen treten bei manchen Leguminosae wie Ceratonia, Tamarindus, Cassia auf.

Das Fruchtfleisch ist bald saftig, bald breiig, manchmal schwammig. Hin und wieder enthält es Lücken (Ceratonia). Auch das Fruchtfach wird oft mit genießbarem Fruchtbrei angefüllt (Cassia fistula).

Viele Einzelbeeren sind wertvolle Früchte wie Persea gratissima, Prosopis-Arten, Cassia fistula. Uebergänge zu Einzelsteinfrüchten kommen vor, indem nur das Endokarp aus Sklerenchymzellen gebildet wird (wie bei Persea). Akzessorien finden sich hauptsächlich zur Verstärkung und zum Schutze des Fruchtfleisches vor. Eine größere Anzahl gestielter, apokarper Einzelbeeren zeigen die Gattungen: Guatteria, Unona, Cananga, Polyalthia. Der Blütenstiel bildet fleischige Keulen bei Alouea, Dehaasia, oder ein verholzender Achsenbecher (cupula)

umgibt mehr oder minder die Einzelbeere, so bei Persea, Nectandra, Sassafras, Cinnamomum und anderen Lauraceae. Die aus einem Synkarpium mit nur verwachsenen Griffeln gebildeten Einzelbeeren von Pleiocarpa sind mit zerzackten Schuppen panzerartig bedeckt.

d) Die Gliederfrucht (lomentum, monocarpium mericarpum) ist eine aus einem Fruchtblatte gebildete Frucht, die quer in mehrere einsamige, geschlossen bleibende Teile (Glieder, articuli) zerfällt. Hierzu rechnet

Fig. 11. 1 Rahmenhülse von Mimosa pudica. Aus einer Frucht das nebenstehende Glied, aus der zweiten alle Glieder ausgefallen. 2 Gliederhülse von Desmodium nudiflorum, 3 Gliederschote von Raphanus raphanistrum, 4 Gliederhülsen von Hippocrepis unisiliquosa (links ein Glied derselben), 5 von Hedysarum pallens, 6 von Condyiocarpus Rauwolfiae. — 1 vergrößert. Original.

man: die Gliederhülse (lomentum) und die Rahmenhülse (craspedium). Beide haben ein festes und trockenes Perikarp.

1. Bei der Gliederhülse (lomentum) zerfällt das ganze Monokarpium quer in einsamige, geschlossene Teile.

Gewöhnlich sind diese gleich gestaltet, manchmal zeigt jedoch das endständige Glied einen dornigen oder hackigen Griffel (Stylosanthes) oder einen besonderen Flügel (Nissolia). Durch das Entfallen der Samenbildung werden auch sehr oft einzelne Glieder schlanker und kleiner als die übrigen. Die Form dieser Glieder wechselt. Sie sind kugelig (Sophora), hierbei oft mit verschmälerten Brücken verbunden und daher rosenkranzförmig oder tonnenförmig (Coronilla, Ornithopus; Gynopogon, hier apokarp). Zu hufeisenförmigen Körpern werden sie bei Hippocrepis. Ganz zierliche Formen zeigen sie bei H. unisiliquosa (Fig. 11, 4), wo die quadratischen, flachgedrückten Glieder um den halbringförmigen Samen ausgebuchtet und wie durchlöchert erscheinen oder bei H. cornigera, wo sie sichelförmig gebogen sind und an den Seiten mit kleinen Fortsätzen zusammenhängen. Bei Poiretia und Meibomia (Desmodium) sind die Glieder abgeplattet und scheinbar einseitig auf der ununterbrochenen Bauchnaht befestigt (Fig. 11, 2).

Sehr häufig sind Akzessorien in Form von Borsten, Stacheln und Haken, Hedysarum (Fig. 11, 5), Scorpiurus, Adesmia, Zornia. Warzenförmige Emergenzen finden sich bei Scorpiurus vermiculata, netzförmige Leisten bei Hedysarum-Arten.

Das Lomentum entsteht in der Mehrzahl der Fälle aus einem Monokarpium wie bei den Leguminosae, selten apokarp wie bei Condyiocarpus (Fig. 11, 6) und Gynopogon (Apocynaceae) und bei Platystemon (Papaveraceae).

2. Bei der Rahmenhülse (craspedium) zerfällt das Monokarpium quer in einsamige, meist geschlossene Teile, die aus einem durch die Bauch- und Rückennaht gebildeten, stehenbleibenden Rahmen (replum) herausfallen (dehisc. fenestralis).

Diese Fruchtform ist nur bei einigen Gattungen der Mimosoideae wie Mimosa (Fig. 11, 1), Schranckia, Pusaetha zu finden. Bei Pusaetha (Entada) scandens erreicht sie riesige Dimensionen (bis 1 m Länge und 0,1 m Breite). Als Akzessorien treten bei Mimosa-Arten Haken und Stacheln auf dem Rahmen auf, die ein Zerreißen des Rahmens durch Tiere und ein leichteres Ausfallen der Glieder bezwecken.

e) Die Bruchfrucht (mericarpium, syncarpium mericarpum). Das aus zwei, seltener mehr Fruchtblättern bestehende Synkarpium zerfällt in einsamige, geschlossen bleibende Teile, die Stücke von Fruchtblättern darstellen und abfallen. Man unterscheidet: 1. die Klause, Bruch- oder Teilnuß (eremus) und 2. die Gliederschote (bilomentum).

1. Bei der Klause, auch Bruch- oder Teilnuß genannt (eremus, carcerulus, nucula) sind die ein- oder mehrsamigen Schließfrüchtchen die frühzeitig der Länge nach getrennten Hälften kammeriger Fruchtblätter oder auch Teile derselben.

Sie entstehen, indem die Fruchtblätter durch eine falsche Scheidewand völlig in je zwei einsamige Nüßchen, Klausen genannt, zerlegt werden, wie bei allen Labiatae und Asperifoliae, sowie einigen Verbenaceae, oder indem die Fruchtblätter durch quere oder schräge Einschnürungen in mehrere ein- bis siebensamige Klausen zerlegt werden, die oft in 2 bis 3 Lagen übereinander stehen, wie bei den Nolanaceae. Gewöhnlich sind vier Klausen vorhanden (Fig. 12, 1), selten zwei, wie bei Rochelia und Harpagonella, noch seltener 10, wie bei Zoelleria oder bis 30 bei Nolanaceae. Nur ausnahmsweise bleiben die Klausen zu zwei vereinigt wie bei

Cerinthe, wodurch Uebergänge zum Schizokarpium zustande kommen. Bei den Labiatae enthält die mit festem, trockenem Perikarp ausgerüstete Klause einen apotropen, bei den

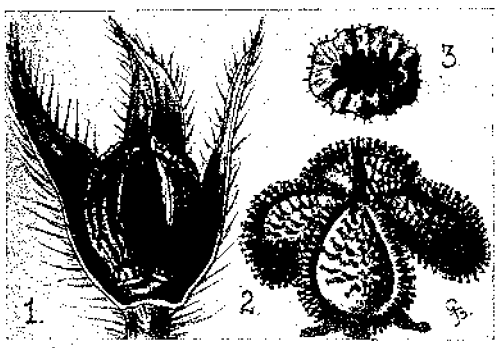

Fig. 12. 1 Klausen von Borrago officinalis (der vordere Teil des Kelches weggeschnitten), 2 von Cynoglossum officinale, 3 eine Klause von Omphalodes linifolium. — Alles vergrößert. Original.

Asperifoliae einen epitropen Samen. Bei den Nolanaceae sind die Klausen ein- bis siebensamig. Bei manchen Gattungen, wie Lithospermum, Onosma, wird das Perikarp durch Einlagerung von kohlensaurem Kalk porzellanartig; hingegen besitzt es bei Ocimum- und Salvia-Arten ein leicht verschleimendes Exokarp.

Ungemein häufig treten an den Klausen Akzessorien auf, die der Verschleppung durch Tiere und den Wind dienen. Die Oberfläche der Klausen wird warzig (Scutellaria), oft borstig oder zähnig (Trichodesma), widerhakig (Lappula, Cynoglossum [Fig. 12, 2], Suchtelenia). Durch Verbreiterung der Klausenränder entstehen Näpfe (Omphalodes [Fig. 12, 3]) oder Flügel, deren Rand sich oft zähnt oder auszackt (Pectocarya, Heliocarya, Perilomia, Eritrichium) oder mit Haken versieht (Paracaryum, Perilomia-Arten); zu breitem Flügel wird er bei Rindera. Grubig-netzig vertiefte Fruchtschalen sind ebenfalls häufig (Nonnea, Lycopsis, Teucrium). Aeußerst zierlich mit federig behaarten Borsten besetzt zeigen sich die Klausen von Tinnea. Gewöhnlich bleibt der vergrößerte Kelch um die Klausen stehen und bietet mannigfache Verbreitungseinrichtungen. So wird er blasig aufgetrieben (Alvesia, Saccocalyx) oder nur sein Saum wird radiförmig verbreitert (Molucella). Oft bilden nur seine Lippen einen Flügel (Otostegia, Capitanya) oder nur die einzelnen Kelchzähne bilden Flügel (Roylea), federig behaarte, lange Borsten (Colebrookia) oder sind zottig behaart (Eriophyton). Aber auch noch andere Verbreitungsmittel zeigt der Kelch. Ungemein häufig trägt er bei den Asperifoliae steife Borsten oder Widerhaken (Myosotis), manchmal auch Dornen (Pycnostachys) und dicke Stacheln, die mit Widerhaken versehen sind (Harpagonella). In stechende Borsten umgewandelte Kelchzähne sind ebenso verbreitet als mit Widerhaken endigende (Marrubium, Asperugo, Notochaete). Durch Drüsenhaare werden manche Kelche mit Klausen klebrig wie bei Salvia-Arten. Viele Kelche bilden ob ihrer elastischen Anheftung Schleuderapparate für die aus dem Kelchgrunde auf die Kelchunterlippe herausrollenden Klausen wie Scutellaria, Thymus, während wieder bei anderen der Kelchschlund sich durch Borsten- und Haarkränze verschließt, um allzufrühe Verstreuung der Klausen zu verhindern (Thymus, Calamintha u. a.).

2. Die Gliederschote (bilomentum) besteht aus zwei Fruchtblättern und zerfällt quer in einsamige, geschlossene Glieder, die jedoch Teile von zwei Fruchtblättern darstellen.

Man trifft diese Frucht nur bei einigen Cruciferae, so bei Raphanus mit mehreren Gliedern (Fig. 11, 3), bei Cakile und Rapistrum mit zwei ungleichen Gliedern. Das Endglied ist durch den Griffel oft dolchartig oder pfriemlich zugespitzt, das unterste oft samenlos. Oft sind die Glieder rosenkranzförmig aneinander gereiht und tragen die Samen abwechselnd auf den verschiedenen Seiten. Der wilde Rettich (Raphanus raphanistrum) besitzt stets diese Frucht, die sich durch Einfluß der Kultur in die mit schwammigem Fruchtfleische erfüllte Sammelbeere des Gartenrettichs umgewandelt hat.

f) Die Teil- oder Spaltfrucht (schizocarpium, dieresilis) charakterisiert sich durch die völlige Ablösung und Trennung der meist geschlossen bleibenden Fruchtblätter eines Synkarpiums voneinander, wobei hin und wieder auch eine Abtrennung derselben von einem stehenbleibenden Mittelsäulchen, dem Fruchtträger, Fruchthalter (carpophorum) stattfindet.

Die Spaltfrucht ist eine häufige Fruchtform, an der sich zwei bis mehrere, bei Hura bis 20, bei den Malvaceae (Fig. 13, 2 und 3) auch bis 50 Fruchtblätter beteiligen können. Auch finden sich oberständige (Aceraceae, Malpighiaceae, Sapindaceae, Malvaceae, Geraniaceae) und unterständige Spaltfrüchte (Umbelliferae, viele Rubiaceae). Die Teilfrüchtchen sind gewöhnlich einsamig, seltener zweisamig (Priva) oder mehrsamig und dann auch gekammert (Tribulus). Die Ablösung kann einfach durch Zerfallen des Synkarpiums in Einzelnüsse stattfinden (Asperula, Galium, Cneorum, Tropaeolum, viele Euphorbiaceae) oder es kann hierbei ein Mittelsäulchen stehen bleiben (Hura, Biscutella [Fig. 13, 1], Geraniaceae [Fig. 13, 5] manche Sapindaceae), das sich öfters von oben nach abwärts spaltet (Acer, viele Umbelliferae [Fig. 13, 4 und 5]). Eigentümlich ist auch die Ablösung der Teilfrüchtchen bei Triglochin palustris, wo drei mit dem Mittelsäulchen verbundene, sterile Fruchtblätter stehen bleiben, aus denen sich die drei fertilen Teilfrüchtchen aufsteigend auslösen. Ebenso auffällig ist die Ablösung der sehr zahlreichen Teilfrüchtchen bei Malope, wo sie übereinander in Längsreihen stehen und nicht der Länge nach, sondern quer vom Mittelsäulchen sich ablösen. Häufig bilden die Teilfrüchtchen fast kugelige Fruchtknöpfe (cocca), wie bei vielen Euphorbiaceae, Sapindus, Sterculiaceae, Cneorum, Tropaeolum.

Akzessorien sind an den oberständigen Teilfrüchten sehr häufig. So kommen Flügelbildungen vor, die für die Früchte der Aceraceae, Malpighiaceae und Sapindaceae ganz besonders charakteristisch sind. Gewöhnlich steht ein großer, oft gelappter Flügel am Rücken (Acer mit 2 [Fig. 14, 1], Banisteria, Thouinia [Fig. 14, 3], Stigmatophyllum mit je 3, Bulnesia mit 5 Teilfrüchtchen), wobei dieser Flügel nach aufwärts (Acer, Thouinia) oder nach abwärts (Serjania) gerichtet wird. Oft umgibt ein Flügelrand das ganze Teilfrüchtchen (Dipteronia, Menonvillea) oder es kommen mehrere Flügel an demselben vor, so drei Längsflügel bei Hexaptera, fünf bei Decaptera, und mehrere oft sehr verschieden angeordnete und schmetterlingartig ausgespreizte bei Tetrapteris, Diplopteris. Bei Hippocratea sind die drei mehrsamigen Teilfrüchte hingegen völlig von oben her flachgedrückt und bilden zusammen dreilappige Scheiben. Bei Biscutella (Fig. 13, 1) geschieht diese Abflachung von der Seite. Noch eigentümlicher sind die Teilfrüchtchen von Jubelina gestaltet, bei welchen das am Rücken geflügelte Samenfach zwei geflügelte, hohle Kammern zur Seite hat. Bei Porocystis wird das gesamte Fruchtfach des Teilfrüchtchens blasig aufgetrieben.

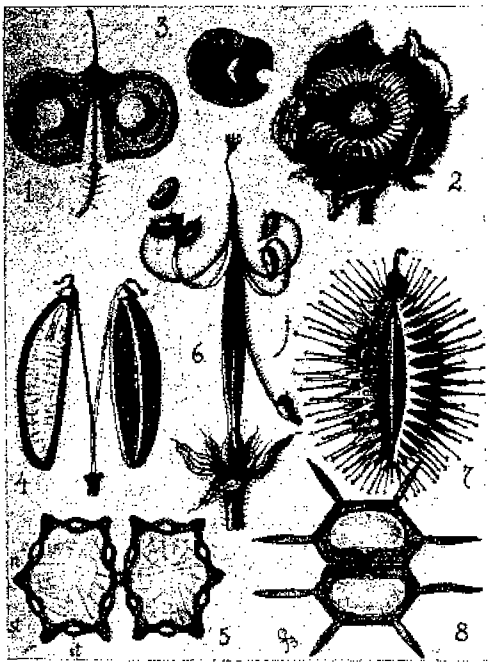

Fig. 13. 1 Teilfrüchte von Biscutella hispida, 2 von Althaea rosea, 3 eine Teilfrucht derselben gesondert und größer, 4 Teilfrüchte von Carvum carvi; die linke im Längsschnitte, 5 beide Teilfrüchte von Carvum carvi im Querschnitte, 6 Teilfrüchte von Geranium, 7 Daucus carota, 8 Laserpitium (hier im Querschnitte). n Nährgewebe, st Striemen. — 2 verkleinert, 1, 3 bis 5, 7, 8 vergrößert. Original.

Doch auch für die Verbreitung der Teilfrüchte durch Tiere wird vielfach vorgesorgt. Die Teilfrüchte von Camarea ähneln täuschend den Einzelnüssen von Onobrychis; schön netzig grubig sind sie bei Coronopus; Borsten und Stacheln tragen sie öfters, lange Haarschöpfe bei Tricomaria, mehrere Längsreihen längerer, federartig mit Haaren besetzter Borsten bei Echinopteris. Eine auffällige Anordnung der Stacheln zeigen die 5 vierfächigen Teilfrüchte von Tribulus, die je 3 bis 5 einsamige Kammern aufweisen. Jedes Früchtchen stellt nach Art der Fußangeln seine Stacheln in jeder Lage derartig, daß immer ein dorniger Stachel nach aufwärts steht.

Zur oberständigen Teilfrucht gehört auch die früher als Springfrucht (regma, elaterium) bezeichnete Frucht von Geranium (Fig. 13, 6) Pelargonium und anderen Geraniaceae. Die mit einem gemeinsamen, langen Griffel versehenen Fruchtfächer lösen sich einzeln elastisch von dem Mittelsäulchen ab, bei welcher Ablösung sich der abgetrennte Griffelteil sehr oft rasch spiralig oder schraubig einrollt, wodurch die Samen bei den sich auch plazentenbrüchig öffnenden Fruchtblättern hin und wieder ausgeschleudert werden. Der Schnabel der Teilfrüchte dient wegen seiner Hygroskopizität zum Einbohren der Teilfrüchte in den Erdboden. Manchmal ist er auch zierlich federig behaart (Geranium bryonifolium u. a.). Uebergänge von Teilfrüchten zu Apokarpien trifft man bei Simarubaceae, z. B. Ailanthus, wo die Synkarpiumbildung nur durch die verwachsenen Griffel erfolgt, später aber apokarpe Nüßchen entstehen.

Die unterständige Teilfrucht, wie sie namentlich für Umbelliferae (Fig. 13, 4, 5, 7, 8) und viele Rubiaceae bezeichnend ist, hat man auch als Doppelachaene oder Hängefrucht (cremocarpium, diachaena, diachenium) bezeichnet. Die Ablösung der einsamigen Teilfrüchtchen, die gewöhnlich in der Zweizahl vorhanden sind, erfolgt hier stets aufsteigend und meist von einem Mittelsäulchen (Fig. 13, 4), das sich absteigend teilt. Doch kann letzteres auch fehlen wie bei Astrantia, Sanicula, Bifora und vielen Rubiaceae. Für die Unterscheidung der Umbelliferae wichtig ist die Ausbildung und Gestalt der an den einzelnen Teilfrüchtchen längs verlaufenden Rippen (jugae), von denen man 5 Hauptrippen (j. primariae, und zwar 1 auf dem Rücken, 2 an der Seite und 2 an der Innen- oder Fugenfläche) und 4 zwischen den Hauptrippen auf der Rückenfläche stehende Nebenrippen (j. secundariae) wahrnehmen kann. Zwischen den Rippen unterscheidet man die Tälchen (valleculae). Vielfach sind nur die einen oder die anderen Rippen ausgebildet, so nur die Hauptrippen (bei Carum [Fig. 13, 4, 5], Sium, Foeniculum, Astrantia, Aethusa) oder nur die Nebenrippen (bei Laserpitium [Fig. 13, 8], Margotia, Caucalis) oder beide zusammen wie bei Daucus (Fig. 13, 7), oder Rücken- und Seitenrippen (Seselineae). Manchmal fehlen die Rippen wie bei Coriandrum, Bifora. Die Rippen bilden gewöhnlich Kanten, oft aber auch Flügel (Pleurospermum, Laserpitium). Manchmal sind nur die 2 Seitenrippen flügelartig verbreitert wie bei Heracleum, Peucedanum, Thapsia. Auch findet man diese Seitenrippen bei Tordylium und Mala-

baila am Rande wulstförmig verdickt, bei Artedia gelappt und in Flügelchen zerteilt oder bei Pappea cappensis zierlich zerschlitzt. Auch noch andere Formen der Rippen kommen vor. So sind sie dick angeschwollen bei Prangos, Cachrys, Aethusa, Myrrhis, krauslappig und blasig bei Astrantia, mit Zacken, Borsten und Widerhaken versehen bei Sanicula, Cerefolium, Torilis, Turgenia, Daucus (Abb. 13, 7), Caucalis,

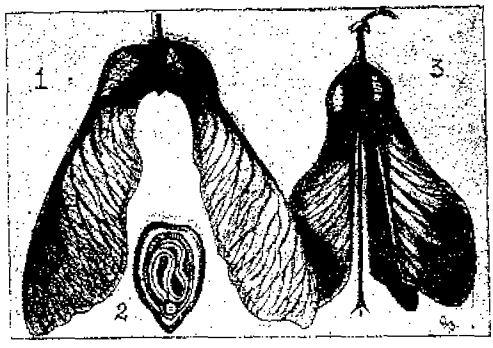

Fig. 14. 1 Teilfrüchte von Acer pseudoplatanus 2 eine Teilfrucht im Querschnitte, 3 Teilfrüchte von Thouinia ventricosa. 1 und 2 Original, 3 nach Radlkofer.

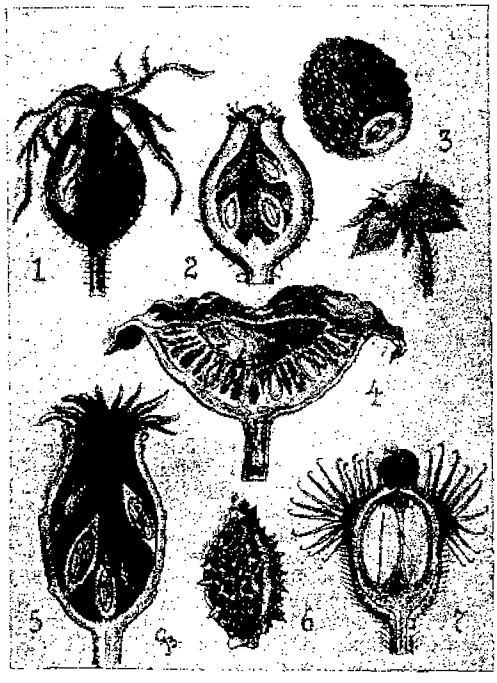

Fig. 15. Becherfrüchte von 1 und 2 Rosa damascena, 3 Fragaria vesca (vom nebenstehenden Fruchtboden abfallend), 4 Tambourisia quadrifida, 5 Calycanthus occidentalis, 6 Sanguisorba (Poterium), 7 Agrimonia odorata. — 2, 4, 5, 7 im Längsschnitte, 4, 5 verkleinert, 6, 7 vergrößert. 4 nach Baillon, das übrige Original.

länger behaart bei Pimpinella, Athamanta, Trachymene, endlich sind die Früchte auch in sehr lange Schnäbel ausgezogen bei Scandix. Das relativ weiche oder schwammige Perikarp zeigt namentlich im Gewebe der Tälchen schizogene Oelgänge, die Striemen (vittae; Fig. 13, 3, st) in für die einzelnen Gattungen sehr charakteristischer Zahl und Ausbildung; auch findet man Hohlräume in den Rippen oder am Rücken der Teilfrüchtchen wie bei Bowlesia.

Unterständige Teilfrüchte zeigen auch viele Rubiaceae. Hier werden die Teilfrüchtchen oft steinfruchtartig wie bei Rubia. Bei Paederia, Aitchisonia u. a. springt zuerst das brüchige Exokarp ab, bevor sich die Steinkerne vom gespaltenen Fruchtträger abtrennen. Merkwürdig ist auch die Oeffnung der Frucht von Leptodermis. Hier springt der äußere Teil des aus 5 Fruchtblättern gebildeten Perikarps fünfklappig auf und entläßt die mit einem faserig-netzigen Endokarp versehenen Samen. Auch bei den Rubiaceae sind Akzessorien an den Teilfrüchtchen häufig. Sie haben bei Asperula odorata und vielen Galium-Arten zahlreiche Widerhaken, bei Mericarpaea ausgezackte, widerhakige Flügel, bei Nenax 3 Flügelkanten an der Fugenfläche, bei Priva an derselben Fläche eine napfförmige Aushöhlung. Die Früchte von Callipeltis cucularia fallen mit einer Deckschuppe umhüllt ab.

g) Als Becherfrucht (discocarpium) bezeichnet man die aus einer Blüte entstehende, abfallende Frucht, in der aus apokarpen Monokarpien gebildete Schließfrüchtchen in verschiedener Weise, aber nicht durch die Perikarpien, gemeinsam verbunden sind. Der Unterschied gegenüber der Sammelschließfrucht liegt darin, daß die Becherfrucht aus apokarpen, stets gesonderten Fruchtblättern entsteht, gegenüber der ähnlichen Feigenfrucht darin, daß sie aus einer Blüte hervorgeht, gegenüber anderen Apokarpien in dem gemeinsamen Abfallen.

Das verbindende Organ ist gewöhnlich die Blütenachse (hypanthium, discus), welche die Früchtchen oft völlig umhüllt und verschiedene Beschaffenheit annehmen kann. So wird sie bei vielen Rosaceae (Agrimonia [Fig. 15, 7], Sanguisorba [Fig. 15, 6]) knorpelig erhärtet oder trocken (Aremonia, Hagenia, auch bei Calycanthus [Fig. 15, 5]) oder sie wird fleischig und bildet ein rotes oder purpurn gefärbtes Fruchtfleisch um die Früchtchen, wie bei der Hagebutte der Gattung Rosa (Fig. 15, 1, 2). Hierbei können die 2 bis zahlreichen Früchtchen frei in der Höhlung des Hypanthiums stehen wie bei Rosaceae, Monimia, Calycanthus (Fig. 15, 2, 5, 7) oder die Früchtchen werden in die fleischige Blütenachse eingesenkt wie bei Tambourissa (Fig. 15, 4), Siparuna, Conuleum. Diese Einsenkung erfolgt gewöhnlich durch das zwischen den Früchtchen stattfindende Wachstum des Hypanthiums. Bei Eupomatia umschließt das fleischige Hypanthium mehrere mehrsamige apokarpe Beeren. Uebergänge dieser Fruchtform zu umhüllten, einfrüchtigen Einzelschließfrüchten sind bei Rosaceae, solche zu den aus Apokarpien hervorgehenden Sammelschließfrüchten bei Anonaceae und Monimiaceae vorhanden.

Anders entwickelt sich das bindende Fruchtfleisch bei den abfälligen „Erdbeeren" von Fragaria vesca (Fig. 15, 3), bei denen sich der zentrale Teil des Blütenbodens unter Ausbildung eines süßen Fruchtfleisches vergrößert, die Einzelnüßchen auf seiner Oberfläche in kleinen Grübchen trägt und mit denselben abfällt. Man hat diese Frucht auch als Kegelfrucht (conocarpium) bezeichnet. Noch anders ist das Bindemittel bei Coriaria. Hier werden 5 bis 8 apokarpe Nüßchen von den vergrößerten, fleischig gewordenen Blumenblättern beerenartig umhüllt und fallen mit dieser Hülle ab.

h) Die Sammelschließfrucht (polycarpium, syncarpium indehiscens, cleistocarpium syncarpum) entsteht aus einem Synkarpium (selten aus einem Apokarpium) und bleibt geschlossen. Sie ist eine der häufigsten Fruchtformen und läßt nach der Beschaffenheit der Fruchtwand 1. die Sammelnuß, Achäne (achaenium); 2. die Sammelsteinfrucht (pyrenarium); 3. die Sammelbeere (bacca) unterscheiden.

1. Die Sammelnuß, Achäne (achaenium, nux syncarpa, achaena, polyachaenium) ist eine geschlossen abfallende, aus 2 bis mehreren völlig verwachsenen Fruchtblättern einer Blüte gebildete Trockenfrucht, die ein trockenes, meist festes Perikarp besitzt.

Sie geht teils (als achaena, cypsela) aus einem unterständigen Fruchtknoten hervor, wie bei Compositae, Dipsaceae, Cupuliferae, teils (als caryopsis, nux) aus einem oberständigen, wie bei Gramineae, Cyperaceae, Palmae u. a. Das Perikarp ist zwar in den meisten Fällen trocken und fest, hin und wieder auch steinhart, aber es finden sich mannigfache Qualitätsveränderungen vor, namentlich sind Uebergänge zur Sammelsteinfrucht nicht selten. So wird die Fruchtwand oft schwammig oder sie ist zum Teil weich und von Fasern durchsetzt, wie bei manchen Palmen. Bei den Lepidocaryinae der letzteren, wie bei Raphia (Fig. 16), Mauritia u. a. zeigt die Frucht als „Panzerbeere" einen sehr harten Panzer von dicht dachziegelartig sich deckenden Schuppen und darunter ein als Fruchtfleisch ausgebildetes Mesokarp. Aehnlich verhalten sich die riesigen Sammelnüsse von Adansonia, bei denen die holzige Fruchtwand die von Fruchtbrei und Samen erfüllten Fächer umschließt. Dieser Fruchtbrei stammt wahrscheinlich von der Fruchtwand her. Die Sammelnuß ist meist einfächerig und einsamig, wenngleich sich bei den Compositae 2, bei den Gramineae und Cyperaceae 2 bis 3, bei den Polygonaceae 3 (Fig. 24, 2), bei den Dipsaceae 5 Fruchtblätter an der Fruchtbildung beteiligen. Oefters ist der Fruchtknoten zwar gefächert und die Fächer mit Samenanlagen versehen, aber nur ein Fach bildet einen Samen aus. Das ist der Fall bei Fraxinus und Ulmus, wo 2, bei Valerianaceae und Palmen, wo 3, und bei Cupuliferae (Fig. 24, 1), wo 2 bis 12 Fächer im Fruchtknoten vorhanden sind. Es gibt aber auch mehrsamige Sammelnüsse. So besitzen manche Palmennüsse 3 Samen, wie Zalacca, die Linden- (Tilia-) Früchte bis 5 Samen.

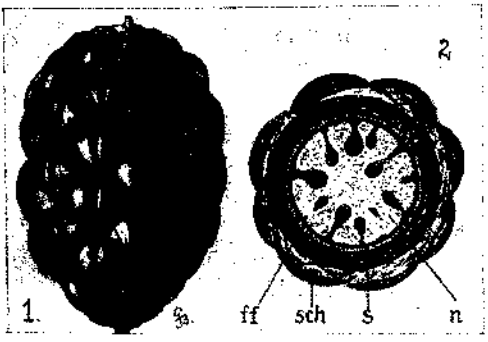

Fig. 16. 1 Panzerbeere von Raphia ruffia, 2 im Querschnitte. ½ natürlicher Größe. ff Fruchtfleisch, n Nährgewebe, s Same, sch Schuppen der Fruchtwand, Original.

Akzessorien mannigfachster Art sind bei der Sammelnuß sehr häufig. Flügelbildungen sind sehr verbreitet. Die Früchte von Ulmus, Ptelea, Peltaria, Oxyria, Corispermum, Betula (Fig. 10, 6) zeigen einen der Länge nach, die von Paliurus (Fig. 10, 7) einen der Quere nach rund um die Nuß verlaufenden Flügel. Bei Fraxinus (Fig. 10, 5) und Segueria steht der Flügel einseitig. Die Früchte von Petersia weisen 4, die vieler Combretaceae (Fig. 10, 9) 4 bis 5 Längs-, jene von Elvasia ebensoviele quere Flügel auf. An den Früchten von Heliocarpus strahlen ringsum zierliche Federborsten aus. Die Früchte von Calligonum sind mit oft baumförmig verästelten Borstenstacheln reichlich bedeckt. Dicht mit glänzenden Schuppen besetzt erscheinen die Früchte mancher Palmen, wie Calamus, Raphia (Fig. 16). Widerhaken sieht man an den Schließfrüchten von Circaea, Triumfetta und an den dreiflügeligen Nüssen von Erinocarpus, 4 Dornen an jenen von Pedalium, große Luftkammern in der Fruchtwand der geflügelten Früchte von Pterodiscus. Bei der im Wasser lebenden Trapella erhält die unterständige Nuß 5 schlanke, ungleich lange, an der Spitze hakenförmig gekrümmte Ankerborsten.

Umgewandelte Blütenhüllen und Hochblätter sind in Verbindung mit Sammelnüssen ebenfalls sehr häufig. Gewöhnlich bleibt der Kelch stehen und zeigt die mannigfaltigste Ausbildung. Bei den Compositae wird die Frucht meist durch den charakteristischen Haarkelch (pappus) gekrönt. Letzterer zeigt sich als Krönchen (Chrysanthemum), Schüppchen (Catananche, Xeranthemum), einfacher (Carduus) oder doppelter Haarkranz (Leontodon, Hedypnois), in Form von Federhaaren (Cirsium) oder als Widerhaken (Bidens, Fig. 17, 2). Zacken, Schüppchen, Drüsen bedecken überdies oft die Achänen und bei Tragopogon (Fig. 17, 1), Taraxacum, Chondrilla u. a. sind die Früchte auch in einen langen Schnabel ausgezogen, der die federigen oder haarigen Kelchborsten, zu einem Fallschirm vereint, trägt. Manchmal sind die Früchte der Compositae auch geflügelt, wie bei Verbesina, Silphium mit 2, bei Tripteris mit 3, bei Brachycome mit gelappten Flügeln. Bei Dimorphotheca und Calendula werden sie sichelförmig

gebogen und mit verschiedenen Stacheln und Haken bewehrt.

Aehnliche, von Haarkelchen gekrönte Früchte besitzen auch die Dipsaceae und Valerianaceae. So sieht man bei Scabiosa (Fig. 17, 4) 5, bei Callistemma 10 Kelchborsten, bei Pterocephalus 10 Federborsten, bei Cephalaria und

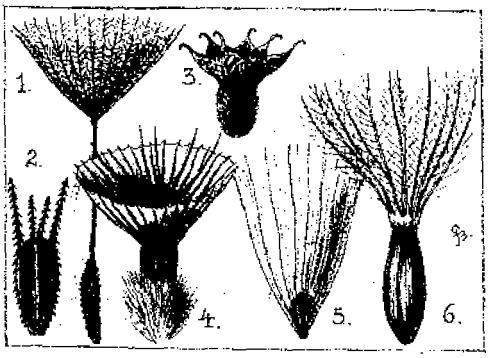

Fig. 17. Sammelnüsse von 1 Tragopon, 2 Bidens tripartita, 3 Valerianella coronata, 4 Scabiosa prolifera, 5 Eriophorum angustifolium, 6 Valeriana dioica. — 1 verkleinert, 2 bis 6 vergrößert. Original.

Dipsacus zierlich behaarte oder gezähnte Schüsselchen, bei Valeriana (Fig. 17, 6) und Centhranthus eine anfangs zierlich eingerollte Federkrone. Die 5 Kelchzähne anderer Schließfrüchte werden oft zu großen Flügeln, die sich bei Petraea, Dryobalanops, Kissenia nach aufwärts richten, bei Swintonia hingegen nach abwärts schlagen. Bei Dipterocarpus (Fig. 10, 4), Anisoptera, Lophira werden aber nur 2, bei Shorea, Pentacme nur 3 von den 5 Kelchzähnen zu Flügeln umgestaltet. Manchmal wird der ganze Kelch stark vergrößert, indem er bei Carphalea zu einer fünfzähnigen Scheibe, bei Phyllomelia radförmig, bei Plumbago trichterförmig erweitert wird; bei Valerianella wird er zu einem Krönchen, dessen Spitzen oft hakig werden (Fig. 17, 3). Auch Perianthien sind mit den Sammelnüssen verbunden. Bei Heleocharis, Scirpus treten als solche widerhakige Haare, bei Trichophorum, Eriophorum (Fig. 17, 5) lange Wollhaare auf. Knorpelig verdickt wird das Perianth bei Beta. Bei Salsola (Fig. 10, 8) und Kochia bilden die 5 stehenbleibenden Perianthblätter am Rücken querstehende, lappige, zierlich gestreifte Flügel, bei Bassia an dieser Stelle je einen kräftigen Dorn aus. Sehr auffällig ist auch das Fruchtperianth der Ampfer-Arten (Rumex). Drei von dessen Blättern werden zu breiten, aufrechten Flügeln vergrößert (R. alpinus, R. aquaticus, R. acetosa), die oft rot gefärbte Schwielen (calli) tragen (R. crispus), oder äußerst verschiedene Klettvorrichtungen besitzen wie gezackte Ränder (R. obtusifolius), lange Borstenzähne (R. maritimus), Stacheln (R. pulcher), Widerhaken (R. bucephalophorus) u. dgl.

Zwei verwachsene Vorblätter umgeben gehäuseartig die Sammelnuß der Dipsaceae. Der Rand derselben läuft gewöhnlich in Zähne aus oder verbreitert sich zu einem zierlichen Kragen wie bei Scabiosa (Fig. 17, 4). Bei Carex laufen die Spitzen dieser 2 zu einem Schlauche vereinigten Vorblätter in 2 oft rauhzackige Zähne aus. Auch bei Atriplex umgeben 2 oft mit Zacken und Zähnen versehene, flügelartige Vorblätter das Nüßchen.

Sehr eigentümlich ist die Verbindung der einsamigen Sammelnuß mit einer Deck- und einer Vorspelze bei den Gräsern (Gramineae). Hier wird die Frucht von den 2 genannten, mannigfach zur Verbreitung ausgerüsteten und gewöhnlich mehr oder minder sklerenchymatisch erhärteten Spelzen völlig umhüllt und fällt meist mit diesen ab; seltener fällt die Frucht aus denselben heraus wie beim Mais, bei Secale (Fig. 23, 7). Man hat diese umhüllte Frucht auch als Grasfrucht (caryopsis, seminium) bezeichnet. Als Verbreitungsmittel tragen die Spelzen lange, rauhzackige Borsten, sogenannte Grannen (aristae), welche die verlängerte Blattspitze darstellen. Manchmal sind diese Grannen scheinbar in der Mitte oder am Grunde der Spelze eingefügt (Avenaceae), hin und wieder zierlich federig (Stipa, Fig. 10, 12) oder dreiteilig (Aristida). Viele Spelzen tragen auch Widerhaken (Tragus, Cenchrus), die der Gattung Setaria auch ein Stück der Blütenstandsachse, die mit zackigen Borsten besetzt ist. Bei Coix wird die Grasfrucht überdies noch von einem porzellanartig erhärteten Deckblatte umhüllt. Auch Compositenfrüchte fallen von Deckschuppen gestützt oder umhüllt ab, so bei

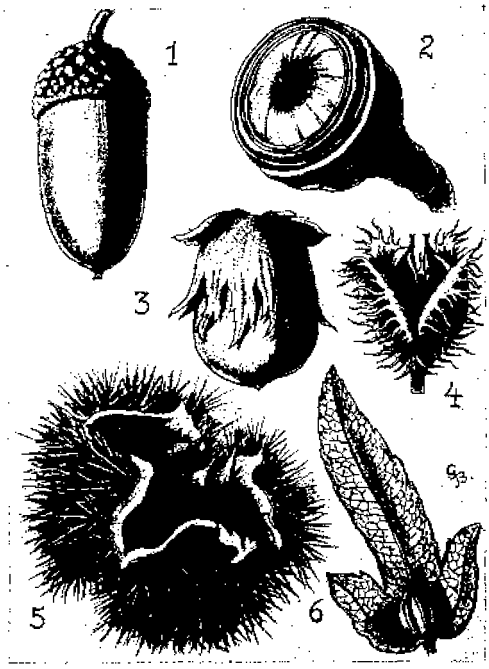

Fig. 18. 1 Sammelnuß von Quercus robur, 2 von Quercus javensis, 3 von Corylus avellana, 4 Fruchtstand von Fagus silvatica und 5 von Castanea sativa, beide sich öffnend, 6 Sammelnuß von Carpinus betulus. — 2, 4, 5 verkleinert. Original.

Scolymus, Berlandiera, Lindheimera. Bei Micropus, Stylocline, Montanoa sind diese Hüllschuppen reichlich wollhaarig. Noch interessanter gestaltet sind sie bei Lecocarpus, wo die Deckschuppe nicht nur die Frucht völlig einhüllt, sondern sie auch noch mit einem flügelartigen Kragen umgibt. Die Gattung Bougainvillea trägt ihre Sammelnüsse auf der Mitte einer breitovalen, flügelartigen Deckschuppe. Aehnlich ist die Verbindung der Sammelnuß mit einer Deckschuppe und 2 Vorblättern bei den Cupuliferae und bei Engelhardtia. Hier wird die Frucht von einem ganzrandigen (Ostrya) oder dreilappigen Flügelanhang (Carpinus, Fig. 18, 6; Engelhardtia) einseitig gestützt. Bei anderen bildet sich am Grunde der Sammelnuß ein Fruchtbecher (cupula, calybium) aus, und zwar entweder als eine krautige, becher- oder röhrenförmige, am Rande zerschlitzte Hülle, wie bei der Haselnuß (Corylus, Fig. 18, 3), oder als ein mehr oder minder verholzter Becher, wie bei der Eichel (glans), der Frucht der Eichen (Quercus, Fig. 18, 1 und 2). Dieser Becher, der ein beschupptes Achsenorgan darstellt, trägt sehr verschieden ausgebildete Schuppen (Qu. robur, Fig. 18, 1), die oft in Stacheln ausgezogen sind (Qu. cerris, Qu. vallonea) oder konzentrisch angeordnete Lamellen (Qu. lamellosa, Qu. javensis, [Fig. 18, 2], Pasania) bilden. Nicht unähnlich der Cupula ist auch die stacheltragende Hülle um die Frucht von Ambrosia. Besondere Akzessorien zeigen sich noch an anderen Früchten. Mit Zacken versehene Blütenstiele umrollen die Nüßchen von Vaillantia und fallen mit denselben ab. Bei Anacardium wird der birnförmig angeschwollene Blütenstiel zu genießbarem Fruchtfleisch (Figur s. Bd. VII, S. 225). Eine ähnliche Anschwellung zeigt sich an der Seite der Frucht von Anisomallon. Auch die Gattung Exocarpus zeigt fleischig werdende, durch ihre Farbe auffällige Blütenstiele. Noch interessanter sind die sogenannten Anthokarpien von Mirabilis. Hier bleibt der untere Teil der stieltellerförmigen Blume stehen, erhärtet und ersetzt als derbe Fruchtschale das Perikarp. Bei Broussonetia zeigt sich durch das Fleischigwerden des Perianths und dessen teilweise Verwachsung ein Uebergang zu den Sorokarpien. Mit saftig verdickten Perianthzipfeln umgeben sich aber die Nüßchen der Schoberia-Arten und als ein rotes, saftiges Fruchtfleisch fungiert die Blütenhülle bei Blitum capitatum und B. virgatum.

2. Die Sammelsteinfrucht oder Sammelsteinbeere (nuculanium, pyrenarium, drupa syncarpa), eine sehr häufige Fruchtform, ist eine aus einem Synkarpium, seltener aus einem Apokarpium entstehende Sammelschließfrucht mit saftig-fleischiger äußerer und trockener, meist fester innerer Schichte der Fruchtwand, dem Steinkerne (putamen, Abb. 19, st). Doch sind beide Schichten den mannigfachsten Variationen unterworfen.

So wird das Fruchtfleisch oft schwammig und von Fasern durchsetzt, wodurch Uebergänge zu den Sammelnüssen entstehen wie bei Caryocar, Matisia, Cocos (Fig. 24, 10) und die harte innere Schichte des Perikarps, die aus dem Endokarpium und aus Teilen des Mesokarpiums besteht, wird bald faserig, manchmal dünn und pergamentartig wie bei der Apfelfrucht (Fig. 19, 3), Coffea oder sie gliedert sich in mehrere Schichten wie bei Cerbera u. a. Bei manchen Sammelsteinfrüchten springt der fleischige Teil des Perikarps vom geschlossen bleibenden Steinkerne ab. Solche Früchte sind die Walnüsse (trymae, Fig. 19, 4 und 5). Die Ablösung des Fruchtfleisches (hier naucum genannt) erfolgt entweder ganz unregelmäßig (Juglans, [Fig. 19, 4], Martynia) oder mit 4 Klappen wie bei den Hickory-Nüssen (Carya).

Die Sammelsteinfrucht, die meist aus oberständigem, seltener aus unterständigem Fruchtknoten (z. B. bei den Pomaceae. Juglans) hervorgeht, birgt entweder nur einen Steinkern oder sie ist mehrsteinig, wobei jeder Steinkern einen oder zwei, seltener mehr Samen einschließen kann. Einsteinig sind z. B. die Früchte vieler Palmen, so von Areca (mit einem faserigen Kerne), und Cocos (mit einem drei Keimlöcher zeigenden

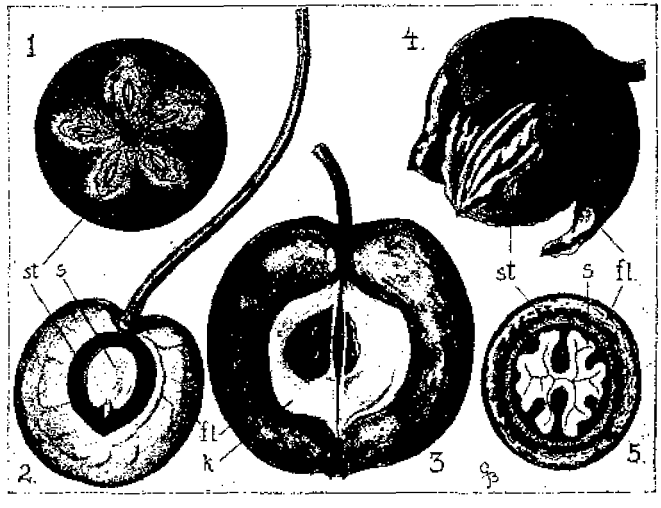

Fig. 19. 1 Sammelsteinfrucht von Mespilus germanica, 2 Einzelsteinfrucht von Prunus avium, 3 Apfelfrucht von Malus communis, 4 Sammelsteinfrucht von Juglans regia, das Fruchtfleisch abspringend, 5 dieselbe geschlossen. 2, 3 im Längs-, 1, 5 im Querschnitte, 1 und 3 bis 5 verkleinert. fl Fruchtfleisch, k Kerngehäuse, s Same, st Steinkern. Original.

Steinkerne und schwammig-faserigem Fruchtfleische, das als Schwimmgewebe dienen kann, Fig. 24, 10), die bis 10 kg schweren Früchte von Lodoicea mit riesigem, zweilappigem Steinkerne, von Barringtonia (mit schwimmfähigem, schwammigem, äußerem Perikarpteile), die Früchte von Juglans Celtis, Mangifera (Figur s. Bd. VII, S. 225), Viburnum (nur ein Fach von dreien fruchtbar), vieler Erythroxyleae u. a. Zwei Steine besitzen die Früchte des Weißdorns (Crataegus oxyacantha), von Coffea, Citharexylum, bis 3 Rhamnus, manche Palmen, bis 4 viele Rhamnaceae, auch der Mammeiapfel (Mammea americana), 4 Ilex, Daranta, 2 bis 5 Psychotria, Cotoneaster, viele Araliaceae, 3 bis 5 Sambucus, 2 bis 9 Empetrum, 5 Mespilus (Fig. 19, 1), zahlreiche Steine Timoneus, Geunsia, Plerandra und andere Araliaceae. Hingegen besitzen der Steinkern von Berberis und Cornus, sowie die Steinkerne vieler Verbenaceae (Daranta, Citharexylum) und einiger Asperifoliae (Ehretia, Heliotropium) je zwei Samen. Drei Samen zeigt der Steinkern von Canarium, Zizyphus, 4 der von Tectona, Vitex, bis 5 jener von Elaeocarpus, Davidia, bis 6 der von Vangueria und Attalea-Arten; noch mehr Samen bergen die Steinkerne von Pandanus, Guettardia und Hugonia. Die Außenseite des Steinkerns ist bald glatt, bald rauh oder faserig; Rippen und Flügel zeigt sie bei Nissa-Arten; merkwürdig kronenförmig gelappt ist der mehrsamige Steinkern von Guettarda. Interessant sind auch die nach innen gerichteten Wucherungen des Steinkerns bei Juglans (Fig. 19, 5) und Carya, durch welche die Fächer gekammert und der Same lappenförmig zerschnitten wird.

Zu den Sammelsteinfrüchten gehört auch die Apfelfrucht (pomum). Der Steinkern ist hier dünn und pergamentartig, oft von lederiger Beschaffenheit und umfaßt nur das Endokarp und wenige Schichten des Mesokarps und bildet ein zwei- bis fünffächeriges Gehäuse (Kerngehäuse, antrum). Hierzu gehören der Apfel (Malus, Fig. 19, 3), die Birne (Pirus), Vogelkirsche (Sorbus), Quitte (Cydonia), die japanische Mispel (Eriobothrya japonica) und die Früchte anderer Pomaceae. Manchmal sind zerstreute Sklerenchymnester auch im Mesokarp dieser Früchte zu finden wie bei der Birne; auch gibt es mancherlei Uebergänge zu festen Steinkernen.

In eigentümlicher Weise bilden sich die Sammelsteinfrüchte bei einigen Rosaceae. So hat die Gattung Rubus apokarpe und monokarpe Fruchtknoten, deren Fruchtwand steinfruchtartig wird. Die einzelnen Steinfrüchtchen verbinden sich nun mehr oder minder miteinander zu einer Sammelsteinfrucht (manche Him- und Brombeeren), die abfällt. Da jedoch vielfach die Einzelsteinfrüchte bei Rubus-Arten einzeln abfallen, sind Uebergänge zu den apokarpen Einzelsteinfrüchten vorhanden.

Akzessorien an Sammelsteinfrüchten sind selten. So hat die Frucht von Myodocarpus zwei Flügel an ihrem Grunde. Eine Behaarung sieht man an jenen von Tectona. Hin und wieder bleibt der vergrößerte Kelch als Schutzhülle stehen wie bei Tectona, Cordia, Ehretia, wobei er bei Alberta, Nematostylis auch Flügel erhält. Die zweihörnigen, steinfruchtartigen, sich nur wenig an der Spitze öffnenden Kapseln von Martynia und Proboscidea (Fig. 9, 2 und 3) stellen einen Uebergang der Sammelsteinfrucht zur Kapsel dar.

3. Die Sammelbeere (bacca, syncarpium baccatum) hat eine saftig-fleischige Fruchtwand.

Eine aus einem oberständigen Synkarpium hervorgehende Beere hat man uva genannt. Sie vereinigt bei Vitis, Solanum, Atropa (Fig. 20, Fig. 4 und 5), Strychnos 2, bei Araceae und Smilaceae, Phoenix (Fig. 20, 6 und 7) 3, bei Paris 4, bei Carica bis 5, bei anderen viele Fruchtblätter, so 5 bis 12 bei Sapotaceae, wie bei Achras (Fig. 20, 3), Mimusops, Chrysophyllum und bei Actinidia, Diospyros, 8 bis 16 bei Aegle. Die unterständige Beere nannte man bacca. Sie entsteht bei vielen Rubiaceae, Ribes (Fig. 20, 1 und 2) aus 2, bei Musa, Lonicera aus 3, bei Vaccinium aus 4 bis 5, bei Psidium, Jambosa aus 5, bei Cucurbitaceae aus 3 bis 5, bei Cactaceae aus 3 bis vielen Fruchtblättern. Die Größe der Sammelbeere schwankt außerordentlich. Sehr große Beeren zeigen die Crescentieae und bis zu einen Zentner schwer werden die Kürbisse (Cucurbita). Nur hin und wieder ist die Sammelbeere einsamig wie bei der Dattel (Phoenix dactylifera; Fig. 20, 6 und 7), meist ist sie mehrsamig, oft vielsamig wie bei der

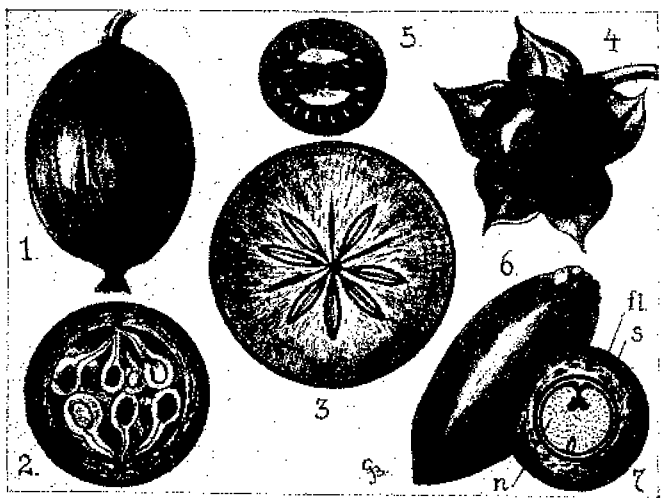

Fig. 20. Beeren. 1 und 2 Ribes grossularia, 3 Achras sapota, 4 und 5 Atropa belladonna, 6 und 7 Phoenix dactylifera. 2, 3, 5, 7 im Querschnitte, 3, 6 verkleinert. fl Fruchtfleisch, n Nährgewebe, s Same. Original.

Kakaofrucht (Theobroma cacao). Es können aber auch Sammelbeeren aus Apokarpien entstehen. Das ist der Fall bei Anona (Fig. s. VII, S. 222 bis 223), Rollinia, wo die einzelnen apokarpen Fruchtknoten zu einer fleischigen Masse verschmelzen, an deren Bildung auch die Blütenachse mehr oder minder beteiligt ist.

Das Perikarp ist gewöhnlich als saftig-fleischiges, zuckerhaltiges Fruchtfleisch genießbar. So zeigen es die wertvollsten Früchte wie die Weinbeere (Vitis vinifera), die Johannis- und Stachelbeere (Ribes rubrum, R. grossularia, Fig. 20, 1, 2), die Heidel- und Preißelbeere (Vaccinium myrtillus und V. vitis idaea), die Frucht des Melonenbaumes (Carica papaya, Fig. s. VII, S. 223), die Sapota (Achras sapota, Fig. 20, 3), die Bananen (Musa-Arten), Melonen (Cucumis melo), Kaki (Diospyros kaki, Fig. s. VII, S. 217), Gujaven (Psidium-Arten, Fig. s. VII, S. 224), der Sternapfel (Chrysophyllum cainito u. a.), der Rosenapfel (Jambosa-Arten), Mangostan (Garcinia mangostana) usw. Die Fruchtwand wird jedoch mannigfachen anatomischen Veränderungen unterworfen. Das Exokarp ist zwar gewöhnlich zart und dünn, aber hin und wieder bildet es doch eine festere und derbere Schale und mit dem äußeren Teile des Mesokarps eine Art Rinde wie bei Aegle, Feronia und bei festerer Konsistenz zeigen sich dann Uebergänge zu Sammelnüssen wie bei Crescentia und Kigelia. Solcher Art ist auch die sogenannte Kürbisfrucht, Pfebe (pepo), die bei Cucurbita und Cucumis (Gurke, Melone) am schönsten ausgeprägt ist. Ferner sieht man ähnliches bei der Pomeranzenfrucht (hesperidium, aurantium, amphisarca), d. i. die Frucht der Citrus-Arten (Zitrone, Orange oder Apfelsine), bei der ein schwammiges, ölreiches Perikarp die meist zahlreichen Fruchtfächer (Spalten) umschließt, welche mit einem aus saftreichen Trichomen der Fruchtwand gebildeten, genießbaren Fruchtfleische erfüllt sind. Endlich ist auch der Granatapfel (balausta), die Frucht von Punica granatum, als eine Beere mit härterer Rinde zu bezeichnen, welche in zwei Stockwerken übereinander stehende, mit genießbarer, saftiger Pulpa erfüllte Fruchtfächer enthält.

Auch das Mesokarp kann Sklerenchymnester bergen. Solche Gruppen von Sklerenchymzellen sieht man am schönsten im Fruchtfleische von Omphalocarpum, oder es bildet sich eine dem Exokarp anliegende Sklerenchymschichte wie bei Piper (Abb. 24, 18). Endlich ist auch das Endokarp sklerenchymatisch wie bei Ribes, Capsicum u. a. Streng genommen würden solche Beeren schon zu den Steinfrüchten zu zählen sein.

Nicht nur durch diese festere Konsistenz des Fruchtfleisches erhält die Beere einen Schutz, sondern manchmal auch durch eine zackig-stachelige Oberfläche wie bei der Frucht des Erdbeerbaumes (Arbutus), beim Durio (Durio zibethinus; Fig. s. VII, S. 224) und der Narasfrucht (Acanthosicyos horrida; Fig. s. VII, S. 225) oder durch steife Borsten (Clidemia, Ribes grossularia) und durch Sternhaare wie bei den Opuntien.

Wie bei allen fleischigen Früchten spielt auch der Kelch als deren Schutzmittel eine Rolle. Oft trägt er auch auffällige Farben wie bei den Schlutten (Physalis). Außer dem Fruchtfleische und der Pulpa (wie bei Citrus, Aegle, Musa) zeigen noch viele Beeren auch um die Samen fleischige und oft wohlschmeckende Arillusbildungen, so bei Garcinia mangostana, Lansium und anderen Meliaceae.

2. Zusammengesetzte Früchte (polyanthocarpia, fr. compositi). Charakter und Gliederung oben S. 381.

1) Der Fruchthaufen (sorocarpium, früher auch syncarpium genannt) wird durch die Verwachsung der Perikarpien der Früchte zweier oder mehrerer Blüten gebildet. Man kann bei der Verbindung der Früchte zweier Blüten von Doppel- oder Zwillingsfrüchten (dicarpia), bei der Verbindung der Fruchtknoten mehrerer Blüten von verwachsenen Früchten oder einem Fruchthaufen (sorosus) reden.

Doppelfrüchte kommen zufällig bei vielen Pflanzen vor. Auch verwachsene Früchte sieht man bei Kulturrassen, wie z. B. beim Paradiesapfel (Solanum lycopersicum). Manche Pflanzen haben aber immer derartige verwachsene Früchte, die meist Beeren oder Steinfrüchte, selten auch Streufrüchte darstellen. Den einfachsten Fall zeigen die Lonicera-Arten mit ihrer Doppel-

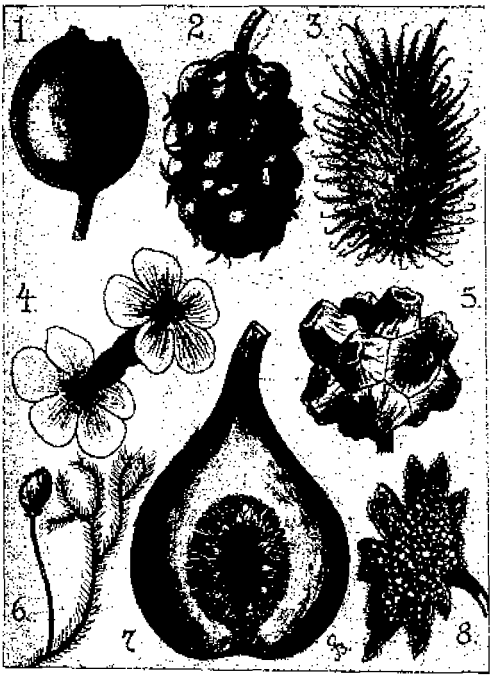

Fig. 21. 1 Doppelbeere von Lonicera alpigena, 2 Fruchthaufen von Morus alba, 3 Fruchtstand von Xanthium macrocarpum, 4 Zwillingsfrucht von Didymanthus Roëi, 5 Fruchthaufen von Morinda longiflora, 6 Teil eines Fruchtstandes von Cotinus coggygria, 7 Feigenfrucht von Ficus carica im Längsschnitte, 8 Fruchtkuchen von Dorstenia contrajerva. 1, 2, 4 vergrößert, 5, 7, 8 verkleinert. 4 nach F. Müller, 5 nach Schumann, das übrige Original.

beere (bibacca), die aus der Verschmelzung zweier dreifächeriger Synkarpien entsteht. Die Verschmelzung der beiden unterständigen Sammelbeeren ist bei manchen Lonicera-Arten (Fig. 21, 1) eine so vollständige, daß eine vollkommen kugelige Beere entsteht, die ihre Doppelnatur nur durch die zwei Ansatzstellen der Blumenkronen von außen erkennen läßt. Aehnlich ist auch die Verschmelzung der zwei vierfächerigen Fruchtknoten der unterständigen Steinfrucht von Mitchella. Bei Grubbia sind drei unterständige Fruchtknoten verbunden. Phytelephas zeigt hingegen sechs oder mehr aneinandergepreßte und verwachsene oberständige Beeren, jede mit 4 bis 6 großen Samen. Auch noch mehr Fruchtknoten können sich vereinigen. Bei Morinda verbinden sich die unterständigen Fruchtknoten zahlreicher Blüten zu einer oft morgensternartigen Steinfrucht (Fig. 21, 5). Cornus capitata und C. kousa zeigen auf solche Art erdbeerähnliche Früchte mit zahlreichen, zweisamigen Steinkernen. Sarcocephalus bildet genießbare, faustgroße, fleischige, außen grubige oder höckerige Kugeln aus, die aus den verschmolzenen, einfächerigen Fruchtblättern sehr zahlreicher Blüten hervorgehen. Auch die Gattung Meryta bildet oft faustgroße, manchmal gefelderte, fleischige Früchte, die aus ebenso vielen vielfächerigen Synkarpien entstanden sind. Bei der bekannten, durch Kultur entstandenen Ananas (Ananas sativa) verwachsen zahlreiche Beeren mit den fleischig werdenden Achsen und Deckschuppen zu einer gewaltigen, von grünen Deckblättern schopfig gekrönten, aromareichen Frucht. Bei Artocarpeae (Cudrania, Perebea, Artocarpus, dem Brotfruchtbaume, Fig. siehe VII, S. 223) verwachsen ebenfalls Deckschuppen und Blütenhüllen zu einer fleischigen Masse, welche die Nüßchen umhüllt. Manchmal werden die fleischigen Teile der Frucht nicht allein durch die Perikarpien und Achsenorgane der weiblichen Blüten, sondern auch durch jene der männlichen besorgt wie bei Brosimum.

Ausnahmsweise öffnen sich auch die verbundenen Synkarpien. Das ist der Fall bei Pomax und Operularia, wo sich die verwachsenen unterständigen Früchte von 2 oder mehreren Blüten öffnen und zwar bei ersterer mit einem gemeinschaftlichen Deckel, bei letztgenannter Gattung jede Einzelfrucht mit eigenem, vom Kelche gekröntem Deckelchen. Es sind dies somit Synpyxidien. Zu den sich öffnenden Sorokarpien kann man auch die Frucht von Liquidambar rechnen, bei der die Perikarpien und Blütenhüllen zahlreicher in einem Köpfchen stehender Blüten verschmolzen sind, doch die Fruchtblattspitzen bei der Reife auseinanderklaffen.

k) Bei den Fruchtständen (desmocarpia, fr. compositi im engeren Sinne) bleiben die Früchte der Blüten frei, werden aber durch andere Organe derartig verbunden, daß sie gemeinsam abfallen.

Diese die Früchte verbindenden Organe können entweder Achsen, Blütenhüllen oder Hochblätter darstellen. Vielfach nehmen sie gemeinsam an der Bildung der Hülle teil. Niemals aber verschmelzen die Perikarpien. Fruchtstände, bei denen Achsenorgane (receptacula) die Bindung der Früchte der zusammentretenden Blüten übernehmen, werden zu Fruchtkuchen (coenocarpium, coenanthium), wenn die verbreiterte Blütenstandsachse (clinanthium, phoranthium) die Früchte auf ihrer Oberseite und zwar meistens eingesenkt trägt, oder zur Feigenfrucht (sycone, syconium), wenn sie die Früchtchen der Blüten in einem Hohlraume völlig einschließt.

Fruchtkuchen in mannigfachster Form (scheiben-, kreisförmig, viereckig, zwei- bis dreischenkelig, mit Fransen versehen) sieht man bei Dorstenia (Fig. 21, 8), drei- bis vierlappige Fruchtkuchen bei Hulletia. Die Steinkerne werden an den Steinfrüchtchen von Dorstenia durch das knorpelige Fruchtfleisch herausgepreßt, so daß der Fruchtkuchen Nüßchen ausstreuen kann. Bei Castilloa tragen die scheibenförmigen Fruchtkuchen überdies noch fleischig werdende Blütenhüllen.

Feigenfrüchte zeigen die Feigenbäume (Ficus), bei denen der Blütenstandsboden die aus 1 bis 2 Fruchtblättern gebildeten, auf seiner Innenseite stehenden Nüßchen zahlreicher Blüten völlig umschließt (Fig. 21, 7). Bei den kultivierten Feigen (Ficus carica) wird das Receptakulum zu einem süßen Fruchtfleisch.

Wieder in anderer Weise erfolgt die Bildung des Desmokarpiums bei Laportea moroides, L. gigas. Hier schwellen die sich einkrümmenden Blütenstiele fleischig an, werden rot und schließen mit dem vorderen Teile ihrer konkaven unteren Seite je ein Monokarpium ein. Indem sich diese Blütenstiele in dem köpfchenförmigen Blütenstande zusammendrängen und teilweise verbinden, entsteht eine himbeerartige Frucht, die als solche abfallen kann.

Zu den durch Achsenorgane erzeugten Desmokarpien im weiteren Sinne gehören auch jene Fruchtstände, welche mit einer größeren Anzahl von Früchten beladen abfallen. Die Einrichtungen für den gemeinschaftlichen Transport der Früchte sind durch besondere Akzessorien gesichert. So zeigt die Gattung Hovenia fleischig werdende, ein genießbares Fruchtfleisch darbietende, verästelte Blütenstandachsen, deren Ausgliederungen die einzelnen Steinfrüchtchen tragen (Fig. s. VII, S. 224). Der Perückenbaum (Cotinus) besitzt Blütenrispen, deren Aeste sich nach der Blütezeit sehr verlängern und nur zu geringem Teile Schließfrüchte tragen, zumeist aber ohne Früchte eine federige Behaarung annehmen und mehr oder minder vereint abbrechen (Fig. 21, 6). Auch die mit einer großen Flugschuppe versehenen Fruchtstände der Linden (Tilia) sind hierher zu rechnen. Bei allen genannten Fruchtständen ist jedoch auch das Abbrechen einzelner Schließfrüchte möglich.

Als weiteres Bindemittel dient das Perianthium. Bei dem Maulbeerbaume (Morus) sind die aus 2 Fruchtblättern gebildeten, einsamigen Früchte der Fruchtähre zwar frei, werden aber von zwei Paaren angeschwollener Perianthblätter umhüllt, die ein süßes Fruchtfleisch enthalten (Fig. 21, 9). Da diese Perianthien, dicht aneinandergepreßt sind und mehr oder minder miteinander verwachsen, bilden sie die abfallende „Maulbeere". Aehnlich verhält sich Plecospermum, wo die Blütenhülle eine kugelige, fleischige Masse bildet, die 1 bis 2 Früchte enthält. Bei Maclura vereinigen sich überdies die in jeder

Blüte in der Vierzahl vorhandenen, fleischig werdenden Blätter der Blütenhülle mit der gleichbeschaffenen Achse des Blütenstandes zu einer großen, kugeligen, außen runzeligen, gelbgrüngefärbten Frucht. Sehr interessant sind auch die Doppelfrüchte von Didymanthus (Fig. 21, 4). Hier verbinden sich die Röhren zweier auseinanderfahrender Blütenhüllen nur am Grunde und umschließen dort je ein Nüßchen, während die erhärteten Röhren je einen radförmig ausgebreiteten, fünflappigen Flügelsaum tragen.

Wieder in anderen Fruchtständen sind es die Hüllschuppen (involucra), welche die Früchte mehrerer Blüten in sich vereinigen (Fruchtköpfe). Dazu gehören die von einer reichstacheligen, holziggewordenen Cupula völlig umhüllten Fruchtstände (früher calybia genannt) der Rotbuche (Fagus, Fig. 18, 4) und Castanea (Fig. 18, 5), welche bei ersterer zwei Schließfrüchte (Bucheckern), bei letzterer deren drei kapselartig umhüllt und erst nach dem Abfallen des Fruchtstandes meist vierklappig aufspringt. Dann sind hier einzureihen die Fruchtstände der Spitzklette (Xanthium, Fig. 21, 3), bei der die mit Widerhaken ausgerüsteten Köpfchenschuppen völlig verschmelzen, verholzen und meist zwei Früchte einschließen. Auch die Fruchtköpfe anderer Compositae kann man hier einstellen, wie die bekannten, mehrere Früchte enthaltenden Fruchtköpfchen der Klette (Arctium), deren Hüllschuppen in Widerhaken endigen. Auch sie fallen gewöhnlich geschlossen ab oder werden geschlossen von Tieren abgerissen.

Es kombinieren sich aber bei der Bindung der Früchte eines Blütenstandes auch Blütenstandsachsen mit Hochblättern. Bei manchen Amarantaceae vereinigen sich bestimmte Hochblätter des Blütenstandes in Stachel- oder Hakenbündeln wie bei Pupalia, oder in langen Haarbüscheln (Salta) und fallen mit den Fruchtständen ab. Bei Cometes und Lagoecia fallen die ein- bis dreifrüchtigen Fruchtstände mit fiederteiligen Hochblättern ab. Bei Pteranthus werden die Blütenstandachsen höherer Ordnung hohl aufgeblasen und tragen 1 bis 3 Früchte, welche von mehreren kurzen Aestchen umgeben werden, die mit widerhakigen Schuppen reich besetzt sind. Fedia scorpoides umschließt seine Früchte mit ausgehöhlten Stengelgliedern. Anders wieder verhalten sich einige Umbelliferae. Bei Echinophora verholzen die Strahlen der um die Fruchtblüte stehenden Staubblüten und der unfruchtbaren Blüten und bilden einen Kranz von ausgehöhlten Schuppen, die obendrein oft noch von dornig zugespitzten Kelchzipfeln gekrönt werden. Bei Theocarpus hingegen verwachsen sie mit der im Zentrum stehenden Frucht völlig und bilden eine morgensternartige Schließfrucht. Bei Juliana wird ebenfalls nur eine Blüte des Blütenstandes fruchtbar und von einer Kupula umgeben. Da die genannten Fruchtstände oft nur eine Frucht bergen, bilden sie einen Uebergang zu den umhüllten Einzelfrüchten.

Endlich muß man auch die Früchte jener Pflanzen hierher ziehen, die man als „Steppenläufer oder Windroller" bezeichnet. Bei diesen vertrocknet die ganze Pflanze nach der Fruchtreife, löst sich dann vom Boden und wird samt den verschieden gestalteten Früchte durch Windeskraft weiter entführt. Dazu gehören: Odontospermum pygmaeum, das seine Köpfchen erst bei eintretender Feuchtigkeit öffnet, bei Trockenheit aber wieder schließt, und die sogenannte Rose von Jericho (Anastatica hierochuntica), die ihre eingeschlagenen Aeste bei Feuchtigkeit ausbreitet und trocken wieder schließt. Aehnlich verhalten sich Plantago cretica, Salsola kali, Rapistrum perenne u. a.

II. Samenstände (spermatocarpia). Charakter obenstehend. (S. 381.)

Es gibt samenausstreuende und abfallende Samenstände. Zu ersteren gehört

l) der Zapfen (strobilus, conus) mit zahlreichen schraubig, gegenständig oder wirtelig angeordneten, voneinander gesonderten, verholzenden Deckschuppen, welche auf der Ober- oder Unterseite, auch oft in ihrer Achsel die öfters geflügelten Samen tragen wie bei Pinus (Fig. 22), Picea, Cupressus, bei den Cycadaceae

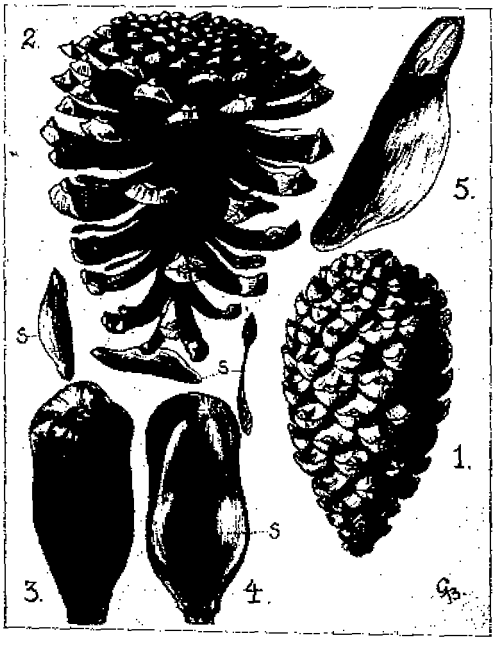

Fig. 22. Zapfen von Pinus nigra. 1 geschlossen, 2 geöffnet und die Samen s ausstreuend, 3 Zapfenschuppe von unten und 4 von oben gesehen, mit den 2 Samen s, 5 Same im Längsschnitt. 1, 2 verkleinert, 5 vergrößert. Original.

mit Ausnahme von Cycas. Die Mehrzahl der Zapfen streut durch Auseinanderspreizung der Deckschuppen die Samen aus (Fig. 22, 2); andere zerfallen völlig wie jene von Araucaria, Abies, Pinus pinea.

m) Anders ist der abfällige Beerenzapfen (galbulus), bei der Gattung Juniperus als Wacholderbeere bekannt, beschaffen. Hier verbinden sich die paarig oder zu drei wirtelig stehenden Deckschuppen des Zapfens völlig und bilden ein Fruchtfleisch aus, das bis drei hartschalige Samen einschließt (Fig. 26, 2). Manchmal

verwachsen auch die Schalen der Samen zu einer Art Steinkern wie bei J. drupacea. Auch bei der Gattung Phyllocladus werden die einen Samen umschließenden, schraubig angeordneten Deckschuppen samt der Zapfenachse fleischig und bilden eine beerenartige Frucht.

n) Endlich kann man auch bei Torreya und Cephalotaxus, wo der einzeln stehende Same von einem fleischigen Samenmantel völlig eingeschlossen wird, von einer beerenartigen Frucht (Samenbeere, arillocarpium) reden. Uebergänge dieser Fruchtform zu jenen Samen, die wie bei der Eibe (Taxus) mit einem offenen, becherartigen Samenmantel versehen sind (Fig. 26, 1), gibt es ebenfalls.

7. Die Verschiedenfrüchtigkeit (heterocarpia). Viele Pflanzen erzeugen nicht nur Früchte, die in der Anzahl der ausgebildeten Samen und nach Größe und Form variieren, sondern auch verschieden gebaute und biologisch verschiedenartig ausgerüstete Früchte.

So sieht man bei Atriplex hortensis und A. nitens dreierlei gleichwertige Schließfrüchte, und zwar aufrechte (größere lederbraune und kleinere schwarze), die von 2 flügelartig verbreiterten Hochblättern umhüllt werden, und kleinere, schwarze, wagrechte ohne diese Flugausrüstung. Bei Aethionema-Arten finden sich mehrsamige Schötchen und einsamige Nüßchen, bei Corydalis sect. Ceratocapnos letztere im unteren Teile neben Kapseln im oberen Teile der Fruchttraube. Bei Justicia heterocarpa beobachtet man normale, glatte Kapseln neben nicht aufspringenden, mit hakigen Stacheln versehenen Früchten. Aehnlich verhält sich Tragia volubilis. Eine derartige Heterokarpie kennt man auch auf verschiedenen Individuen derselben Art wie bei Macleya cordata, indem eine Pflanze Kapselfrüchte mit 3 bis 6 Samen, eine andere einsamige, rundliche Nüßchen erzeugt. Die Kultur verändert vielfach die ursprüngliche Fruchtform nicht nur nach Größe, Form und Qualität des Fruchtfleisches wie bei allen Obstsorten, Cerealien, sondern auch in morphologischer und biologischer Hinsicht, wie beim Gartenrettich (siehe Gliederschote), beim Mais (Zea), dessen wilde Stammpflanze nicht mehr aufzufinden ist. Ferner zeigen auch manche amphikarpe Pflanzen zweierlei Fruchtformen. Die oberirdischen (aërokarpen) Früchte bleiben normal und öffnen sich, die unterirdischen (geokarpen) hingegen, die meist aus kleistogamen Blüten hervorgehen, bilden Schließfrüchte mit gleichwertigen Samen. So bilden Amphicarpaea monoica, Vicia amphicarpa, Lathyrus sativus v. amphicarpus vielsamige Hülsen und ein- bis wenigsamige Nüßchen, Cardamine chenopodiifolia, Heterocarpus fernandezianus Schoten und Nüßchen. Eine ähnliche Verschiedenfrüchtigkeit zeigen auch Pflanzen mit chasmo- und kleistogamen Blüten wie verschiedene Arten von Viola und Oxalis. Typische Heterokarpie, verbunden mit verschiedener Ausrüstung für Wind- und Tierverbreitung zeigen auch die Blüten zahlreicher Compositae in einem und demselben Fruchtköpfchen. Flügel- und Hakenfrüchte treten auf bei Calendula, Dimorphotheca, Heterospermum, Sanvitalia, Synedrella u. a. Bei anderen Gattungen sind die Pappus-Bildungen an den Früchten verschieden oder es gibt pappusgekrönte Früchte und solche ohne Kelch (Heterotheca, Heteropappus), ferner Früchte mit oder ohne Schnäbel usw.

2. Der Same.

1. Begriff. 2. Bestandteile. 3. Gestalt, Größe, Zahl. 4. Samenstiel. 5. Samenschale. 6. Akzessorien. 7. Samenkern. 8. Keim. 9. Nährgewebe. 10. Reservestoffe. 11. Keimkraft.

1. Begriff. Der Same (semen, sperma) ist der von der Pflanze abfallende, mit besonderen Hüllen und Nährstoffen versehene Keim. Er stellt die junge, noch unentwickelte Samenpflanze dar, dient allen Samenpflanzen zur normalen Fortpflanzung und entsteht aus den umgewandelten Samenanlagen und zwar bei den bedecktsamigen Pflanzen (Angiospermae) innerhalb der Frucht, bei den nacktsamigen (Gymnospermae) auch

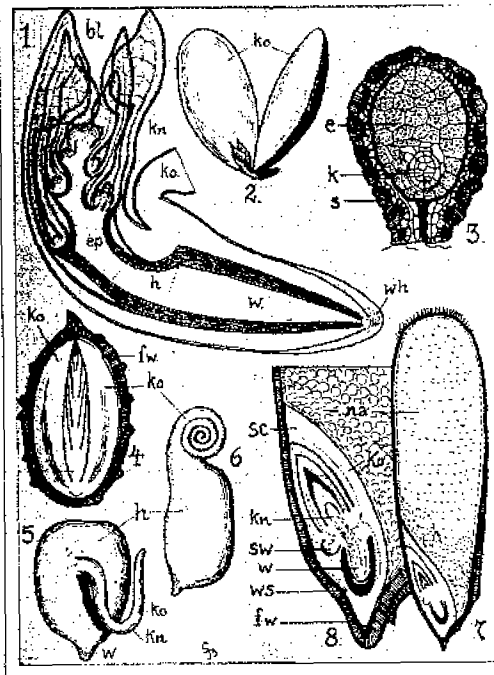

Fig. 23. 1 Keimling von Vicia faba, 2 Same von Phaseolus nach Entfernung der Samenschale, auseinander gebreitet, 3 Same von Orobanche, 4 Frucht von Ceratophyllum submersum, 5 Keimling von Zostera marina und 6 von Althenia filiformis, 7 Schließfrucht von Secale cereale, 8 der Keimling derselben größer. 1, 3, 4, 7, 8 im Längsschnitte, 1, 3 bis 8 vergrößert. bl Blätter, e Endosperm, ep epikotyles und h hypokotyles Stengelglied, fw Fruchtwand, ko Keimblätter, kn Knöspchen, nä Nährgewebe, s Samenschale, sc Schildchen, sw Seitenwurzel, w Wurzel, wh Wurzelhaube, ws Wurzelscheide. 3 nach L. Koch, 6 nach Prillieux, das übrige Original.

ohne in einem Fruchtgehäuse eingeschlossen zu sein.

2. **Bestandteile.** Der wesentliche Teil des Samens ist der Keim oder Keimling (embryo), der entweder auf geschlechtlichem Wege aus der Eizelle durch Sexokarpie, oder ungeschlechtlich aus anderen Zellen innerhalb der Samenanlage durch Parthenokarpie entstanden sein kann. Er stellt die junge Samenpflanze dar, deren Entwickelungsstufe von wenigen Zellen (Orchidaceae, Fig. 5, 3k, Orobanche, Fig. 23, 3k) bis zu einem mit Bildungsgeweben ausgerüsteten Pflänzchen vorgeschritten sein kann, das Wurzel, Stengel und Blätter trägt (Papilionaceae, Fig. 23, 1, 2). Die zarte, jugendliche Beschaffenheit des Keimes erfordert ein Schutzorgan in Form einer festeren Hülle. Das ist die Samenschale (testa, spermotheca), welche aus den Integumenten der Samenanlage hervorgeht. Alles, was die Samenschale umschließt, nennt man den Samenkern (nucleus oder nucellus seminalis). Samen ohne Keim oder mit verkümmertem nennt man taube. Da der Samen aus der Samenanlage entsteht, gelten für alle seine Teile und für dessen Stellung innerhalb der Frucht die gleichen Bezeichnungen (s. „Samenanlage"). Ein Samenstiel (funiculus), der dem Nabelstrange entspricht, ist ebenfalls an den Samen oft wahrzunehmen.

3. **Gestalt, Größe, Zahl.** Die Gestalt der Samen richtet sich ganz nach der Gestalt des Samenkernes und des Keimes. Die Größe schwankt außerordentlich von der eines kleinen Staubkornes bis zu dem riesigen Samen der Palmen, der bei Lodoicea 8 bis 9 kg schwer wird und ein Dezennium zur Entwickelung bedarf. Im spezifischen Gewichte der Samen, das 0,3 bis 1,4 beträgt, ergeben sich geringe Unterschiede. Die Zahl der in einer Frucht und der überhaupt von der Pflanze erzeugten Samen ist außerordentlich wechselnd. Manche Früchte erzeugen nur einen Samen (Gramineae, Cyperaceae, Compositae), wieder andere eine Unzahl derselben, wie die Kapsel der Orchidaceae. Die geringe Anzahl der Samen in der Frucht wird aber gewöhnlich durch die große Zahl der Früchte ausgeglichen (Compositae, Gräser). Einjährige Gewächse er-

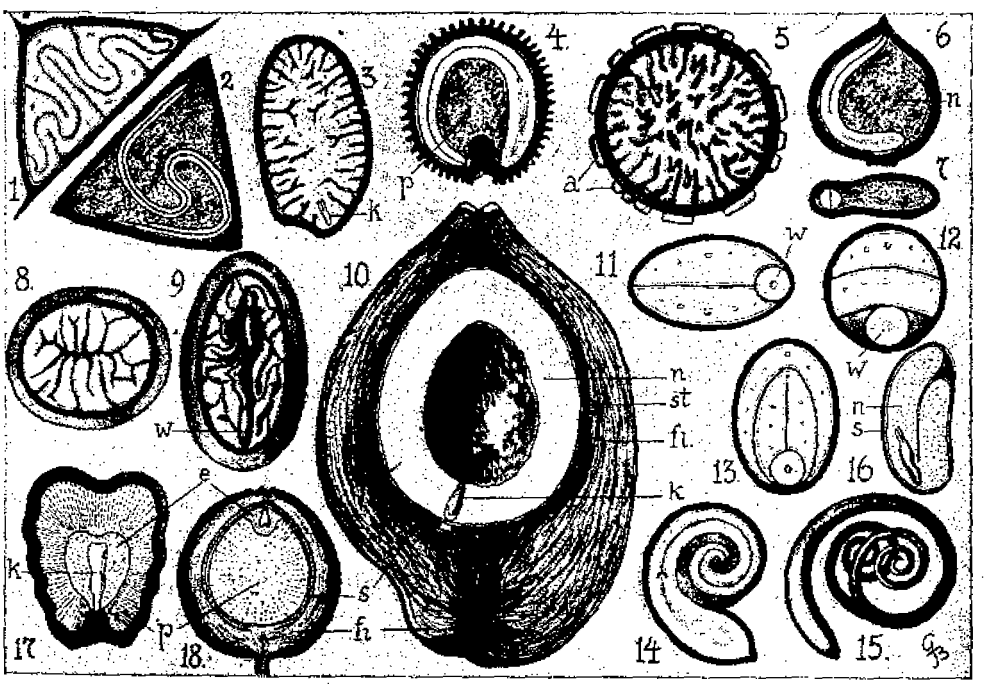

Fig. 24. 1 Nuß von Fagus silvatica, 2 von Fagopyrum esculentum, 3 Same von Asimina triloba, 4 von Agrostemma githago, 5 von Myristica fragrans, 6, 7 Früchte von Polygonum lapathifolium, 8, 9 Samen von Theobroma cacao, 10 Sammelsteinfrucht von Cocos nucifera, 11 bis 14 Samen von Cruciferae, 11 seitenwurzeliger Keim von Arabis, 12 rückenwurzeliger von Alliaria, 13 faltenwurzeliger von Sinapis, 14 eingerollter von Bunias, 15 Keimling von Salsola kali (etwas aufgerollt), 16 Fruchtkern von Coffea arabica, 17 Same von Elletaria cardamon, 18 Beere von Piper nigrum. 3, 4, 6, 9, 10, 14, 16—18 im Längsschnitte, 1, 2, 5, 7, 8, 11—13 im Querschnitte, 1 bis 4, 6 bis 9, 11 bis 18 vergrößert, 10 verkleinert. Original.

zeugen, zumeist enorme Mengen von Samen.

4. **Samenstiel.** Der Samenstiel (Nabelstrang, funiculus) spielt als gewöhnlich trockener Gewebestrang meist nur eine untergeordnete Rolle. Selten verlängert er sich wie bei den Cruciferae (Fig. 4, 2, 3) und wird oberhalb der Schraubengefäße dehnbar (Amarantus, Glinus, Cerastium, Zanthoxylon; Fig. 1, 9) und der oft an ihm pendelnde Same wird so besser der Windverbreitung ausgesetzt wie bei Magnolia, Eremurus (Fig. 4, 4s). Wichtiger für die Samenverbreitung sind an ihm sich bildende Akzessorien (s. dort). Manchmal ist der Samenstiel auch behaart (Canna, Fagus).

5. **Die Samenschale.** Die Samenschale (testa, spermotheca) fehlt nur wenigen Samen, wie jenen der Santalaceae, Loranthaceae, vieler Balanophoraceae. Die Stärke ihrer Ausbildung hängt von der Mächtigkeit der Fruchtwand ab (s. diese). Die ablösbaren, äußeren Teile werden als Schale (epispermium), die inneren, morphologisch sehr verschiedenwertiges darstellend, als Kernhaut oder Schelfe (endopleura, tegmen) bezeichnet. Aeußerlich erkennt man an der Samenschale der aus Streufrüchten stammenden Samen stets den Nabel (hilum, umbilicus), die Ablösungsstelle, und auch den meist punktförmigen Keim- oder Samenmund (micatricula), der der Mikropyle entspricht und unter dem stets die Wurzelspitze des Keimes sich befindet, manchmal auch die Samenschwiele (spermotylium), die frühere Chalaza.

Der punkt- oder strichförmige Nabel, durch den gewöhnlich die Wasseraufnahme des keimenden Samens erfolgt, ist die Abrißstelle der Leitbündel, die zur Zufuhr der Nährstoffe für den Samen dienten. Oft wird der Nabel von auffällig gefärbten Flecken (Nabelfleck, macula hilaris) umgeben wie bei vielen Leguminosae (Abrus, Abb. 26, 7, 8) oder der Roßkastanie. Bei krummläufigen Samen läuft der Nabel oft um den Samen herum (Vicia, Physostigma, Abb. 26, 9 n, Mucuna). Hin und wieder wird der Nabel auch noch von warzenförmigen Resten des Samenstieles bedeckt wie bei Dolichos, Phaseolus, Koelreuteria.

Fig. 25. Samen. 1 Zanonia macrocarpa, 2 Cinchona calisaya, 3 Strophanthus, 4 Tillandsia, 5 Salix, 6 Gossypium, 7 Pirola, 8 Heliosperma alpestre. 2, 4—6, 8 im Längsschnitte, 1 verkleinert, 2, 4, 5, 7, 8 vergrößert, k Keimling. Original.

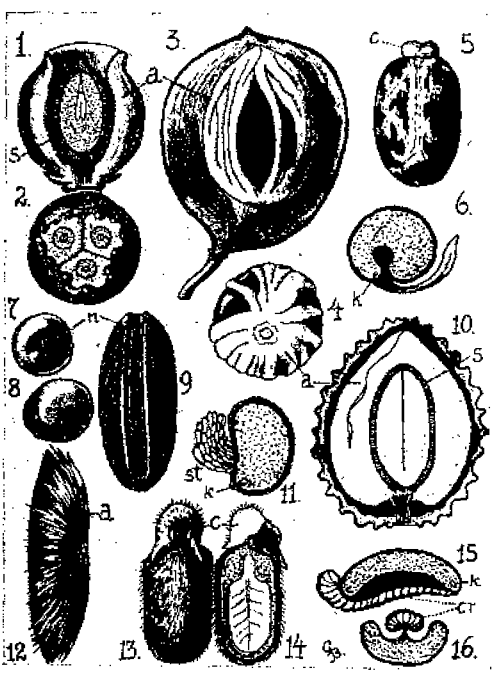

Fig. 26. 1 Same mit Samenmantel von Taxus baccata, 2 Beerenzapfen von Juniperus communis, 3 Frucht und 4 Same von Myristica fragrans, 5 Same von Ricinus communis, 6 von Corydalis cava, 7, 8 von Abrus precatorius, 9 von Physostigma venosum, 10 Nuß von Litchi chinensis, 11 Same von Chelidonium majus, 12 von Ravenala madagascariensis, 13, 14 von Polygala vulgaris, 15, 16 von Asarum europaeum. 1, 3, 6, 10, 11, 14, 15 im Längsschnitte, 2, 16 im Querschnitte, 1, 2, 5 bis 8, 11 bis 16 vergrößert, 3, 4, 9, 10 verkleinert. a Samenmantel, c Samenschwiele, cr Samenkamm, k Keimling, n Nabel, s Same, st Fadenschwiele. Original.

Anatomie der Samenschale. Bei vielen Schließfrüchten besteht die Samenschale nur aus einer oder zwei Zellagen nicht oder wenig verdickter Zellen (Compositae, Umbelliferae, Gramineae u. a. vgl. Fig. 28, 8, 10). Diese können manchmal den Samen locker umschließen, — wodurch sogenannte feilspähneartige Samen (s. scobiformia) entstehen wie bei den Orchidaceae (Fig. 5, 3), Orobanchaceae (Fig. 23, 3), Nepenthaceae, Pirola (Fig. 25, 7), Parnassia, — oder sich haarförmig zerschlitzen (viele Bromeliaceae, Fig. 25, 4). Wenn die Samenschale aber kräftiger entwickelt ist, zeigt sie zum Schutze des Samenkerns eine Hartschichte (h in Fig. 27, 28) aus sklerenchymatischen Zellen und eine der Wasserzufuhr bei der Keimung dienende, aus lockerem Parenchym bestehende Quellschichte, in der die Leitbündel der Samenschale (Raphe) verlaufen und sich auch besondere Farbstoffzellen (Pigmentschichte) einlagern können. Die Hartschichte besteht oft nur aus einer, an der Außenseite befindlichen Lage nach außen stark verdickter Oberhautzellen (Saponaria, Agrostemma (Fig. 27, 3), Thlaspi (Fig. 27, 4), Capsicum (Fig. 27, 8), die bei Nicotiana Fig. 27, 9) und Hyoscyamus (Fig. 27, 7) auch nach innen stärker verdickt vorgefunden werden; bei vielen Samen aber sind deren Zellen mit schnell verschleimenden und aufquellenden Verdickungsschichten ausgerüstet wie bei Linum (Fig. 28, 9), Sinapis, Raphanus, Brassica (Fig. 28, 5, 6), Pirus (Fig. 28, 7), Cydonia, Plantago (Fig. 28, 12), Cuscuta u. a. Manchmal besitzen diese Schleimzellen zierliche, schraubenförmige Verdickungen, die jedoch nicht quellfähig sind und nur durch die bei der Wasseraufnahme entstehende Gallerte auseinandergezogen werden wie bei Collomia (Fig. 28, 3, 4), Hydrocharis. Streifige Gliederhaare besitzt die Schleimhülle bei Stratiotes (Fig. 28, 1, 2). Aus manchen dieser Schleimzellen treten bei Wasseraufnahme zierliche Schleimfäden aus wie bei Lythrum, Cuphea, Capsella, Camelina (Fig. 28, 11). Die kräftigsten Samenschalen zeigen die Leguminosae (Fig. 27, 1, 2), Malvaceae (Fig. 27, 12) und Cucurbitaceae (Fig. 27, 11), deren Samen oft mehrere Lagen von Sklerenchymzellen besitzen, von denen die äußerste als palisadenartig gestreckte, zierlich porös verdickte Elemente, die überdies noch mit starker Cuticula bedeckt sind, dem Samenkerne einen weitreichenden Schutz gewähren. Auch sehr feste, durchwegs sklerenchymatische Samenschalen finden sich vor wie bei Aesculus, Bertholletia, Pangium und vielen Palmen. In der Schließfrucht von Lolium temulentum zeigt sich an Stelle der Testa manchmal ein Gewebe aus Pilzzellen. Eine steinfruchtartige, in ein äußeres Samenfleisch und eine innere Hartschichte getrennte Samenschale besitzen die

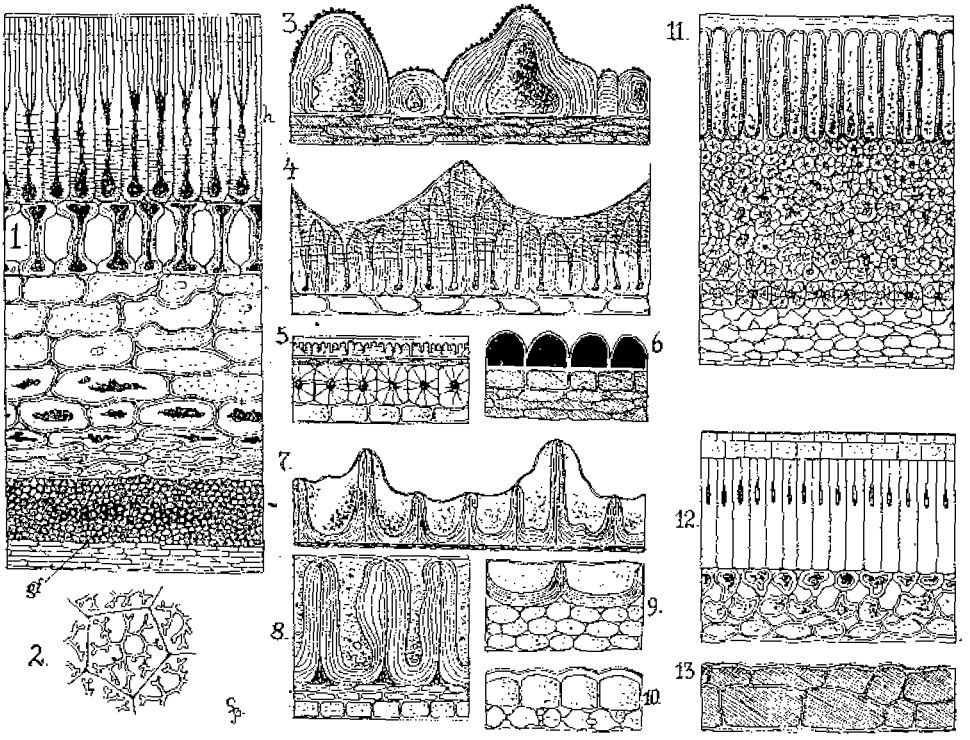

Fig. 27. Samenschalen. 1, 2 Vicia faba, 1 Querschnitt der Samenschale und 2 durch eine Zelle der Hartschichte (h), 3 bis 13 Samenschalen in Querschnitten, 3 Agrostemma githago, 4 Thlaspi arvense, 5 Reseda odorata, 6 Anthericum ramosum, 7 Hyoscyamus niger, 8 Capsicum longum, 9 Nicotiana rustica, 10 Polygonum tataricum, 11 Citrullus vulgaris, 12 Althaea rosea, 13 Fritillaria imperialis. gf Gefäßbündel. Alles vergrößert. Original.

Samen von Cycas, Gingko, Vitis, Theobroma (Fig. 24, 8, 9), Punica, Ribes (Fig. 20, 2) und auch jene von Oxalis, wo die äußere knorpelige Schichte der Samenschale sich spaltet und den mit harter Innenschichte bekleideten Samen ausschnellt. Auch bei Banksia-Arten kommt es zu einer Abtrennung der äußeren flügelartigen Schalenschichte. Bei manchen Samen wie bei Lemna, Nymphaea, Pistia werden an dem Samenmunde besondere Gewebe ausgebildet, die als Deckelchen (operculum) von der auskeimenden Wurzelspitze abgehoben und nach auswärts gestoßen werden.

Die äußere Oberfläche des Samens hängt in ihrer Beschaffenheit von jener der äußersten Zellschichte der Schale ab. Glatte und glänzende Samen werden von einem Korkhäutchen bedeckt und sind ebenso häufig wie warzige (Silene), stachelige (Agrostemma, Fig. 4, 8s; Fig. 24, 4, Heliosperma, Fig. 25, 3), grubige, netzige (Hyoscyamus, Fig. 7, 8s), furchige (Lecythis, Fig. 7, 10s) u. a. Bienenwabig wird die Schale, wenn die äußersten Zellen ihre periphere Wand durch Zerbrechen verlieren und hierdurch wabig werden wie bei Nicotiana (Fig. 27, 9), Orobanche (Fig. 23, 3), Antirrhinum. Flügelbildungen kommen an vielen Samen vor. Die Flügel stehen entweder einseitig (Pinus, Fig. 22, 5s, Banksia, Hakea, Fig. 1, 4, Eremurus, Fig. 4, 4, Cedrela) oder rund um den Samen (Spergularia, Zanonia, Fig. 25, 1, Cinchona, Fig. 25, 2, viele Bignoniaceae); seltener sind mehrere Flügel vorhanden wie bei Moringa und Paulownia. Oft sind die Flügel auch zerschlitzt wie bei Catalpa und Cinchona. Eine Behaarung der Testa ist nicht selten. Am häufigsten sind Haarschöpfe (comae, desma) wie bei Epilobium und bei den Asclepiadaceae (Fig. 1, 6, 7). Lange Wollhaare zeigen die Samen von Gossypium (Fig. 25, 6); diese liefern die Baumwolle. Manchmal ist auch die Chalaza in einen langen Schnabel ausgezogen und trägt einen Haarschopf wie bei Tamarix und Strophanthus (Fig. 25, 3).

6. Akzessorien. Die Akzessorien ersetzen am Samen zumeist das mangelnde Fruchtfleisch. Sie bilden entweder eine fleischige, an Zucker und anderen Nährstoffen reiche Hülle um den Samen, den sogenannten Samenmantel (arillus), der oft aus einem dritten oder äußeren Integumente hervorgeht, oder es sind fleischige, öl-, fett- und eiweißreiche Anhängsel (Elaeosomen) an verschiedenen Stellen des Samens, die man als Arillodien (epiphyses) bezeichnet und die der Verschleppung der Samen durch Ameisen, der sogenannten Myrmekochorie,

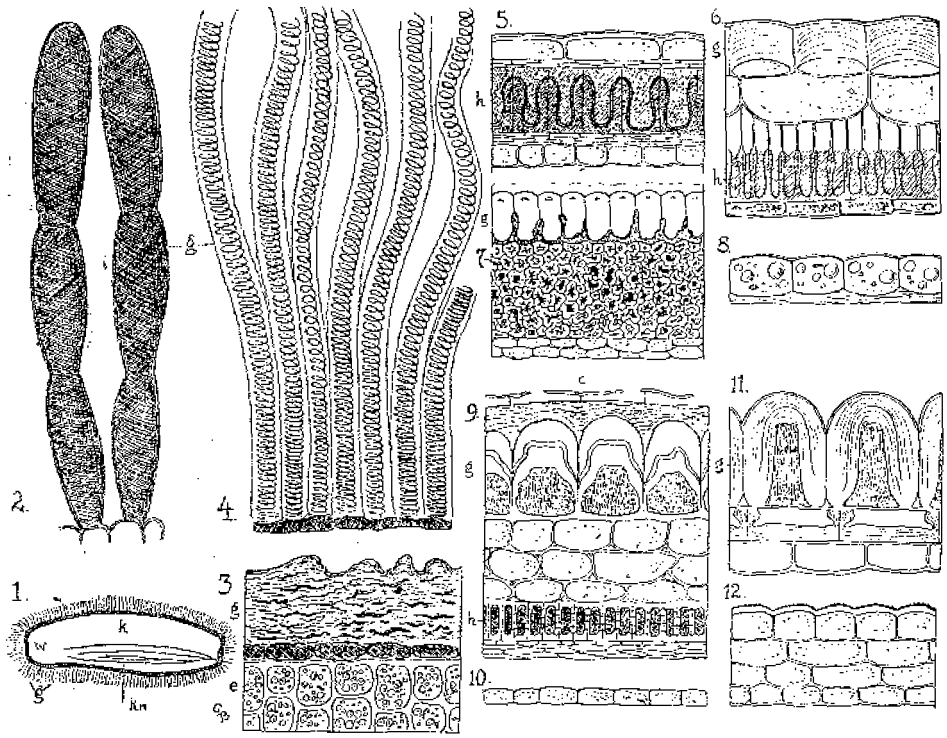

Fig. 28. Samenschalen. 1, 2 Stratiotes aloides, 1 ein gequollener Same, 2 zwei Quellhaare; 3 bis 12 Samenschalen in Querschnitten: 3, 4 Collomia grandiflora, 3 im trockenen Zustande, 4 die aufgequollenen Gallertzellen, 5 Brassica oleracea, 6 B. nigra, 7 Pirus communis, 8 Laserpitium, 9 Linum usitatissimum, 10 Rubia tinctorum, 11 Camelina sativa, 12 Plantago media, 7, 9 gequollen, 11 im Quellen begriffen. e Endosperm, g Gallertzellen, h Hartschichte, k Keimblatt. Alles vergrößert. Original.

dienen. Selten sind anders gestaltete Akzessorien vorhanden.

Bei Taxus (Fig. 26, 1) bildet der Samenmantel einen hochroten, bei Intria einen gelben, bei Euonymus einen korallenroten Becher um den dunkelgefärbten Samen, bei Nymphaea einen schwammigen, die Schwimmfähigkeit der Samen erleichternden Sack, bei Litchi (Fig. 26, 10) und Garcinia ein süßes, wohlschmeckendes, bei Alectryon ein die Kapsel sprengendes Samenfleisch, bei Passiflora verschiedenartige Hüllen, bei der Muskatnuß (Myristica) einen zerschlitzten, goldgelben, aromatischen Kelch (die Muskatblüte, Fig. 26, 3, 4a, Fig. 24, 5a), bei Ravenala eine türkisblaue, zerschlitzte Hülle (Fig. 26, 12). Bei Salix und Populus bildet jedoch der Arillus eine mit dem Samen abfällige, aber mit ihm nicht verbundene Haarkrone (Fig. 25, 5).

Arillodien sind sehr verbreitet, so am Nabel (Buxus, Mochringia), — an der Mikropyle bei Viola, den Euphorbiaceae und Polygalaceae (Fig. 26, 5, 13, 14c), hier die Samenschwiele (caruncula) bildend oder bei Philadelphus einen zerschlitzten Kragen erzeugend, — an der Raphe und hier als Samenkamm (crista) oft ausgeprägt wie bei Ranunculaceae (Caltha, Helleborus), Bocconia, Sanguinaria, Sarracenia, Asarum (Fig. 26, 15, 16cr), Aristolochia, Hypericum u. a., — oder am Samenstiele, hier als Fadenschwiele (strophiola) bezeichnet wie bei Chelidonium (Fig. 26, 11st), Emblingia.

7. Samenkern (nucellus oder nucleus seminalis). Der Samenkern besteht aus dem Keime oder Keimling (embryo) und dem Nährgewebe (albumen, auch Sameneiweiß genannt). Beide stehen in Wechselbeziehung, denn je größer der Keim, desto kleiner ist das Nährgewebe und umgekehrt, so daß es Samen mit (s. albuminosa) und solche ohne Nährgewebe (s. exalbuminosa), aber auch solche ohne Keim, sogenannte taube Samen gibt, welch letztere für die Pflanze bedeutungslos sind. Nicht immer enthält der Same nur einen Keim, sondern manchmal auch zwei oder mehrere (s. „Polyembryonie").

8. Keim. Der Keim oder Keimling (embryo) weist als das im Jugendzustande befindliche Pflänzchen eine sehr verschiedene Stufe der Entwickelung auf. Ein- bis wenigzellig ist er bei den Rafflesiaceae, Balanophoraceae, Burmanniaceae und als wenigzellige Kugel wird er bei den Orchidaceae (Fig. 5, 2) Pirolaceae (Fig. 25, 7), Orobanchaceae (Fig. 23, 3k) angetroffen. Hingegen zeigt er in höchster Entwickelung als Sproß bei den Dikotyledones ein Stengelchen (cauliculus), das an seinem unteren Ende das Würzelchen (radicula), im oberen Teile das Knöspchen (gemmula, plumula) und meist zwei gegenüberstehende Niederblätter, die Keimblätter (cotyledones) trägt (Fig. 23, 1, 2, 4; Fig. 24, 14, 15). Das erste Stengelglied über den Keimblättern nennt man das epikotyle, den darunter befindlichen Achsenteil das hypokotyle Stengelglied (Fig. 23, 1ep und h). Letzteres ist namentlich bei den Monokotyledones mächtig entwickelt, so angeschwollen bei Ruppia, Halophila, Althenia (Fig. 23, 6h), scheibenförmig bei Zostera (Fig. 23, 5h).

Ist ein reichliches Nährgewebe vorhanden, so ist der Keim gewöhnlich in demselben eingebettet (vgl. Fig. 24 bis 26, k) wie bei den Umbelliferae, Palmae (Fig. 24, 10), Cyperaceae, oder er liegt demselben an wie bei den Gramineae (Fig. 23, 7, 8), Bromeliaceae (Fig. 25, 4), Polygonum (Fig. 24, 6, 7).

Die Keimblätter sind Niederblätter, die bald blattartig sich ausbilden, bald bei dem Mangel des Nährgewebes als Speicherorgane für Nährstoffe dienen und demfach oberhalb der Speichergewebe mächtig anschwellen (Aesculus, Papilionaceae, Fig. 23 ko). Nach ihrer Gestalt sind sie gewöhnlich einfach und ungeteilt, seltener gezähnt (Tilia), gelappt (Juglans, Fig. 19, 5), gespalten (Ipomaea), mit Löchern versehen (Menispermum fenestratum), dreiteilig (Lepidium sativum), fiederteilig (Pachylobus, Santiriopsis) oder zerschlitzt (Canarium). Haben die Keimblätter im Samen Platz zu ihrer Entwickelung, so legen sie sich aneinander, seltener spreizen sie sich auseinander (Menispermum, Bignoniaceae). Bei Raummangel falten sie sich oft ein (Acer, Fig. 14, 2, Malva), rollen sich samt dem Würzelchen ein und bilden eingerollte Keime (e. spirolobi) wie bei Humulus, Ulmus, Basella, Salsola (Fig. 24, 15), Punica, Calycanthus, Bunias (Fig. 24, 14), vielen Sapindaceae und Solanaceae, oder sind in verschiedentlicher Weise ineinander gefaltet und zerknittert wie bei Fagus (Fig. 24, 1), Cordia, Aceraceae, Burseraceae, Malvaceae (Fig. 25, 6), Convolvulaceae, Theobroma (Fig. 24, 8, 9). Falten sich die aufeinanderliegenden Keimblätter in der Schlinge des zur Hälfte eingerollten Keimes derartig ein, daß die Spitze der Keimblätter parallel zur Spitze des Würzelchens steht, so entsteht ein doppelt eingefalteter Keim (e. diplecolobus) wie bei Heliophila. Manchmal verwachsen auch die Keimblätter wie bei Cycas, Garcinia, Lecythis.

Bei den Gräsern (Gramineae, Fig. 23, 7, 8) ist das Keimblatt als Schildchen (scutellum) ausgebildet, das als Saugorgan dem Nährgewebe anliegt und dessen Scheidenteil das Würzelchen als Wurzelscheide (coleorhiza) umgibt.

Bei den Monokotyledones (Fig. 23, 5 bis 8) ist meist nur ein Keimblatt vorhanden, das wegen des seitlich stehenden Knöspchens scheinbar endständig wird. Selten sieht man bei manchen Gräsern (z. B. Stipa) den Ansatz eines zweiten Keimblattes (Epiblast). Bei den Dikotyledones ist ein Keimblatt selten wie bei Ficaria, Corydalis, Cyclamen, Pinguicula, Streptocarpus u. a. In der Regel sind bei Dikotyledones und vielen Gymnospermae wie bei den Cycadaceae, Taxus u. a. zwei Keimblätter vorhanden, ausnahmsweise auch drei. Drei bis 13 Keimblätter, die im Wirtel stehen, zeigen die Abietaceae.

Die Lage des Würzelchens zu den Keimblättern ist bei eingeknickten Keimlingen sehr charakteristisch. Es liegt entweder an der Kante des Keimlings (O=; seitenwurzeliger Keim [e. pleurorhizus]; Keimblätter anliegend [e. accumbentes]) wie bei Leguminosae, Arabis (Fig. 24, 11) oder dem Rücken eines Keimblattes auf (O ‖ ; rückenwurzeliger Keim [e. notorhizus]; Keimblätter aufliegend [e. incumbentes]), wie bei Sisymbrium, Alliaria (Fig. 24, 12) manchmal auch in der Falte eines Keimblattes (O>>; faltenwurzeliger Keim [e. orthoploceus]; Keimblätter gefaltet [e. plicatae]) wie bei Brassica (Fig 24, 13), Sinapis.

9. Nährgewebe. Das Nährgewebe (albumen, auch Sameneiweiß genannt) ist entweder im Embryosack entstanden (endosperma) oder gehört dem Nucellusgewebe an (perisperma).

Manche Samen zeigen Endo- und Perisperm wie jene von Piper (Fig. 24, 18), Nymphaea, der Zingiberaceae (Fig. 24, 17), andere nur Perisperm wie jene der Gymnospermae, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae (Fig. 24, 4; Fig. 25, 8), wieder andere nur Endosperm. Gefurchte (Phoenix, Fig. 20, 7, viele Gräser, Rhamnus, Coffea [Fig. 24, 16]), lappige (Viburnum, Struthanthus), ausgehöhlte (viele Umbelliferae, Coffea, Cocos [Fig. 24, 10], hier anfangs mit Endospermsaft, der sogenannten Cocosmilch, erfüllt) Nährgewebe werden angetroffen. Manchmal wächst auch die Samenschale in das Nährgewebe hinein und erzeugt durchfurchte oder zernagte Nährgewebe (a. ruminata) wie bei manchen Palmen (Raphia [Fig. 16, 2n], Areca, Calamus), Musa, Anonaceae (Fig. 24, 3), Araliaceae, Myristicaceae (Fig. 24, 5).

Je nach der Beschaffenheit der Nährstoffe und dem Zustande der Zellhäute ist das Nährgewebe bald mehlig oder stärkehaltig (a. farinosum) wie bei Gräsern, Polygonaceae, bald mehr oder minder fleischig und dann gewöhnlich fett- oder ölhaltig (a. carnosum, a. oleaceum) wie bei Cocos, Ricinus, seltener mehr schleimig (Convolvulaceae). Durch Aufspeicherung von Zellulose in den Zellwänden wird das Nährgewebe fest und hornartig (a. corneum) wie beim vegetabilischen Elfenbein (Phytelephas, Coelococcus, Metroxylon, bei Coffea, den Liliaceae. Manchmal enthält das Nährgewebe in den äußeren Zellagen proteinreiche Zellen, sogenannte Kleberzellen (gluten), in den inneren Zellagen hingegen reichlich Stärke wie bei den Gräsern, Arum.

10. Reservestoffe. Die Reservestoffe des Samens sind entweder in den Keimblättern oder im Nährgewebe eingelagert (*). Der Stärkegehalt steigt bis 75% (Castanea, Hülsenfrüchte 45 bis 60, *Getreide über 50, beim *Weizen und Roggen bis 75%). An Fetten und Oelen zeigen die Samen des Leins, Hanfes, der Mandel und der Sonnenblume bis 35, des Rapses bis 45, von Arachis bis 50, Sesamum bis 56, *Ricinus bis 60, die Wal- und Haselnuß über 60 und bis 66%. Die Proteinstoffe erreichen bei *Zerealien 9 bis 15, bei Hülsenfruchtsamen über 20 und bis 26, bei der Sojabohne bis 35 und bei der Lupine bis 37%. Andere Reservestoffe sind in geringerer, sehr wechselnder Menge vorhanden.

11. Keimkraft. Die Keimkraft der Samen ist eine beschränkte. Die Samen keimen am besten nach ihrer natürlichen, durch die Jahreszeiten bedingten Ruheperiode. Die Keimkraft erlischt dann früher oder später. Bei lufttrockenen Samen, die Stärke als Reservestoff führen, erlischt sie wohl erst nach vielen Jahren. Gersten- und Hafersamen bleiben sicher über 10 Jahre in voller Keimkraft. Beim Weizen vermindert sich die Anzahl der keimfähigen Samen gewiß nach einem Dezennium. Daß Mumienweizen zur Keimung gebracht wurde, ist reine Fabel und auf Betrug der Fellahin zurückzuführen. Oelhaltige Samen verlieren durch das Ranzigwerden des Oeles ihre Keimkraft am raschesten, Salix-Samen schon nach wenigen Tagen. Manche Samen keimen schon in der Frucht aus wie jene von Rhizophora (s. den Artikel „Verbreitungsmittel der Pflanzen"). Im Erdboden bewahren manche Samen ihre Keimkraft oft sehr lange. Ackerunkräuter und Weidepflanzen selbst bis zu 150 Jahren. Ja aus dem Abraume des Silberbergwerkes von Laurion keimten nach Heldreich die Samen der in Europa fehlenden Silene juvenalis aus, die sich wahrscheinlich 1500 bis 2000 Jahre unter dem Abraume keimfähig erhielten.

Literatur. *Früchte und Samen: **J. Gaertner**, De fructibus et seminibus plantarum. Stutgardiae-Lipsiae 1788 bis 1807. — **L. C. Richard**, Analyse du fruit. Paris 1808. — **A. de Candolle**, Organographie végétale. Paris 1827. — **G. Bischoff**, Handbuch der botanischen Terminologie. Nürnberg 1830. — **B. C. Dumortier**, Essai carpographique. Bruxelles 1835. — **St. Endlicher und F. Unger**, Grundzüge der Botanik. Wien 1843. — **J. E. Planchon**, Vrais et faux arilles. Ann. scienc. nat., 3. Ser., 3, 1845. — **Th. Ralph**, Icones carpologicae. London 1849. — **T. Caruel**, Studi sulla pulpa. Firence 1864. — **G. Kraus**, Ueber den Bau trockener Perikarpien. Jahrb. wiss. Bot., 5, 1866 und 1867. — **H. Baillon**, Histoire des plantes. Paris 1867 bis 1894. — **F. Hildebrand**, Die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig 1873. — **C. Steinbrink**, Anatomische Ursachen des Aufspringens der Früchte. Bonn 1873. — **G. Lohde**, Entwickelungsgeschichte und Bau einiger Samenschalen. Leipzig 1874. — **A. Sempolowski**, Beiträge zur Kenntnis des Baues der Samenschalen. Leipzig 1874. — **F. Nobbe**, Handbuch der Samenkunde. Berlin 1876. — **H. Baillon**, Dictionaire de botanique. Paris 1876 bis 1892. — **C. Steinbrink**, Untersuchungen über das Aufspringen einiger trockener Perikarpien. Bot. Zeit. 1878. — **J. Godfrin**, Etude histologique sur les téguments séminaux des angiospermes. Nancy 1880. — **E. Eidam**, Pflanzenfrucht und Pflanzensamen. Breslau 1878. — **C. Steinbrink**, Fruchtgehäuse, die ihre Samen infolge

Benetzung freilegen. Ber. deutsch. bot. Ges. 1888. — **P. Lampe,** *Bau und Entwickelung saftiger Früchte. Halle 1884.* — **J. Godfrin,** *L'anatomie comparée des cotyledons et des l'albumen. Ann. scienc. nat., 6. Ser.,* **19,** *1884.* — **Leclerc du Sablon,** *Recherches sur la déhiscence des fruits. Daselbst, 7. Sér.,* **18,** *1884.* — **C. O. Harz,** *Landwirtschaftliche Samenkunde. Berlin 1885.* — **C. Reiche,** *Anatom. Veränderungen in den Perianthkreisen während der Entwickelung der Frucht. Jahrb. wiss. Bot.,* **16,** *1885.* — **G. v. Beck,** *Oeffnungsmechanismus der Porenkapseln. Sitzber. zool. bot. Ges., 1885.* — **F. Besser,** *Entwickelung und Anatomie von Blüten- und Fruchtstielen. Leipzig 1886.* — **A. Engler und K. Prantl,** *Natürliche Pflanzenfamilien. Leipzig 1887 bis 1909.* — **A. v. Kerner,** *Pflanzenleben. Leipzig 1887 bis 1891.* — **E. Huth,** *Die Klettpflanzen. Kassel 1887.* — **F. Hildebrand,** *Die Schleuderfrüchte. Jahrb. wiss. Bot.,* **9,** *1887.* — **E. Huth,** *Schleuderfrüchte. Abh. Ver. Naturw. Frankfurt a. O.,* **8,** *1890.* — **Derselbe,** *Ueber geo-, amphi- und heterokarpe Pflanzen. Daselbst.* — **G. v. Beck,** *Versuch einer neuen Klassifikation der Früchte. Abh. zool. bot. Ges., 1891.* — **H. A. Pfeiffer,** *Die Arillargebilde der Pflanzen. Bot. Jahrb. f. Syst.,* **13,** *1891.* — **J. Lubbock,** *Contribution to our knowledge of seedlings. London 1892.* — **L. Guignard,** *Recherches sur le developpement de la graine. Journ. de bot.,* **7,** *1893.* — **G. Kayser,** *Beiträge zur Kenntnis der Entwickelungsgeschichte der Samen. Jahrb. wiss. Bot.,* **25,** *1893.* — **F. Delpino,** *Eterocarpia ed eteromericarpia. Mem. acad. sc. ist. Bologna, 1893.* — **F. Ludwig,** *Lehrbuch der Biologie der Pflanzen. Stuttgart 1895.* — **A. Schlickum,** *Morphologisch-anatomischer Vergleich der Keimblätter der Monokotyledonen. Marburg 1895.* — **C. Wahl,** *Vergleichende Untersuchungen über den anatomischen Bau der geflügelten Früchte und Samen. Biblioth. botan.,* **40,** *1897.* — **A. Weberbauer,** *Beitrag zur Anatomie der Kapselfrüchte. Botan. Centralbl., 1898.* — **R. Sadebeck,** *Kulturgewächse der deutschen Kolonien und ihre Erzeugnisse. Jena 1899.* — **E. Krohnfeld,** *Studien über die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig 1900.* — **A. Fauth,** *Anatomie und Biologie der Früchte und Samen einiger Wasser- und Sumpfpflanzen. Erlangen 1903.* — **T. F. Hanausek,** *Früchte und Samen in Wiesner: Rohstoffe II. Leipzig 1903.* — **K. Sernander,** *Monographie der europäischen Myrmekochoren. Kgl. Svensk. vet. akad.,* **41,** *1906.* — **W. C. Ohlendorf,** *Anatomie und Biologie der Früchte und Samen einheimischer Wasser- und Sumpfpflanzen. Osnabrück 1907.* — **W. Liebmann,** *Die Schutzeinrichtungen der Samen und Früchte. Jenaische Zeitschr.,* **46,** *1910.* — *Weiter vergleiche man sämtliche Lehrbücher der wissenschaftlichen Botanik und die ungemein reiche, spezielle botanische, landwirtschaftliche und forstbotanische Literatur.*

G. Beck v. Mannagetta.

v. Fuchs

Johann Nepomuk.

Geboren am 15. Mai 1774 zu Mattenzell bei Brennberg am bayerischen Wald; gestorben am 5. März 1856 zu München. Er entstammte einer einfachen Bauernfamilie, erhielt den ersten Unterricht im benachbarten Kloster Frauenzell und besuchte 1791 bis 1794 das Regensburger Gymnasium. Dann studierte er in Wien Medizin und erwarb den Doktorgrad in Heidelberg. Der Ruhm G. A. Werners veranlaßte ihn zum Studium der Mineralogie zunächst in Freiberg, später in Berlin und Paris. 1805 wurde er Privatdozent, 1807 schon ordentlicher Professor für Mineralogie und Chemie an der hohen Schule in Landshut. Als Mitglied der Akademie wurde er 1823 zum Konservator der mineralogischen Sammlung nach München berufen, um 1826 daneben wieder die Stelle eines ordentlichen Professors für Mineralogie an der von Landshut nach München verlegten Universität zu bekleiden. 1852 wurde er zum Geheimen Rat ernannt und ihm nach Versetzung in den Ruhestand der erbliche Adel verliehen.

Seine Bedeutung für die Mineralogie beruht einesteils in der Aufstellung des Begriffes vom „amorphen" Zustand fester Körper. Andererseits hat er zuerst als Grundlage der späteren Lehre vom Isomorphismus die Theorie von den „vikariierenden" Bestandteilen in chemischen Verbindungen ausgesprochen. In der Geschichte der Geologie ist sein Name als Führer der sogenannten Neoneptunisten durch die Theorie der Entstehung der Erde aus einem amorphen, festweichen Zustand bekannt geworden. Aus der großen Zahl seiner mit Vorliebe praktischen und technischen Untersuchungen zugewandten Arbeiten sei noch hervorgehoben seine bahnbrechende in Haarlem preisgekrönte Schrift „Ueber die Eigenschaften, Bestandteile und chemische Verbindung der hydraulischen Mörtel" (Dinglers Journ. XLI X 1833). Fuchs ist außerdem der Entdecker des Kaliwasserglases und seiner Anwendbarkeit für die Stereochromie.

Literatur. **F. v. Kobell,** *Akademische Denkrede auf Johann N. von Fuchs, 1856.* — **C. G. Kaiser,** *Gesammelte Schriften von Fuchs. München 1856.*

K. Spangenberg.

Füchsel

G. Christian.

Er wurde 1722 in Ilmenau in Thüringen als Sohn eines Bäckers geboren, studierte in Jena und Leipzig und promovierte in Erfurt zum Dr. med. Den größten Teil seines Lebens verbrachte er in Rudolstadt als fürstlicher Leibarzt. Auf zahlreichen Wanderungen lernte er Thüringen genau kennen. Er erweiterte die ersten von Lehmann stammenden Grundlagen, auf denen später die Geologie entstehen sollte. So unterschied er in seinem Werke: Historia terrae et maris ex historia Thuringiae per montium descriptionem eruta (Acta Acad. elect. Mogunt.