

## II. Die Fortpflanzung und ihre Organe.

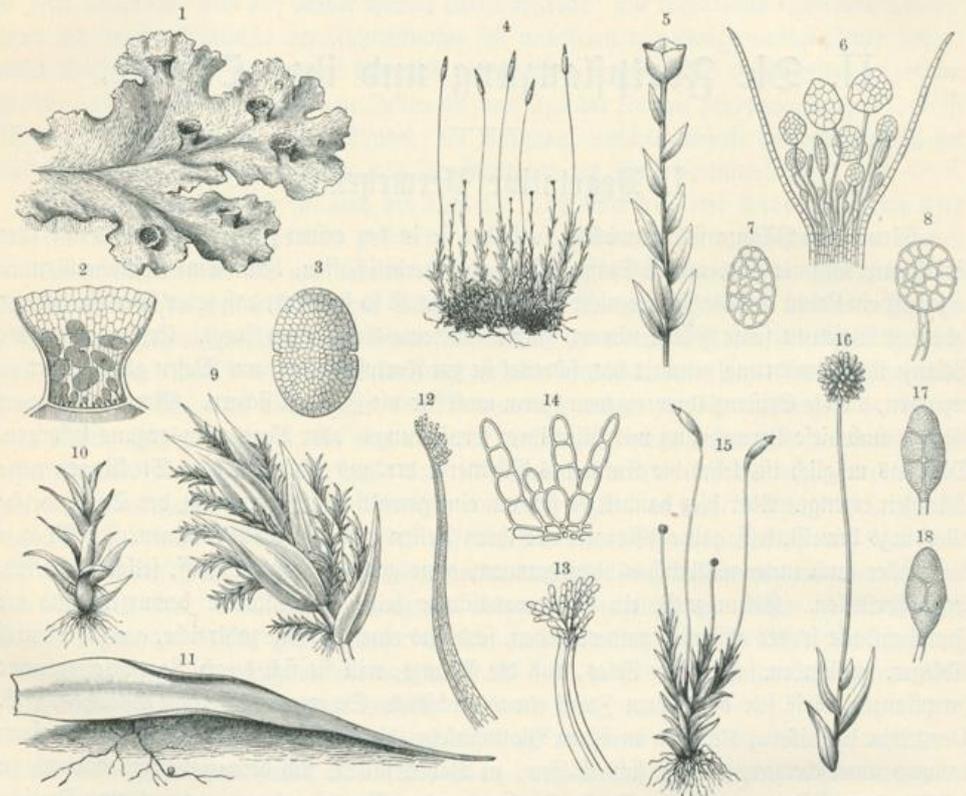
### 1. Vegetative Vermehrung.

Wenn eine Pflanze sich entwickelt, so bildet sie in der ersten Zeit ihres Lebens nur ihre Ernährungsorgane aus, welche Stoffe bilden oder herbeischaffen, denn ohne stoffliche Grundlagen ist ein Leben auf die Dauer nicht möglich. Das ist so bekannt, daß jeder Mensch, der ein lebendes Wesen in seine Pflege nimmt, zuerst für seine Ernährung sorgt. Erst nachdem die Pflanze ihre Ernährung gesichert hat, schreitet sie zur Fortpflanzung, um Wesen gleicher Art zu erzeugen, die die Existenz ihrer eigenen Form auch für die Zukunft sichern. Manche Pflanzen können auch diese Vermehrung mit Hilfe ihrer Ernährungs- oder Vegetationsorgane besorgen. Daß das möglich ist, lehrt die Kunst des Gärtners, der aus Ablegern oder Stecklingen neue Pflanzen erzeugt. Aber hier handelt es sich um eine gewaltsame Abtrennung der Teile, welche allerdings beweist, daß ganze Pflanzen aus ihren Teilen wieder entstehen können. Die Pflanze kann aber auch unter natürlichen Bedingungen, ohne gewaltsamen Eingriff, selbst solche Ableger herstellen. Wenn z. B. ein Erdbeerausläufer seine Seitensprosse bewurzelt und die Zwischenstücke später absterben und vergehen, sind aus einer Pflanze zahlreiche, ganz wie durch Ableger, entstanden. Häufiger ist es, daß die Pflanze, will sie sich durch Vegetationsorgane fortpflanzen, diese für den neuen Zweck etwas umbildet. So erzeugen manche Pflanzen, z. B. *Dentaria bulbifera*, Knospen in ihren Blattwinkeln, die sich von gewöhnlichen Laubknospen dadurch unterscheiden, daß sie sich ablösen, zu Boden fallen, sich bewurzeln und dadurch zu selbständigen Pflanzen werden. Solche Knospen werden Brutknospen genannt, und ähnliche abfallende Organe, wenn auch von einfacherer Art, entstehen bei Lebermoosen, Moosen und Farnen. Während beim Austreiben einer Winterknospe eines Baumes nur ein neuer Trieb dieses Baumes, aber keine selbständige Pflanze entsteht, geschieht dies, sowie eine solche Knospe sich von der Pflanze loslösen kann. Wir sehen also, daß die Trennung eines Teiles von der erzeugenden Pflanze ein wesentliches Moment aller Fortpflanzung bildet.

Zur Veranschaulichung dieser einfachen Form der Erzeugung neuer Pflanzenwesen mögen einige Lebermoose und Laubmoose dienen. Die grünen flachen, mit feinen, haarähnlichen Rhizoiden am Boden von Wiesengraben oder im beschatteten feuchten Rasen wurzelnden Sprosse von *Marchantia polymorpha* bilden auf ihrer Blattoberfläche zierliche Körbchen (s. Abbildung, S. 224, Fig. 1 und 2), in denen flache grüne Gewebekörperchen entstehen von der Form, wie sie Fig. 3 zeigt. Letztere fallen leicht heraus, und auf feuchtem Boden entsteht daraus eine neue *Marchantia*-pflanze. Solche Brutknospen haben eine verschiedene Gestalt bei anderen Moosen, immer aber entwickelt sich aus ihnen wieder ein vollständiges Moos. Sie sind

Zellreihen z. B. an den untenstehend in Fig. 12—14 dargestellten Blättchen des Moooses *Syrhodon scaber*, Zellenplatten bei dem verbreiteten Laubmoos *Tetraphis pellucida* (Fig. 4 und 8) und beckenförmige, kugelige oder ellipsoide Gewebeförper bei dem Laubmoos *Aulaacomnion androgynum* (Fig. 15—18).

Bisweilen besteht ein solches Thallidium nur aus einigen Zellen, manchmal aus hunderten, wie bei den von den älteren Botanikern nicht gerade glücklich mit dem Namen Brutknospen



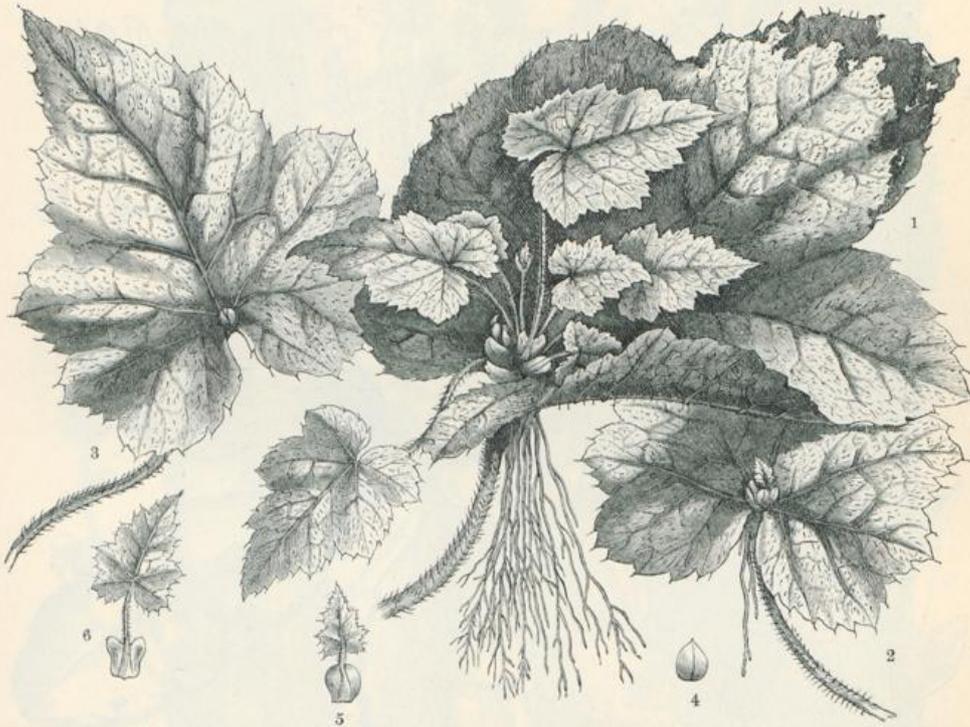
Thallidien der Leber- und Laubmoose: 1) *Marchantia polymorpha* mit Thallidienbecher, 2) ein Thallidienbecher von *Marchantia* im Längsschnitt, 3) einzelnes Thallidium; 4) *Tetraphis pellucida* mit Thallidienbechern und länger gestielten Sporensapseln, 5) ein Stämmchen von *Tetraphis* mit einem Thallidienbecher, 6) ein Thallidienbecher im Längsschnitt, 7) und 8) abgelöste Thallidien von *Tetraphis*; 9) ein Stämmchen von *Leucodon sciuroides* mit Ablegern; 10) ein von dem Stämmchen abgelöster Ableger; 11) Entwicklung eines Ablegers aus den Rhizoiden eines abgebrochenen Blättchens von *Campylopus fragilis*; 12—14) Entwicklung von Thallidien an der Spitze des Blattes von *Syrhodon scaber*; 15) *Aulaacomnion androgynum* mit Sporensapseln neben Thallidienprossen, 16) ein Stämmchen von *Aulaacomnion*, Thallidien tragend, 17) und 18) einzelne abgelöste Thallidien von *Aulaacomnion*. Fig. 1 in natürl. Größe, Fig. 4 u. 15: 2fach, Fig. 2, 12, 13: 8—15fach, Fig. 5, 6, 9, 10, 14: 20—40fach, Fig. 3, 7, 8, 17, 18: 120fach vergrößert.

bezeichneten Thallidien von *Marchantia*. Auch die Soredien der Flechten, worunter man einzelne oder gruppenweise vereinigte, von farblosen Hyphenfäden umspinnene grüne, sich vom Flechtenkörper lösende Zellen versteht, rechnet man hierher.

Die Bildung dieser Ableger bei den Flechten und Moosen kann auch durch Verletzungen und Verstümmelungen der betreffenden Pflanzen angeregt werden, doch ist hier die Anregung in ihren Erfolgen erst neuerdings so sorgfältig untersucht, wie bei den groß angelegten Bäumen, Sträuchern und Staudenpflanzen, an welchen jahrhundertelange Erfahrung dahin

geführt hat, die durch Verstümmelung veranlaßte Bildung von Knospen bei der künstlichen Vermehrung von Nutzpflanzen in der ausgiebigsten Weise zu verwerten, wie das in der gärtnerischen Praxis der Stecklingsbildung geschieht.

Was an diesen Blattstecklingen infolge der Manipulation der Gärtner geschieht, erfolgt bei einigen Pflanzen spontan in der freien Natur, und zwar ohne daß ein Blatt sich von seinem Stamm vorher abgetrennt hätte. Besonders sind es manche Schotengewächse (*Cardamine silvatica*, *pratensis*, *uliginosa*, *Nasturtium officinale*, *Roripa palustris*, *Brassica oleracea*,



Entwicklung Blattständiger Knospen bei *Tolmiea Menziesii*: 1) Erste Anlage der Knospe, von den Blättern der Knospe sind nur die Scheideteile ausgebildet, 2) die Knospe weiter entwickelt, sie hat sich mit Wurzeln versehen, und eines der Blätter zeigt eine grüne Spreite; 3) aus der blattständigen Knospe hat sich ein reich bewurzelter Pflanzenstod entwickelt, das Tragblatt ist im Absterben begriffen; 4—6) die Blätter der blattständigen Knospe in ihrer Altersfolge.

*Arabis pumila*), mohnartige Pflanzen (*Chelidonium majus*), Seerosen (*Nymphaea guyanensis*), Gesneriäzen (*Episcia bicolor*, *Chirita sinensis*, *Achimenes grandis* u. a.), Lentibularieen (*Pinguicula Backeri*), Aroideen (*Atherurus ternatus*), Orchideen (*Malaxis monophyllos* und *paludosa*), Liliäzen (*Fritillaria*, *Ornithogalum*, *Allium*, *Gagea*, *Hyacinthus*) und Amaryllideen (*Curculigo*), welche ab und zu mit blattständigen Knospen beobachtet werden. Manchmal wachsen die sich in Gestalt kleiner Wärschen erhebenden Knospen sofort zu kleinen Pflänzchen heran, wie bei der nordamerikanischen, zu den Sarifrageen gehörigen *Tolmiea* (s. obensehende Abbildung) und bei dem Schaumkraut *Cardamine uliginosa* (s. Abbildung, S. 226, Fig. 4), oder es entstehen kleine Zwiebelchen, wie bei den Laucharten und der Kaiserkrone (*Allium* und *Fritillaria*), oder auch Knöllchen, wie bei den obengenannten Arten der Gattung *Malaxis*. In manchen Fällen bilden sich die Knospen aus wenigen Zellen meistens über den Gabelungen

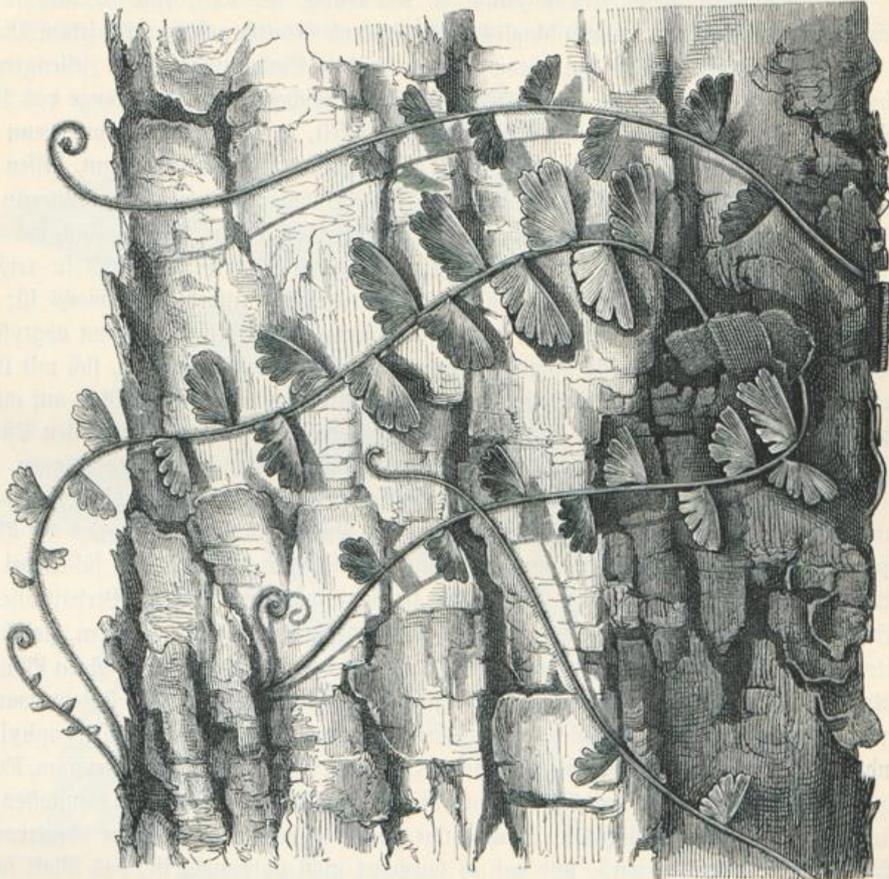
der Nerven der Blattfläche, z. B. bei *Cardamine*, in anderen Fällen, z. B. bei *Curculigo*, stehen die Knospen am Ende der Mittelrippe. An der auf Moorboden Nordosteuropas heimischen kleinen Orchidee *Malaxis paludosa* (s. untenstehende Abbildung, Fig. 5) entspringen die kleinen Knospen vorwiegend am Rande der Laubblätter in solcher Menge, daß das Blatt wie gewimpert aussieht. Jedes Knöspchen besteht aus einem gelbgrünen Gewebekörper, der aus einem Kern und einer Hülle besteht. Diese bildet eine Art Ring, den eine nabelartige Vertiefung umgibt. Die Knospen ähneln durch ihre Form den Samen von *Malaxis* und anderen



Knospenbildung an Farnwedeln und Laubblättern: 1) und 2) an den Wedelabschnitten des *Asplenium bulbiferum*; 3) am Rande der Blattabschnitte von *Bryophyllum calycinum*; 4) an den Laubblättern von *Cardamine uliginosa*; 5) am Rande der Laubblätter von *Malaxis paludosa*; 6) zwei Knospen am Rande eines Laubblattes von *Malaxis paludosa*. Fig. 1, 3—5 in natürl. Größe, Fig. 2: 2fach, Fig. 6: 20fach vergrößert. (Zu S. 225—228.)

Orchideen. Bisweilen entstehen auch Knospen auf Zwiebeln, und diese Erfahrung hat die holländischen Zwiebelzüchter veranlaßt, die Hyazinthen aus Zwiebeln zu vermehren. Sie zerstören den Zwiebelkuchen, entfernen die etwa vorhandenen Anlagen von Blütenständen und führen einen Querschnitt durch den unteren Teil der Zwiebeln. Nicht selten werden die Zwiebeln auch der Länge nach teilweise gespalten. Man sollte glauben, daß eine so mißhandelte Zwiebel zugrunde gehen müßte, aber im Gegenteil, an den Rändern der künstlich ausgeführten Schnittflächen entstehen eine Menge kleiner zwiebelartiger Knospen. Am seltensten entstehen Knospen aus den Geweben von Hochblättern, doch wurden im Inneren der Fruchtgehäuse mehrerer Arten, von *Crinum* und *Amaryllis*, statt der Samen auf den Fruchtblättern entwickelte kleine Knospen gefunden, aus denen sich auf feuchter Erde neue Pflanzen entwickelten.

Gewisse Farne, wie z. B. *Asplenium celtidifolium*, *flagelliferum* und *bulbiferum* (s. Abbildung, S. 226, Fig. 1 und 2), bilden sogar sehr regelmäßig auf ihren Wedeln Knospen aus. In diesen Fällen entspringen die Knospen auf der Fläche der grünen Abschnitte des Wedels, an der in den Sümpfen Ostindiens häufigen *Ceratopteris thalictroides* aus den Stielchen der einzelnen grünen Lappen, bei den Gleichenien aus den Gabelungen der Wedel (s. Abbildung,



Knospenbildung an der Blattspitze des Farns *Asplenium Edgeworthii*.

S. 254, Fig. 6) und bei *Asplenium cirrhatum*, *flagellifolium*, *rhachirhizon* und *Edgeworthii* (s. obenstehende Abbildung) aus der Spitze des Wedels. Dieser zuletzt genannte, auf der Borke von Bäumen wachsende Farn hat die merkwürdige Eigenschaft, daß die Spitzen seiner Wedel lichtscheu sind, sich gegen die dunkelsten Stellen des Standortes krümmen, in die Ritzen der Baumborke förmlich hineinkriechen, sich dort verdicken, fest anlegen und über der Berührungsstelle eine Knospe ausbilden. Aus dieser Knospe gehen wieder Wedel hervor, von welchen sich aber meistens nur einer kräftig entwickelt und, nachdem er sich aufgerollt hat, mit der Spitze wieder eine dunkle Ritze aufsucht. Indem sich dieser Vorgang mehrmals wiederholt, werden die Stämme jener Bäume, auf deren Borke sich dieses *Asplenium* angesiedelt hat, von den Wedeln förmlich umgürtet und umspinnen, wie es die obenstehende

Abbildung zur Ansicht bringt. Die einzelnen Wedel des Farns erinnern dann lebhaft an die Ausläufer gewisser Ehrenpreis-, Günsel- und Sinngrün-Arten mit zweireihig gestellten Blättchen.

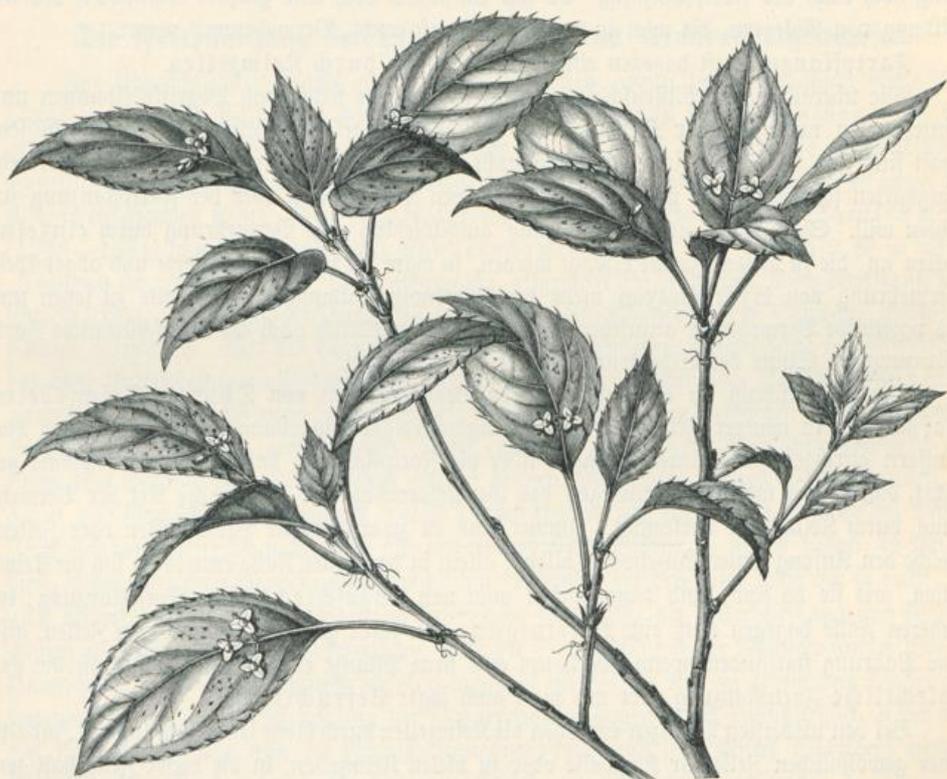
Bekannt ist eine dieses Verhältnis zeigende tropische Krassulazee, *Bryophyllum calycinum*. Die Pflanze hat auch in nichtbotanischen Kreisen eine gewisse Berühmtheit erlangt, weil sich seinerzeit Goethe mit ihr beschäftigt und sie mehrfach in seinen Schriften behandelt hat. Die Laubblätter dieses *Bryophyllum* (s. Abbildung, S. 226, Fig. 3) sind fiederförmig geteilt, die einzelnen Lappen länglich-eiförmig und deutlich gekerbt. An jedem Blatte, das seine volle Größe erreicht hat, bemerkt man in den Einkerbungen eine Zellengruppe, welche dem freien Auge als ein punktförmiges Knötchen erscheint, und die, solange das Blatt am Stamme bleibt, sich bei uns nur selten weiterentwickelt, in welcher aber dann, wenn das Blatt abgepflückt und auf die Erde gelegt wird, ein lebhaftes Wachstum beginnt, dessen Ergebnis die Ausbildung eines kleinen Pflänzchens mit Stamm, Blättern und Wurzeln ist, wie es die eben erwähnte Abbildung darstellt. Die Blätter dieser Pflanze sind dick und fleischig und enthalten im ausgewachsenen Zustande so viel Reservestoffe und so reichlich Wasser, daß die Aufnahme von Nahrung aus der Umgebung entbehrlich gemacht ist; erst später, wenn die aus den Einkerbungen hervorgewachsenen Pflänzchen die in dem abgepflückten Blatte aufgespeicherten Stoffe aufgezehrt haben, sind sie darauf angewiesen, sich mit ihren Wurzeln aus der Umgebung Nahrung zu suchen. Wurde das abgepflückte Blatt auf mäßig feuchte Erde gelegt, so dringen die Wurzeln der aus den Einkerbungen entwickelten Pflänzchen in diese ein, und wenn indessen das Gewebe des abgepflückten Blattes ausgezogen, verwelkt, vertrocknet und zerfallen ist, werden alle die kleinen Pflänzchen selbständig und wachsen zu umfangreichen Stöcken heran. In der Heimat der Pflanze entwickeln sich aber die Brutknospen in großer Menge auf den an der Pflanze festhängenden Blättern und fallen bei Erschütterungen oft in Menge auf den Boden, wo sie sich bewurzeln. Ähnliche Verhältnisse wie bei *Bryophyllum calycinum* werden auch noch bei anderen Gewächsen mit dicken, fleischigen Blättern, zumal bei den Echeverien, beobachtet. Auch auf den abgetrennten fleischigen Blättern der *Rochea falcata* kommen bisweilen junge Pflänzchen zum Vorschein. Es besteht zwar bei diesen der bemerkenswerte Unterschied, daß an den Ursprungsstellen nicht wie bei *Bryophyllum* besondere Zellgruppen schon vorgebildet sind; aber insofern stimmen doch *Bryophyllum*, *Echeveria* und *Rochea* miteinander überein, als in allen Fällen der Bedarf an Baustoffen für die sich bildenden jungen Pflänzchen durch einige Zeit aus dem vom Stamme abgetrennten fleischigen Blatte bestritten wird, und daß es durchaus nicht notwendig ist, das Blatt sofort nach dem Abtrennen in feuchte Erde zu stecken, damit es aus dieser das nötige Wasser beziehe.

Wir brauchen aber nicht in die Tropen zu reisen, um solche Verhältnisse zu beobachten. Auch bei uns sind ähnliche Dinge zu sehen; da aber unsere Pflanzenwelt im ganzen scheidener und weniger auffallende Gestaltungen zeigt, so übersieht man zu Hause im Freien manches, was man an einer fremden Gewächshauspflanze bestaunt.

Sehr stattliche und hübsch schwarzviolett gefärbte Brutknospen erzeugt *Dentaria bulbifera*, die in unseren schattigen Laubwäldern hier und da wächst. Ebenso bildet die Feuerlilie auf der Basis ihrer Blätter Brutzwiebeln, die gleich denen von *Bryophyllum* abfallen. Merkwürdig sind die blattbärtigen Knospen bei *Nymphaea micrantha* (*Daubenyana*), welche sogar neben Blättern auch Blüten auf dem Mutterblatte bilden. Wenn das Mutterblatt im Herbst zugrunde geht, können die jungen Pflanzen selbständig werden (vgl. die Tafel bei S. 259).

Von den geschilderten blattständigen Knospen sind diejenigen wohl zu unterscheiden, welche

auf den Laubblättern der im tropischen Westafrika heimischen, zu den Vixazeen gehörigen *Mocquersysia multiflora* und der japanischen *Helwingie* sowie auf den laubähnlichen Sproßgebilden der Flachsproßgewächse vorkommen. Was zunächst die *Mocquersysia* anlangt und die *Helwingia*, von der untenstehend eine Abbildung eingeschaltet ist, so konnte durch sorgfältige Untersuchungen festgestellt werden, daß von dem laubblatttragenden Stamme besondere Strangbündel ausgehen, welche zu den auf den Blättern sitzenden Knospen hinziehen. Jeder dieser Stränge entspricht einem Seitenproß, der aber nicht frei, sondern mit der Mittelrippe



*Helwingie (Helwingia ruscifolia), mit Blüten auf den Laubblättern.*

desjenigen Blattes, aus dessen Achsel er entsprang, verwachsen ist. Dieser mit der Mittelrippe verwachsene Seitenproß löst und erhebt sich erst im unteren Drittel der Blattfläche aus seiner Verbindung, erscheint dann von einer Knospe oder, wenn er sich teilt, von mehreren Knospen abgeschlossen und kann, da diese Knospen Blütenknospen sind, auch als Blütenstiel aufgefaßt werden. Man kann daher nicht sagen, daß diese Blütenknospen blattständig sind, d. h. daß sie direkt aus dem Gewebe eines Laubblattes entstehen. Tatsächlich gehen sie aus einer Achselknospe hervor, nur ist ihr Träger, ihr Stiel, ihre Achse, mit der Mittelrippe eines Laubblattes später verschmolzen. Willdenow, welcher die oben abgebildete Pflanze zuerst beschrieben hat, nannte sie mäusehornblättrige *Helwingie* (*Helwingia ruscifolia*), weil bekanntlich auch die Blütenknospen des Mäuseorns (*Ruscus*) von blattähnlichen Gebilden getragen werden (vgl. Bd. I, S. 249). Der Fall liegt aber doch wesentlich anders. Die grünen,

*Phyllocladice*

blattähnlichen Gebilde des Mäusedorns, von deren oberer Fläche eine Blütenknospe entspringt, sind keine Blätter, sondern blattähnliche Kurztriebe, also Stämme, und die ihnen aufstehenden Knospen sind daher auch nicht blattständig, sondern stammständig. Dasselbe gilt natürlich auch für die anderen Flachsproßgewächse, von welchen einige Vertreter in der Abbildung auf S. 250 des ersten Bandes zusammengestellt sind.

Gaben viele Pflanzen in ihrer vegetativen Vermehrung, wie man diese Vorkommnisse nennt, auch ein Mittel, Nachkommenschaft zu erzeugen, so bezeichnet man diesen Vorgang doch nicht als Fortpflanzung. Er hat tatsächlich doch eine größere Ähnlichkeit mit der Bildung von Ablegern, die man in der Gartenkunst auch „Vermehrung“ nennt.

Fortpflanzung ist dagegen eine Vermehrung durch Keimzellen.

Wie überall in der Wissenschaft, versteht es sich von selbst, daß Begriffsbildungen und Einteilungen nur aus einer Mehrzahl von Tatsachen abgeleitete Hilfsmittel für die Wissenschaft sind und die Natur sich nach ihnen nicht richtet. So kann man bei manchen Vermehrungsarten schwanken, ob man sie der vegetativen Vermehrung oder der Fortpflanzung zählen will. Sieht man als Fortpflanzung ausschließlich eine Vermehrung durch einzelne Zellen an, die zu diesem Zwecke erzeugt werden, so wäre die früher geschilderte und abgebildete Vermehrung von *Hydrodictyon* mehr der Brutknospenbildung an die Seite zu setzen und als vegetative Vermehrung anzusehen, man kann sie natürlich auch als ungeschlechtliche Fortpflanzung im Sinne der Schwärmsporenbildung betrachten.

Die im Anschluß an die grundlegenden Beobachtungen von Thuret, Pringsheim, Hofmeister in neuerer Zeit mit bewunderungswürdiger Hingebung von scharfsichtigen Botanikern durchgeführten Untersuchungen über die Fortpflanzung haben zu dem Ergebnis geführt, daß in den meisten Abteilungen des Gewächsreiches eine zweifache Art der Vermehrung durch Keimzellen vorkommt. Immer sind es zwar einzelne Protoplasten oder Zellen, welche den Anfang neuer Einzelwesen bilden; allein in dem einen Falle entwickeln sich die Keimzellen, wie sie da sind, und dann spricht man von ungeschlechtlicher Fortpflanzung, im anderen Falle dagegen muß eine Vereinigung von zwei getrennt entstandenen Zellen, also eine Paarung stattfinden, wenn überhaupt eine neue Pflanze entstehen soll. Das ist die geschlechtliche Fortpflanzung oder wie man auch sagt: Befruchtung.

Bei den niedersten Pflanzen entstehen die Keimzellen durch bloße Umwandlung des Inhalts einer gewöhnlichen Zelle zur Keimzelle oder zu vielen Keimzellen, in die dieser Zellinhalt zerfällt. Auf höheren Stufen des Pflanzenreiches werden die Keimzellen in besonderen, in ihren Formen von den Ernährungsorganen auffallend verschiedenen Fortpflanzungsorganen gebildet, die bei den verschiedenen Abteilungen des Pflanzenreiches eine noch größere Verschiedenheit zeigen, als die Ernährungsorgane untereinander. Die Fortpflanzungsorgane stehen aber trotzdem mit den Ernährungsorganen in einem genetischen Zusammenhange. Sie entstehen nicht nur an diesen, sondern sind auch nur als Metamorphosen der Ernährungsorgane anzusehen.

Das Vorhandensein einer doppelten Fortpflanzung im Pflanzenreich erklärt sich aus seiner historischen Entwicklung. Im Anfang haben sich die einfachsten Pflanzen, die auf der Erde entstanden, nur auf ungeschlechtlichem Wege fortgepflanzt. Nachdem sich eine Geschlechtlichkeit bei ihnen entwickelte, ist in vielen Fällen die ältere Vermehrungsweise daneben bestehen geblieben. Die geschlechtliche Fortpflanzung hat den erkennbaren Vorteil, daß bei ihr meistens ein Produkt (eine Spore, ein Same) entsteht, welches im Vergleich zu den ungeschlechtlich entstandenen Keimzellen dauerhafter ist und nicht sofort in die notwendigen

Lebensbedingungen zu kommen braucht, um sich zu entwickeln, sondern dies oft nach längerer Ruhe noch tun kann. Die geschlechtlichen Sporen und Samen können oft jahrelang mit ihrer Keimung warten, während die ungeschlechtlichen Sporen zugrunde gehen, wenn sie nicht bald die notwendigen Keimungsbedingungen, besonders Feuchtigkeit, vorfinden.

## 2. Die Fortpflanzung bei den Kryptogamen.

### Die Fortpflanzung bei Pilzen, Algen und Armleuchtergewächsen.

Zur Übersichtlichkeit dürfte es wesentlich beitragen, wenn bei Besprechung dieser Vorgänge an der alten Einteilung der Pflanzen in Kryptogamen und Phanerogamen festgehalten wird. Das Wort Kryptogamen wurde von Linné für die 24. Klasse seines Systems eingeführt. Für die ersten 23 Klassen, welche alle Blütenpflanzen umfaßte, gab es lange kein zusammenfassendes Wort. Ein französischer Botaniker J. J. Boudon de Saint-Amans (1748—1831) schuf dafür das Wort Phanerogamen, welches, seit Ventenat es in seinem „Tableau du règne végétal“ 1799 gebrauchte, allgemein Eingang fand. Dem Wortlaute nach sind die Kryptogamen Pflanzen, welche sich im geheimen, die Phanerogamen Gewächse, welche sich sichtbar befruchten. Seit der Vervollkommnung und allgemeinen Anwendung des Mikroskops hat diese Unterscheidung allerdings ihre Bedeutung verloren; wenn aber die Übersetzung etwas anders gefaßt wird, und wenn man unter dem Namen Kryptogamen diejenigen Pflanzen begreift, welche der Blumen im gewöhnlichen Sinne entbehren, und deren Befruchtungsorgane nur unter dem Mikroskop deutlich gesehen werden können, unter dem Namen Phanerogamen dagegen jene Gewächse zusammenfaßt, welche Blüten tragen, und deren ohne Beihilfe des Mikroskops sichtbare Befruchtungsorgane als metamorphosierte Blätter zu gelten haben, so können diese althergebrachten Bezeichnungen immerhin verwendet werden, und zwar um so mehr, als auch andere den Befruchtungsvorgang betreffende Gegensätze die Unterscheidung von Kryptogamen und Phanerogamen rechtfertigen, z. B. die Samenbildung der Phanerogamen und der Unterschied, daß die Befruchtung der Kryptogamen im Wasser oder in einem das Wasser vertretenden Medium, die Befruchtung der Phanerogamen dagegen fast ausschließlich in der Luft vor sich geht. — Ehe nun die Fortpflanzungsvorgänge und ihre Mittel geschildert werden, seien ein paar Worte über einige immer wiederkehrende Bezeichnungen gesagt.

Die Keimzellen heißen auch Sporen, ihre Behälter Sporangien. Werden die Sporen nach ihrer Entstehung freibeweglich, wie bei Algen und manchen Pilzen, so heißen sie zum Unterschied von den unbeweglichen Sporen Schwärmsporen (s. Abbildung, Bd. I, S. 29). Entstehen Sporen nicht innerhalb eines geschlossenen Behälters, sondern oberflächlich, wie bei manchen Pilzen an besonderen Tragorganen, so spricht man von Sporenträgern, weniger gut auch manchmal Fruchtträger genannt. Bei den Pilzen werden die von Trägern abgeknüpften Sporen auch Konidien genannt.

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung bezeichnet man die weibliche Keimzelle als Eizelle, die männlichen, kleineren und beweglichen Keimzellen als Spermatozoiden. In einigen Fällen jedoch sind männliche und weibliche Keimzellen gleichgestaltet und nicht zu unterscheiden. Dann nennt man sie beide Gameten. Die befruchtete Eizelle nennt man Oospore (Eispore). Die durch Paarung von Gameten entstandene Keimzelle heißt Zygote.

Will sich eine Pflanze durch Keimzellen vermehren, so ist der Weg der ungeschlechtlichen Fortpflanzung der einfachere. Hier handelt es sich nur um Abgliederung von Zellen vom Körper, die, falls nicht gerade die notwendigsten Lebensbedingungen fehlen, sich sogleich zum neuen Wesen ausgestalten können. Aus diesem Grunde ist es begreiflich, daß man bei den niederen Pflanzen die Fortpflanzung durch Sporen weit verbreitet findet. Auf diese Weise kann sich ein Organismus in kurzer Zeit sehr schnell massenhaft vermehren. Die niederen Pilze, z. B. die Schimmelpilze, sind darin Meister. Ihre unbemerkt eingeschleppten Sporen keimen überall auf passendem Nährboden, Brot, Speiseresten, und ihre ungehinderte Verbreitung wird nur durch den menschlichen Ordnungssinn gehindert, der durch diese mikroskopische Polizei aufgerüttelt wird.

Der häufigste aller Schimmel ist der Pinselschimmel (*Penicillium*), von welchem eine Art, nämlich *Penicillium crustaceum*, in der Abbildung in Band I, S. 398, durch die Figuren 8 und 9 dargestellt ist. Hier gliedern sich die Sporen in perlenschnurförmigen Reihen von den Trägern ab; der aufrechte Hyphenfaden, welcher den Ausgangspunkt der Sporen bildet, ist gegliedert und gabelig verästelt. Bei den Peronosporen, zu welchen der für die Schotengewächse so verderbliche Schmarozer *Cystopus candidus* gehört, werden die perlenschnurförmigen Reihen der Sporen von einer keulenförmigen Tragzelle abgegliedert.

Der in Band I, S. 398, Fig. 4 und 5, abgebildete *Aspergillus niger*, ein Schimmel, welcher besonders Fruchtsäfte und eingedünstetes Obst überwuchert, bildet schlanke, aufrechte Hyphenfäden aus, deren angeschwollenes Ende eine Menge kurzer, zapfenförmiger Ausstülpungen oder Sterigmen treibt, von denen sich in rascher Aufeinanderfolge Reihen aus 5—15 Sporen abgliedern. Diese Sporen hängen anfänglich locker zusammen und sind so geordnet, daß sie den Eindruck von Perlenschnüren machen; diese Perlenschnüre aber sind wieder so gruppiert, daß sie zusammen ein kugeliges Köpfchen bilden. Erschütterungen der mannigfaltigsten Art, besonders durch Luftströmungen, veranlassen die Trennung der Reihen und ein Zerfallen des ganzen kugeligen Sporenhäufens. Es bleibt dann nur noch der an seinem Ende angeschwollene Hyphenfaden mit seinen Ausstülpungen zurück, der nun fast das Ansehen eines Streifenfolbens besitzt (s. dieselbe Abbildung in Band I, S. 398, Fig. 4).

Am einfachsten vollzieht sich die Abschnürung der Sporen bei dem unter dem Namen „Getreiderost“ bekannten Pilz, welcher in einem bestimmten Entwicklungsstadium als Schmarozer in dem grünen Blattgewebe unserer Getreidearten wächst, und dessen Hyphenfäden zum Zweck der Sporenbildung büschelweise über die Oberfläche des durchwucherten Laubes hervorkommen. Da bildet sich an dem blindförmigen Ende einer jeden Hyphye nur eine einzige, verhältnismäßig große Spore aus, und sobald diese abgefallen ist, erlischt für die Hyphye oder Basidie die Fähigkeit, weiterhin Sporen abzuschnüren (vgl. Bd. I, S. 387).

Die Mannigfaltigkeit dieser durch Abgliederung erfolgenden Sporenbildung wird übrigens auch noch dadurch erhöht, daß bei einigen kryptogamen Pflanzenfamilien die abgegliederten Sporen von besonderen Hüllen umgeben sind. Das ist insbesondere bei dem unter dem Namen *Aecidium* bekannten Entwicklungsstadium der Rostpilze und bei den Bovisten der Fall. Die Aecidien präsentieren sich als Gebilde, welche aus einem das grüne Gewebe von Blättern durchwuchernden Myzelium ausgehen. Dicht zusammengebrängte Enden der Myzelfäden bilden die Tragzellen für die Sporen, die Basidien, von denen sich perlenschnurförmige Sporenketten abgliedern, und diese sind umschlossen von einer Hülle, die sich aus den die Basidien umgebenden Hyphen entwickelt hat. Erst nachdem diese kapselartige Hülle aufgerissen ist, können die Sporen, welche sich nun trennen, ausgestreut werden. Bei den zahlreichen Bovisten

verhält es sich ähnlich, nur sind hier die Basidien und Sporen nicht regelmäßig geordnet. Auch findet man zwischen den staubähnlichen Sporen in der sackartigen Hülle der Bovisten



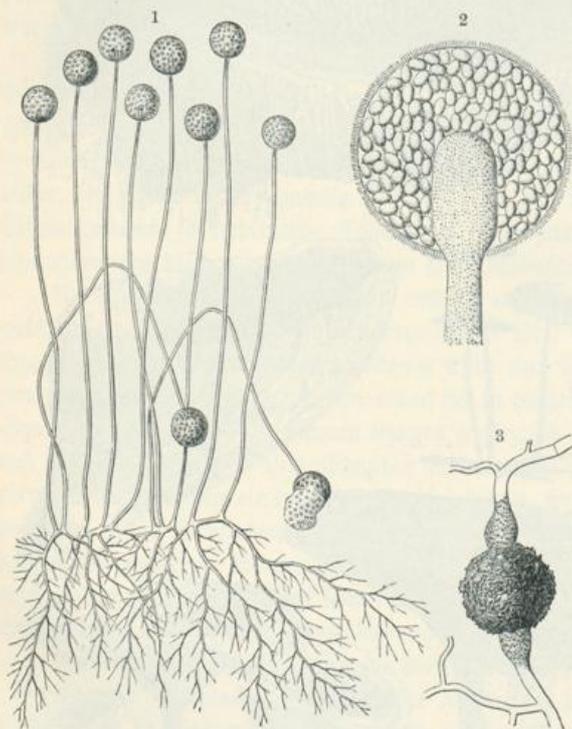
Schwämme: 1) *Clavaria aurea*; 2) *Daedalea quercina*; 3) *Marasmius tenerrimus*; 4) *Marasmius perforans*; 5) *Craterellus clavatus*; 6) *Amanita phalloides*; 7) fadenförmige Basidien mit pfriemenförmigen Sterigmen, von deren Enden sich kugelige Sporen abgliedern: aus dem Sporenium der *Amanita phalloides*; 8) *Hydnum imbricatum*; 9) *Polyporus perennis*. Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 in natürl. Größe, Fig. 7: 250fach vergrößert. (Zu S. 233 und 234.)

noch andere faserförmige, verästelte, dickwandige Gebilde, die für das Ausstreuen der Sporen von Bedeutung sind und Kapillitium genannt werden.

Eine Abgliederung der Sporen an Fäden zeigen auch die bekanntesten Pilze, die Hutpilze, zu denen der Champignon, Steinpilz und tausend andere gehören. Aus dem im Boden wuchernden, aus den Sporen entstandenem Fadengeflecht wachsen die bekannten, meist gestielten Hüte empor. Diese oft schöngefärbten Gebilde sind nichts weiter als die Sporenträger der Pilze.

Auf der Unterseite des Hutes, der wie ein Dach die Sporen vor Nässe schützt, entstehen auf Lamellen, Stacheln oder in Röhren die Keimzellen durch Abschnürung (vgl. S. 233, Fig. 7), fallen zu Boden und werden durch Wind oder Tiere, häufig durch Schnecken, die an den Pilzen hinaufkriechen, verbreitet. Einige von diesen Pilzen sind auf S. 233 abgebildet.

Aus dem unendlich zarten, vielverzweigten Myzelium jener Schimmel, welche unter dem Namen Mukorazeen zusammengefaßt werden, erheben sich einzelne Fäden und wachsen schnurgerade in die Höhe. Sie gliedern sich in zwei Zellen, von welchen die obere zu einer



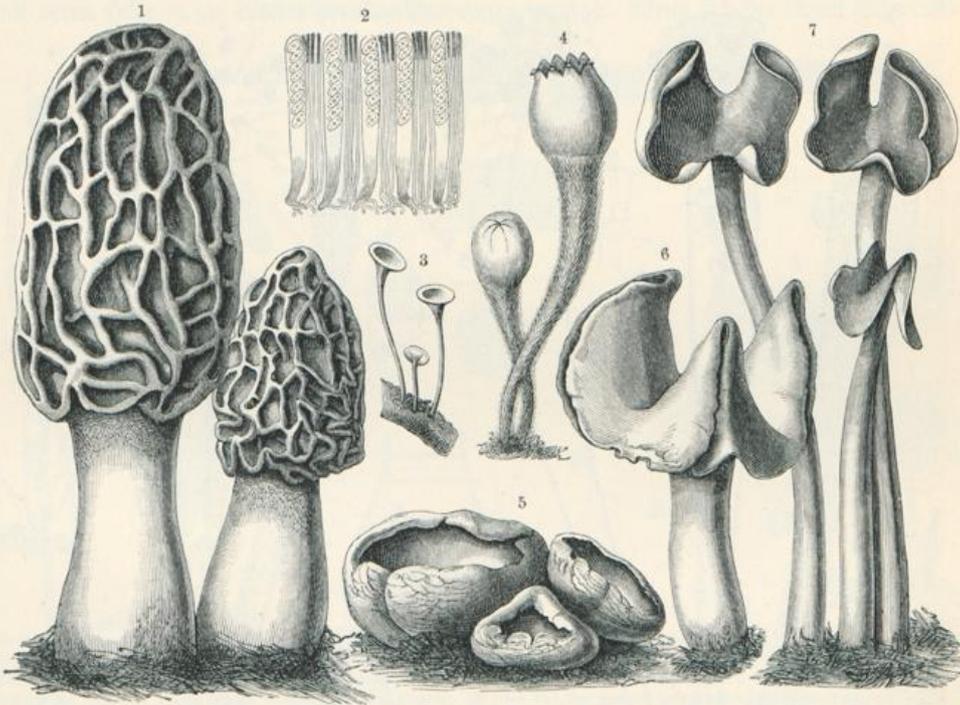
Sporenträger der Mukorazeen: 1) Entwicklung ungeschlechtlicher Sporen in kugelförmigen Sporengeshäufen, 2) ein Sporengeshäuf in Längsschnitt, 3) Bildung einer Zygospore. Fig. 1: 40fach, Fig. 2: 260fach, Fig. 3: 180fach vergrößert.

kugelförmigen Blase, die untere zu einem langen, dünnen Träger wird, dessen oberes Ende als hohler Zapfen in die von ihm getragene Blase gestülpt ist (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 2). Das Protoplasma in der oberen blasenförmigen Zelle zerfällt in eine große Zahl von Sporen, und diese Zelle ist nun zum Sporangium geworden. Infolge der Gewichtszunahme des Sporangiums knicken die fadenförmigen Träger ein, die Sporangien platzen, und die Sporen mit samt der hellen Flüssigkeit, in die sie eingebettet sind, quellen aus dem Risse des Sporangiums hervor (s. dieselbe Abbildung, Fig. 1).

Anders verhält es sich mit jenen Pilzen, welche Askomyzeten genannt werden, und zu welchen von bekannten Gewächsen die Morcheln und Lorcheln (s. Abbildung, S. 235) und auch wieder mehrere Schimmel, zumal die den Mehltau bildenden Erysipheen und die den Honigtau des Getreides veranlassenden Arten der

Gattung *Claviceps*, gehören. Bei diesen Pflanzen erheben sich an bestimmten Stellen ihrer Körperoberfläche von dem Myzelium die Enden der Hyphenfäden teils als kolbenförmige, meist sehr verlängerte Schläuche (*asci*), teils als zarte fadenförmige Paraphysen, und diese Gruppe von Schläuchen und Paraphysen wird umgeben und umhüllt von anderen zelligen Gebilden, so daß das Ganze einer Schüssel, einem Becher oder einer Kapsel ähnlich sieht. Das Protoplasma in den Schläuchen zerfällt und bildet ellipsoidische, meistens in Längsreihen geordnete Sporen (s. Abbildung, S. 235, Fig. 2), seltener langgestreckte, büschelförmig gruppierte Fäden, welche sich, solange sie noch in den Schläuchen eingebettet liegen, mit einer derben Zellhaut versehen. Man hat diese Sporen Schlauchsporen oder Askosporen (*Askos* = Schlauch) genannt. Sie entbehren der Wimpern, welche die Zoosporen auszeichnen, können sich, nachdem sie aus dem aufgerissenen Scheitel des Schlauches ausgestoßen wurden, auch nicht selbständig bewegen.

Die Gruppierung sowie die Umhüllung der sporenbildenden Schläuche unterliegt bei den verschiedenen Gattungen und Arten einer großen Abwechslung. Erheben sich die Schläuche im Grunde flaschen- oder grubenförmiger Vertiefungen, so nennt man diese Perithezien; entspringen sie dagegen einem ebenen oder schüsselförmigen Grunde, so spricht man von Apothezien. Diese Perithezien und Apothezien hat man auch wohl Früchte genannt. Wenn dem Entstehen der Perithezien und Apothezien wirklich eine Befruchtung vorherging, was allgemein noch nicht festgestellt werden konnte, so kann man einen Behälter, in welchem eine oder mehrere Eizellen befruchtet wurden, als Frucht bezeichnen. Die Perithezien und Apothezien und alle



Scheibenpilze: 1) Speisemorchel (*Morchella esculenta*); 2) fünf Schläuche mit je acht Schlauchsporen, dazwischen fadenförmige Paraphysen, Längsschnitt aus dem Gymnium der Speisemorchel; 3) *Helotium Tuba*; 4) *Anthopeziza Winteri*; 5) *Peziza vesiculosa*; 6) bischofsmützenförmige Lorchel (*Helvella Infata*); 7) Röhrenlorchel (*Helvella fistulosa*). Fig. 1, 4, 5, 6, 7 in natür. Größe, Fig. 3: 4fach, Fig. 2: 120fach vergrößert. (Zu S. 234.)

sogenannten Früchte der Ascomyzeten sind aber doch nur fruchtähnliche Gebilde und eigentlich Sporangienstände, die den Früchten höherer Pflanzen keineswegs gleichen.

Gehen Pflanzen zum Wasserleben über, so erscheint es zweckmäßig, daß auch ihre Fortpflanzung sich dem Wasserleben anpaßt, und in der Tat sehen wir wie bei den Kryptogamen in diesem Falle schwimmende bewegliche Sporen (Schwärmersporen) auftreten.

Bei den im Band I des „Pflanzenlebens“ auf S. 22 besprochenen und auf der Tafel bei S. 22 abgebildeten Vaucherien formt sich in jeder kolbenförmigen Ausfackung der schlauchförmigen Zellen nur eine einzige verhältnismäßig große, grün gefärbte Spore, welche mit Hilfe zahlreicher kurzer Wimpern herumschwimmen imstande ist. Die auf verwesenden Tieren im Wasser lebenden schimmelartigen Saprolegniazeen entwickeln dagegen in ihren keulenförmigen Schläuchen eine große Menge farbloser Sporen, welche sich nach dem Auskriechen

aus den Schläuchen mittels zweier langer freisender Wimperfäden im Wasser heruntummeln (s. untenstehende Abbildung). In beiden Fällen haben die Sporen die Fähigkeit, sich aus eigener Kraft zu bewegen und im Wasser herumzuschwärmen, dementsprechend sie Schwärmsporen genannt werden. Auch der Name Zoosporen (Zoon = Tier) wurde ihnen beigelegt, da sie in ihrer Gestalt und ihrem Benehmen lebhaft an gewisse Infusorien erinnern.

Aber nicht einmal Algen und Pilze, aus deren ungeheurer Fülle von Fortpflanzungsformen nur einige herausgegriffen werden konnten, begnügen sich mit der ungeschlechtlichen

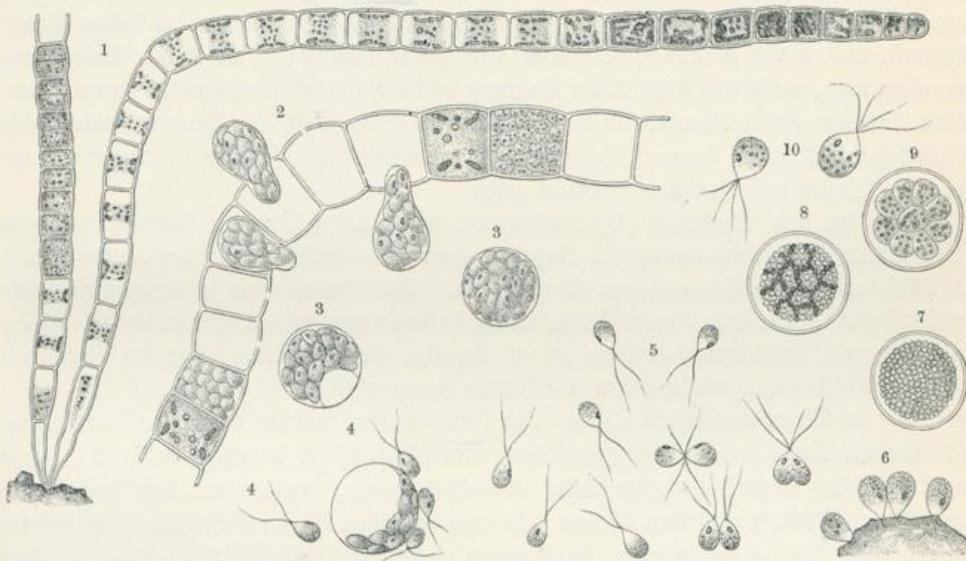


Schwärmsporen der Saprolegniaceen und Chytridiaceen: 1) *Aehlya prolifera*, 2—4) Entwicklung und Ausschlüpfen der Schwärmsporen von *Aehlya prolifera*; 5) *Chytridium Olla*, in dem Oogonium eines Oogoniums smaragdend, Entwicklung und Ausschlüpfen der Schwärmsporen; 6) *Saprolegnia lactea*, 7) Entwicklung und Ausschlüpfen der Schwärmsporen von *Saprolegnia lactea* (zum Teil nach De Bary und Pringsheim). Fig. 1: 20fach, Fig. 2—4: 400fach; Fig. 5: 300fach, Fig. 6: 100fach, Fig. 7: 300fach vergrößert. (Zu S. 235.)

Fortpflanzung. Es wird das Interesse steigern, nun sogleich zu sehen, wie sich bei ihnen der Geschlechtsvorgang ausnimmt, zunächst bei einer Alge.

Wenn in den Gebirgsgegenden des mittleren Europas der Winterschnee abgeschmolzen ist und die trüben Schmelzwasser sich nach und nach geklärt haben, sieht man allenthalben auf den Kieseln im Rinnsal der Bäche und an den Seitenwänden der vom Quellenwasser durchflossenen Brunnentröge samtartige Überzüge aus kurzen, zarten, dicht zusammengedrängten Fäden, welche durch smaragdgrüne Farbe auffallen und insbesondere dann, wenn ein Sonnenblick das Wasser streift, einen prächtigen Anblick gewähren. Diese grünen Fäden gehören einer Alge an, welche den Namen Kraushaar (*Ulothrix*) führt. Jeder einzelne Faden

besteht aus zahlreichen kettenförmig verbundenen Zellen, wie es die Fig. 1 in der untenstehenden Abbildung zur Ansicht bringt. Wenn diese Fäden ausgewachsen sind und die Zeit der Befruchtung gekommen ist, zerfällt der protoplasmatische Inhalt der einzelnen Zellen in zahlreiche kugelige grün gefärbte Teile, die aber noch immer einen rundlichen, durch eine farblose Masse zusammengehaltenen Ballen darstellen. In der Wand der betreffenden Zellen entsteht nun eine Öffnung, durch welche der Ballen in das umgebende Wasser ausgeschlüpft (s. unten, Fig. 2 und 3). Hier lösen sich die einzelnen Protoplasten, welche den Ballen zusammensetzen, und es zeigt sich, daß jeder Protoplast an dem einen Ende zwei schwingende Wimpern trägt, mit deren Hilfe er im Wasser herumzuschwimmen vermag. Wenn sich bei diesen Schwimm-



Befruchtung und Fruchtbildung eines Kraushaares, *Ulothrix zonata*. (Zum Teil nach Döbel-Port.) 1) Zwei Fäden aus kettenförmig verbundenen Zellen, 2) Ausschlüpfen zusammengeballter Gameten, 3) ausgeschlüpfter kugelförmiger Ballen von Gameten, 4) Trennung der Gameten, 5) schwimmende und sich paarende Gameten, 6) feststehende und durch Paarung der Gameten entstandene Zygote, 7-9) weitere Entwicklung der Zygote, 10) zwei aus der Zygote hervorgegangene Schwärmsporen. Fig. 1: 250fach, Fig. 2-10: ungefähr 400fach vergrößert.

übungen zwei aus einer und derselben Zellkammer stammende Protoplasten begegnen, so weichen sie sich gegenseitig aus; kommen dagegen die Protoplasten aus den Zellen verschiedener Fäden zusammen, so weichen sie sich nicht nur nicht aus, sondern stoßen mit ihrem vorderen bewimperten Ende zusammen, legen sich seitlich umklappend aneinander und verschmelzen zu einem mit vier Wimpern besetzten Körper (s. oben, Fig. 4 und 5). Kurz darauf verschwinden die Wimpern, und der durch Verschmelzung gebildete Körper kommt zur Ruhe. Dieses Verschmelzen ist der denkbar einfachste Fall der Befruchtung im Reiche der Pflanzen. Das Ergebnis der Befruchtung ist eine Keimzelle, die man Spore nennen kann, aber zum Unterschiede von ungeschlechtlichen Sporen lieber Zygote nennt. Sie besteht aus dem durch die geschilderte Verschmelzung gebildeten Protoplasten, der sich nun mit einer starken Zellhaut umgibt und sich an irgendeinem feststehenden Körper unter Wasser anheftet (s. oben, Fig. 6). Die weitere Entwicklung dieser Keimzelle interessiert hier nicht; es genügt, zur Erläuterung der Abbildung beizufügen, daß aus der feststehenden einzelligen Zygote nicht sofort wieder eine bandförmige Zellenreihe

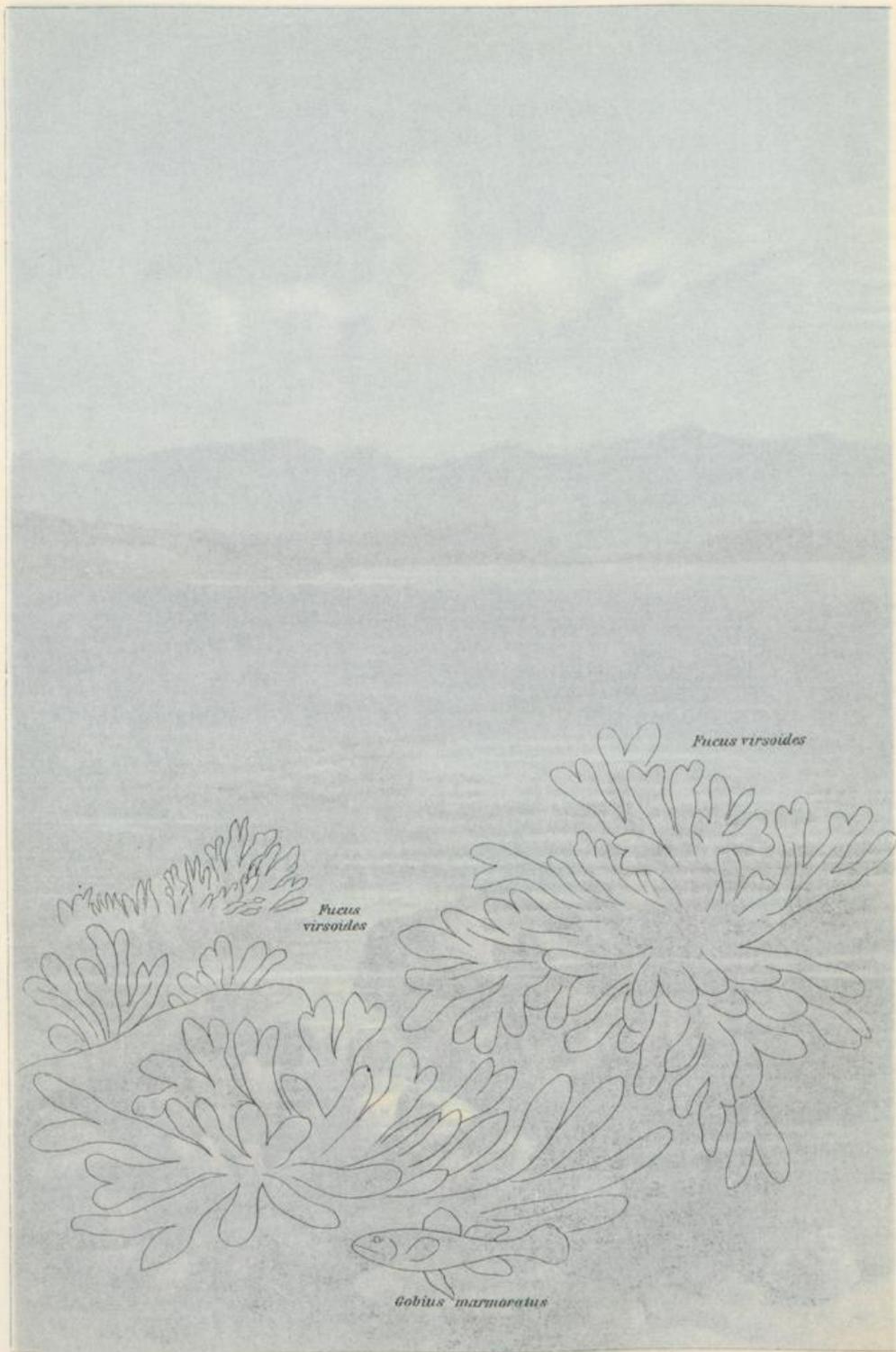
hervorgeht, sondern daß sich aus dem Protoplasma derselben zunächst wieder Schwärm-sporen entwickeln (s. Abbildung, S. 237, Fig. 7—10), welche sich an einem Punkte fest setzen, mit Zellhaut umgeben, sich fächern und so zu einer bandförmigen Zellenreihe werden.

Die zum Zweck der Zygotenbildung sich paarenden Protoplasten sind bei *Ulothrix* und den verwandten anderen Gattungen in Gestalt, Größe, Färbung und Bewegung nicht verschieden, und es wäre unmöglich, nach dem äußeren Ansehen zu sagen, welcher derselben befruchtend wirkt, und welcher befruchtet wird. Man gebraucht darum für diese auch nicht verschiedene Ausdrücke, sondern nennt sie beide Gameten und kann auch den ganzen soeben geschilderten Vorgang Paarung der Gameten nennen. Das Produkt der Paarung, eine geschlechtlich erzeugte Spore, nennt man, wie gesagt, Zygote. Für unsere sinnliche Wahrnehmung ist dieser Vorgang der Befruchtung ein gegenseitiges Durchdringen der beiden Protoplasmen, und es darf vorausgesetzt werden, daß gerade dadurch eine molekulare Umlagerung veranlaßt wird, welche das Produkt der Paarung befähigt, sich selbständig weiter zu entwickeln. Diese Annahme findet besonders in der Tatsache eine Stütze, daß alle Gameten, welche nicht rechtzeitig zur Paarung kommen, sich auch nicht weiterentwickeln, sondern unbedingt im umgebenden Wasser zerfließen und zugrunde gehen.

Auch bei dem Wasserneze (*Hydrodictyon*), dessen ungeschlechtliche Vermehrung durch bloße Teilung und Umformung des Inhaltes einer Zelle früher beschrieben wurde (Bd. I, S. 35), kommt eine Paarung von Gameten vor. Das Protoplasma in bestimmten Zellen zerfällt dabei in Tausende kleiner Zellen, welche in das umgebende Wasser austreten, sich da selbst paaren, miteinander verschmelzen und kugelige oder sternförmige Zygoten bilden, aus welchen schließlich auch wieder kleine Wasserneze hervorgehen.

Die im Meere wachsenden Tange oder *Fukazeen*, von welchen der am felsigen, seichten Strande der Adria ungemein häufige *Fucus virsoides* auf der beigehefteten Tafel „Tange im Adriatischen Meere“ nach der Natur abgebildet wurde, stimmen mit dem geschilderten Kraushaar (*Ulothrix*) insofern überein, als auch bei ihnen die zur Befruchtung bestimmten Protoplasten aus den betreffenden Zellkammern ausschlüpfen und die Befruchtung in einer Verschmelzung freier, von der Mutterpflanze abgesetzener Protoplasten besteht. Darin aber unterscheiden sich diese Tange sehr auffallend von dem Kraushaar und den mit diesem verwandten Algenformen, daß die Protoplasten von zweierlei Größe und Gestalt sind, weshalb ein so ausgesprochener Gegensatz in der Form und Größe auch verschiedene Namen verlangt. Man unterscheidet in allen Fällen, wo die Keimzellen verschieden an Größe und Gestalt sind, beide Zellen als weiblich und männlich, nennt die weibliche die Eizelle und die männliche das Spermatozoid. Diese Bezeichnungen sind der tierischen Fortpflanzung entlehnt, da die Übereinstimmung vollkommen ist. Man erkennt die weibliche Eizelle an ihrer Größe und Unbeweglichkeit, während das männliche Spermatozoid sehr klein und beweglich ist. Nach der Befruchtung umgibt sich die Eizelle in der Regel mit einer dicken Membran und ist imstande, eine längere Ruhezeit durchzumachen. Man nennt sie daher in diesem Zustande auch *Dauer-spore*. Das Gewebe aller *Fucus*-Arten ist derb, lederig, braun gefärbt, laubartig, gabelig geteilt oder gelappt und enthält stellenweise lusterfüllte Aufreibungen als Schwimmblasen eingeschaltet. An den Enden der Lappen sitzen auffallend aussehende Aufreibungen, welche eine grubige Punktierung bemerken lassen, und jedem Punkte entspricht eine Vertiefung, welche die Gestalt einer runden Grube besitzt (s. Abbildung, S. 239, Fig. 1). Durchschnitte durch solche Aushöhlungen zeigen, daß von der Oberhaut, welche die Grube

[Zur Tafel: »Tange im Adriatischen Meere«.]



Tange im Adriatischen Meere.

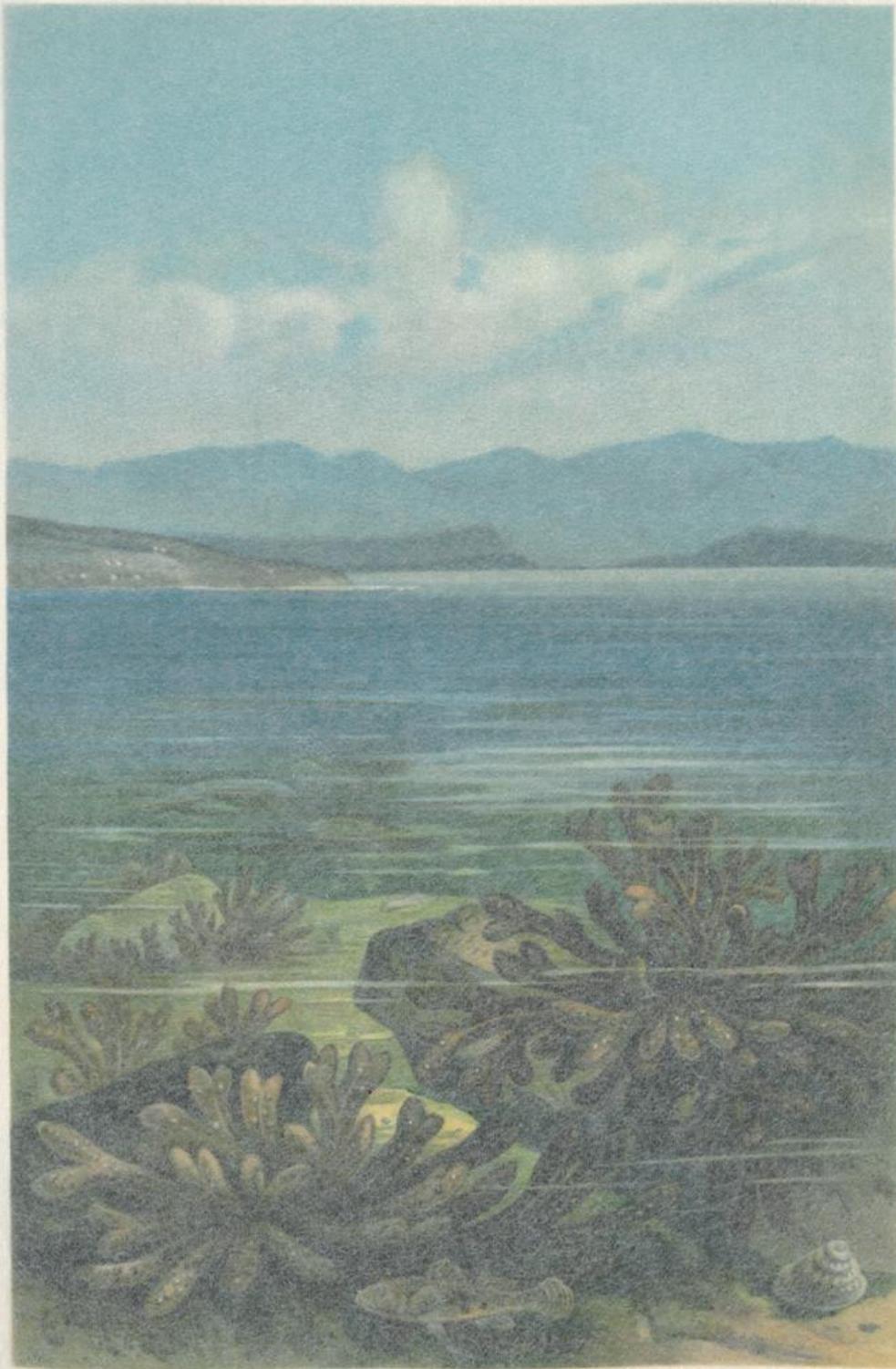
Nach Squereil von FRIE & KETTER.

hervorgeht, sondern daß sich aus dem Protoplasma derselben zunächst wieder Schwärm-sporen entwickeln (s. Abbildung, S. 237, Fig. 7—10), welche sich an einem Punkte fest setzen, mit Zellhaut umgeben, sich fächern und so zu einer bandförmigen Zellenreihe werden.

Die zum Zweck der Zygotenbildung sich paarenden Protoplasten sind bei Ulothrix und den verwandten anderen Gattungen in Gestalt, Größe, Färbung und Bewegung nicht verschieden, und es wäre unmöglich, nach dem äußeren Ansehen zu sagen, welcher derselben befruchtend wirkt, und welcher befruchtet wird. Man gebraucht darum für diese auch nicht verschiedene Ausdrücke, sondern nennt sie beide Gameten und kann auch den ganzen soeben geschilderten Vorgang Paarung der Gameten nennen. Das Produkt der Paarung, eine geschlechtlich erzeugte Spore, nennt man, wie gesagt, *Zygote*. Für unsere sinnliche Wahrnehmung ist dieser Vorgang der Befruchtung ein gegenseitiges Durchdringen der beiden Protoplasten, und es darf vorausgesetzt werden, daß gerade dadurch eine molekulare Umlagerung veranlaßt wird, welche das Produkt der Paarung befähigt, sich selbständig weiter zu entwickeln. Diese Annahme findet besonders in der Tatsache eine Stütze, daß alle Gameten, welche nicht rechtzeitig zur Paarung kommen, sich auch nicht weiterentwickeln, sondern unbedingt im umgebenden Wasser zerfließen und zugrunde gehen.

Auch bei dem Wasserneze (*Hydrodictyon*), dessen ungeschlechtliche Vermehrung durch bloße Teilung und Umformung des Inhaltes einer Zelle früher beschrieben wurde (Bd. I, S. 35), kommt eine Paarung von Gameten vor. Das Protoplasma in bestimmten Zellen zerfällt dabei in Tausende kleiner Zellen, welche in das umgebende Wasser austreten, sich daselbst paaren, miteinander verschmelzen und kugelige oder sternförmige Zygoten bilden, aus welchen schließlich auch wieder kleine Wasserneze hervorgehen.

Die im Meere wachsenden Tange oder Fulazeen, von welchen der am felsigen, seichten Strande der Adria ungemein häufige *Fucus virsoides* auf der beigehefteten Tafel „Tange im Adriatischen Meere“ nach der Natur abgebildet wurde, stimmen mit dem geschilderten Kraushaar (*Ulothrix*) insofern überein, als auch bei ihnen die zur Befruchtung bestimmten Eizellen aus den betreffenden Zellkammern ausschöpfen und die Befruchtung in einer Zelle vollzieht, von der Mutterpflanze abgesetzener Protoplasten besteht. Darin aber unterscheidet sich die Tange sehr auffallend von dem Kraushaar, daß von ihm dieser veranlaßt wird, daß die Protoplasten von zwei verschiedenen Geschlechtern, weshalb ein so verschiedenes Gegenstück in der Form und Größe auch verschiedene Namen besitzt. Man unterscheidet in allen Fällen, wo die Keimzellen verschieden an Größe und Gestalt sind, beide Zellen als weiblich und männlich, nennt die weibliche die Eizelle und die männliche das Spermatozoid. Diese Bezeichnungen sind der tierischen Fortpflanzung entlehnt, da die Urdifferenzierung vollkommen ist. Man erkennt die weibliche Eizelle an ihrer Größe und Umrissformen, während das männliche Spermatozoid sehr klein und beweglich ist. Nach der Befruchtung umschließt sich die Zelle in der Regel mit einer dicken Membran und ist imstande, eine längere Zeit über zu dauern. Man nennt sie daher in diesem Zustande auch *Zygote*. Das Gewebe aller *Fucus*-Arten ist sehr lederig, braun gefärbt, laubartig, gabelig geteilt, aber selten und enthält stellenweise luftgefüllte Aufstrebungen als Schwimmblasen eingeschaltet. An den Enden der Ähren sitzen auffallend aussehende Aufstrebungen, welche eine gewisse Punctierung benützen lassen, und jedem Punkte entspricht eine Vertiefung, welche die Gestalt einer runden Grube besitzt (s. Abbildung, S. 239, Fig. 1). Durchschnitte durch solche Auskohlungen zeigen, daß von der Oberhaut, welche die Grube



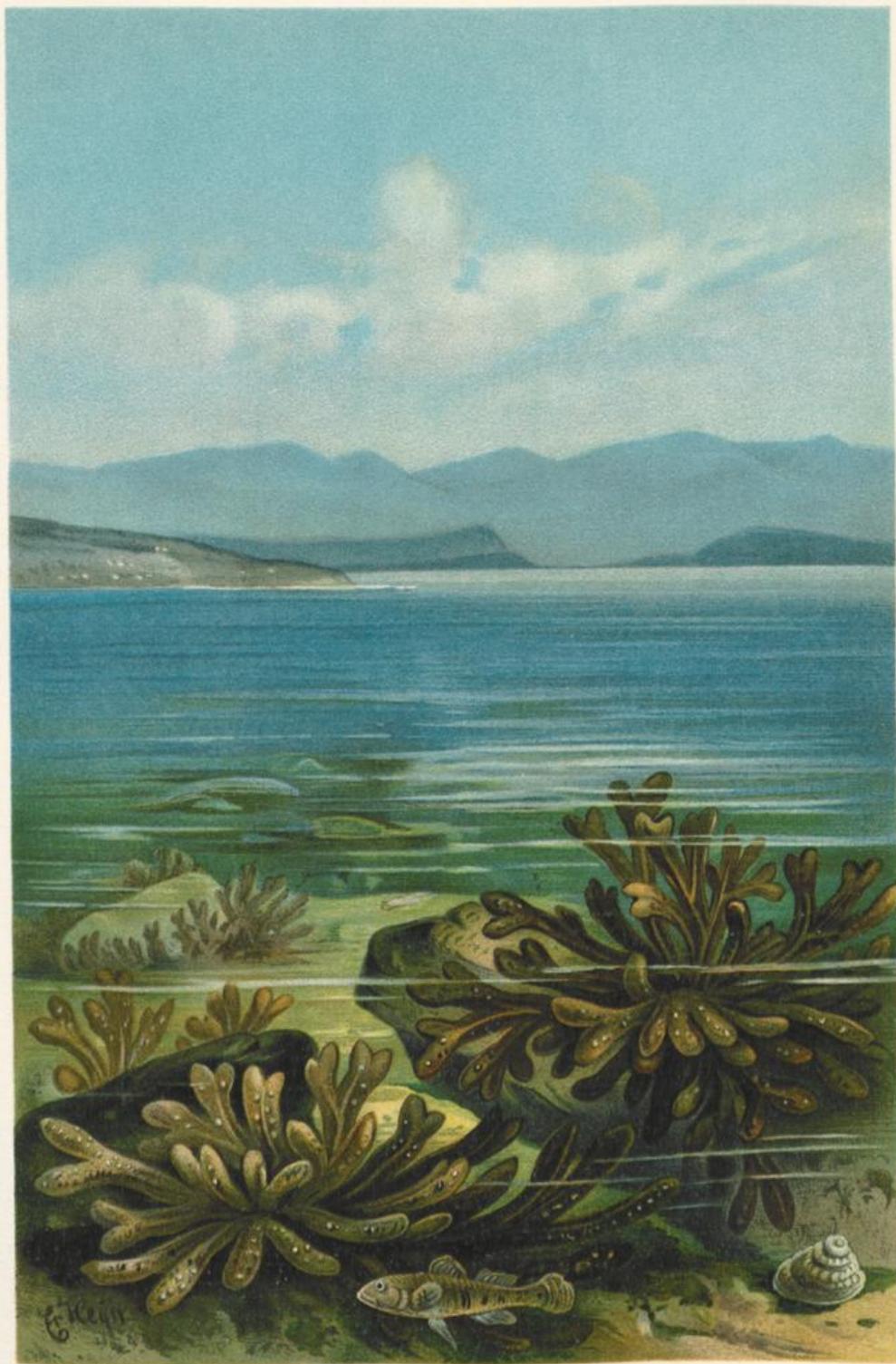
Tange im Adriatischen Meere.  
Nach Aquarell von Frh v. Kerner.

hervorgeht, sondern daß sich aus dem Protoplasma derselben zunächst wieder Schwärm-  
sporen entwickeln (s. Abbildung, S. 237, Fig. 7—10), welche sich an einem Punkte fest  
setzen, mit Zellhaut umgeben, sich fächern und so zu einer korbartigen Zellenreihe werden.

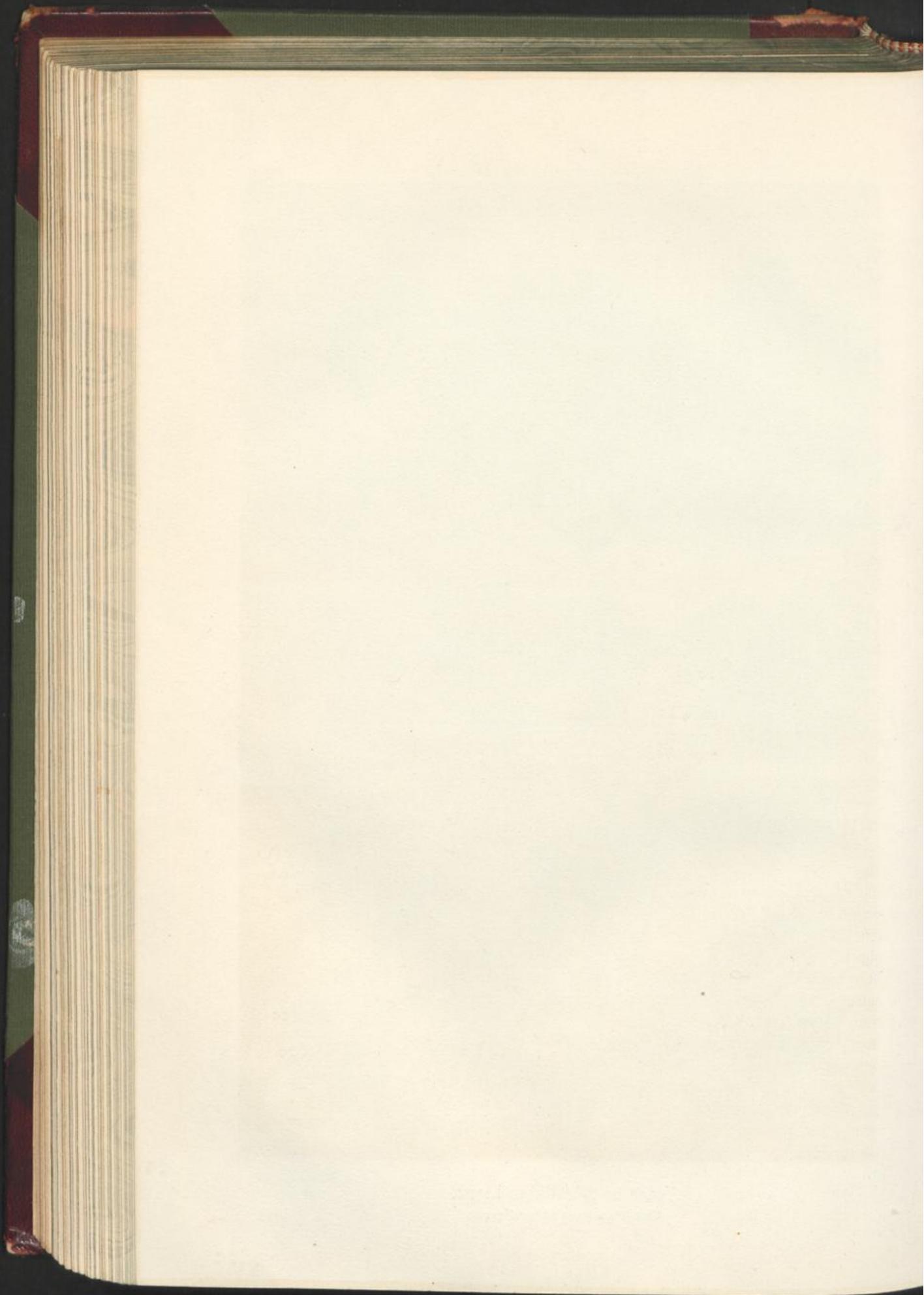
Die zum Zweck der Zygotenbildung sich paarenden Protoplasten sind bei Ulothrix und  
den verwandten anderen Gattungen in Gestalt, Größe, Färbung und Bewegung nicht ver-  
schieden, und es wäre unmöglich, nach dem äußeren Ansehen zu sagen, welcher derselben be-  
fruchtend wirkt, und welcher befruchtet wird. Man gebraucht darum für diese auch nicht ver-  
schiedene Ausdrücke, sondern nennt sie beide Gameten und kann auch den ganzen soeben ge-  
schilderten Vorgang Paarung der Gameten nennen. Das Produkt der Paarung, eine  
geschlechtlich erzeugte Spore, nennt man, wie gesagt, Zygot. Für unsere sinnliche Wahrneh-  
mung ist dieser Vorgang der Befruchtung ein gegenseitiges Durchdringen der beiden Proto-  
plasmen, und es darf vorausgesetzt werden, daß gerade dadurch eine molekulare Umlagerung  
veranlaßt wird, welche das Produkt der Paarung befähigt, sich selbständig weiter zu entwickeln.  
Diese Annahme findet besonders in der Thatfache eine Stütze, daß alle Gameten, welche nicht  
rechtzeitig zur Paarung kommen, sich auch nicht weiterentwickeln, sondern unbedingt im um-  
gebenden Wasser zerfließen und zugrunde gehen.

Auch bei dem Wasserneze (Hydrodictyon), dessen ungeschlechtliche Vermehrung durch  
bloße Teilung und Umformung des Inhaltes einer Zelle früher beschrieben wurde (Bd. I,  
S. 35), kommt eine Paarung von Gameten vor. Das Protoplasma in bestimmten Zellen  
zerfällt dabei in Tausende kleiner Zellen, welche in das umgebende Wasser austreten, sich da-  
selbst paaren, miteinander verschmelzen und kugelige oder sternförmige Zygoten bilden, aus  
welchen schließlich auch wieder kleine Wasserneze hervorgehen.

Die im Meere wachsenden Lauge oder Zulaezen, von welchen der am felsigen, feuchten  
Strande der Adria ungenau häufige Eucus virsoides auf der beigegezeichneten Tafel „Lauge  
im Adriatischen Meere“ nach der Natur abgebildet wurde, stimmen mit dem geschilderten  
Kraushaar (Ulothrix) in ihrem äußeren, als auch bei ihnen die zur Befruchtung bestimmten  
Protoplasten aus den betreffenden Zellkammern ausschöpfen und die Befruchtung in einer  
Blase vor sich gehen, von der die Lauge abgetrennt ist. Darin aber  
unterscheidet sich die Lauge sehr auffallend von dem Kraushaar und der Ulothrix in ver-  
wandten Abarten, daß die Protoplasten von einem weiten, netzartigen, weißlichen, wes-  
entlich ein so ausgesprochenes Organ in der Form eines Straußes, auch verschiedene  
Namen erhalten. Man unterscheidet in allen Fällen, wo die Nennungen verschieden in Größe  
und Form sind, beide Arten als männlich und weiblich, nennt die weibliche die Eizelle und  
die männliche die Spermatozoen. Diese Bezeichnungen sind bei tierischen Fortpflanzung  
entlehnt, wo die Fortpflanzung vollkommen ist. Man erkennt die weibliche Eizelle an ihrer  
Größe und dem Umfange, während das männliche Spermatozoon sehr klein und beweglich  
ist. Nach der Befruchtung bildet sich die Zygote in der Regel mit einer dicken Membran  
und ist imstande, sich selbständig zu entwickeln. Man nennt sie daher in diesem Zu-  
stande auch Dauerzelle. Die Dauerzelle aller Eucus-Arten ist sehr klein, braun gefärbt,  
laubartig, gabelig geformt und besteht aus einem hohlen, kugelförmigen, luftgefüllten Auftriebe,  
welche eine gewisse Ausdehnung verleiht, und jedem Punkte entspricht eine  
Vertiefung, welche die Gestalt eines Hakens an sich hat (s. Abbildung, S. 239, Fig. 1).  
Durchschnitte durch solche Dauerzellen zeigen, daß von der Oberhaut, welche die Grube



Tange im Adriatischen Meere.  
Nach Aquarell von Fritz v. Kerner.

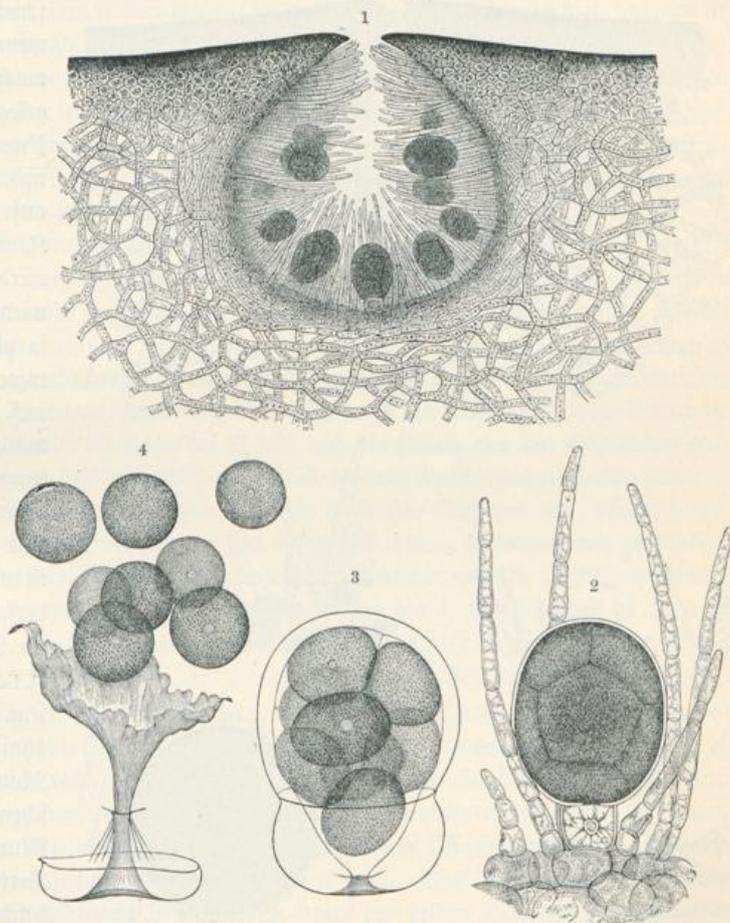


auskleidet, eine Menge gegliederter, unter dem Namen Paraphysen bekannter Fäden entspringen. Bei dem unten abgebildeten *Fucus vesiculosus* bleiben diese Fäden in der Höhlung geborgen, bei einigen anderen *Fucus*-Arten ragen sie aus der engen Mündung der Höhlung wie ein Pinzel hervor. Zwischen den Fäden im Grunde der Vertiefung sind aber noch andere Gebilde entstanden. Einzelne den Grund der Grube auskleidende Zellen haben sich papillenartig vorgewölbt und durch

eine eingeschaltete Querwand in zwei Zellen gefächert, von welchen die eine die Gestalt einer Kugel, die andere die Form eines Stieles dieser Kugel annimmt (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 2). Das Protoplasma in dem kugelförmigen Zellenraum ist dunkelbraun gefärbt, furcht sich und zerfällt in acht Teile, welche sich abrunden und nun die Eizellen darstellen. Die dicke Wand des kugelförmigen Zellenraumes löst sich in zwei Schichten, von welchen die innere wie eine Blase die acht gerundeten Protoplasmaförper umgibt. Diese mit den Eizellen vollgepfropfte Blase löst sich nun vollständig los, gleitet zwischen den Paraphysen

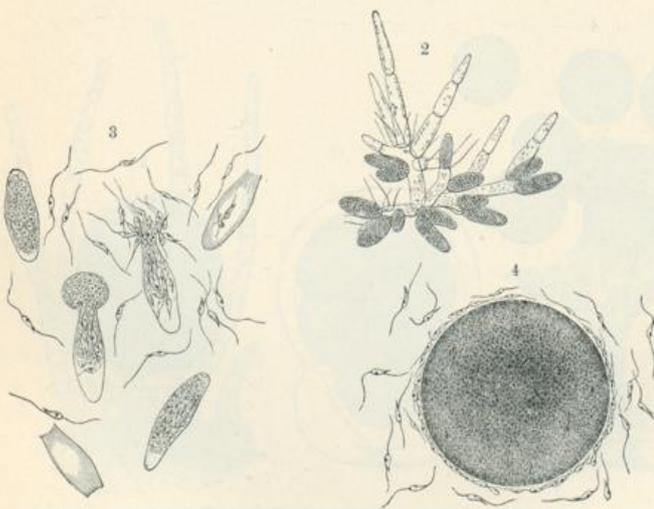
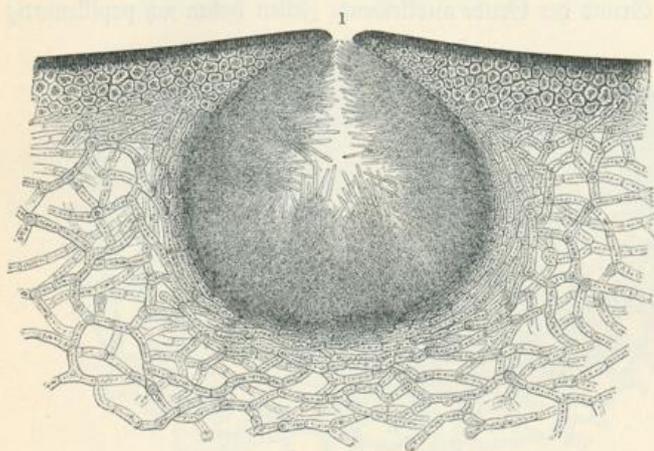
empor und gelangt nun vor die Mündung der grubenförmigen Aushöhlung. Hier zerklüftet sich die Blase in zwei Lamellen, die innere stülpt sich vor, platzt auf, und die acht Eizellen werden nun frei und treiben im Meerwasser fort (s. Abbildung, Fig. 3 und 4).

Während sich in den grubenförmigen Höhlungen der Lappen an dem einen Individuum des *Fucus vesiculosus* die Eizellen ausbilden, entstehen in ähnlichen Gruben anderer Individuen (s. Abbildung, S. 240, Fig. 1) die Spermatozoiden. Die Zellen, welche die Auskleidung der Höhlung bilden, erheben sich als Papillen, welche in die Länge wachsen, sich fächern und



*Fucus vesiculosus*: 1) Längsschnitt durch eine der grubenförmigen Aushöhlungen des Zweiges, 2) eine von Paraphysen umgebene Blase aus dem Grunde der Aushöhlung, 3) eine abgelöste mit acht Eizellen erfüllte Blase, deren innere Lamelle sich vorstülpt, 4) Entbindung der Eizellen aus der zerklüfteten Blase, so daß sie im Meerwasser flottieren. Fig. 1: 50fach, Fig. 2—4: 160fach vergrößert. (Nach Thuret.)

zu verästelten Haaren werden, wie durch die Figur 2 der erwähnten Abbildung dargestellt ist. Einzelne Endglieder dieser Haare werden zu kleinen ovalen Kapseln (Antheridien), deren protoplasmatischer Inhalt in zahlreiche sehr kleine Partikel von dunkelbrauner Farbe zerfällt. Die Antheridien trennen sich ab und kommen vor die Mündung der Höhlung zu liegen, in der



*Fucus vesiculosus*: 1) Längsschnitt durch eine mit Antheridien erfüllte Aushöhlung des Zweiges, 2) dieser Aushöhlungen entnommene Antheridien, 3) Spermatozoiden aus den Antheridien ausschüpfend, 4) kugelförmige Eizelle mit Spermatozoiden bedeckt. Fig. 1: 50fach, Fig. 2: 160fach, Fig. 3 und 4: 350fach vergrößert. (Nach Thuret.)

sie gebildet wurden. Das geschieht besonders zu der Zeit, wenn die mit Tangen bewachsene Strandzone trocken-gelegt ist und die lappigen Fucus-Pflanzen wie braunes, abgewelktes Laub platt auf den Steinen liegen. Kommt nun die Flut und werden dadurch die Tange wieder unter Wasser gesetzt, so plagen die mit Spermatozoiden erfüllten Antheridien auf, und die winzigen Spermatozoidenschwärme in das umgebende Wasser. Jedes Spermatozoid hat ein spitzes und ein stumpfes Ende und ist mit zwei langen Wimpern versehen, mit deren Hilfe es im Wasser herumschwimmt (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 3). Mit Rücksicht auf ähnliche Vorgänge bei den Moosen ist es sehr wahrscheinlich, daß die vor den Mündungen der grubigen Vertiefungen liegenden, oben beschriebenen Eizellen irgend-

welche Stoffe ausscheiden, welche auf die im Wasser schwärmenden Spermatozoiden eine Anziehung aus-

üben. Tatsache ist, daß die kleinen Schwärmer, welche in die Nähe der kugelförmigen Eizellen kommen, sich an diese anlegen, und zwar in so großer Menge, daß die Kugel bisweilen ganz von Spermatozoiden bedeckt erscheint (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4). Es wurde auch beobachtet, daß die kugelförmigen Eizellen durch die ihnen anhängenden Schwärmer in Drehung versetzt werden und dadurch von der Stelle, wo sie ausgeschlüpft sind, entfernt werden. Die befruchtende Wirkung, welche die anhängenden und dann mit den Eizellen verschmelzenden Spermatozoiden ausüben, besteht ohne Zweifel in molekularen Veränderungen,

und das erste, auch äußerlich sichtbare Ergebnis dieser Umlagerungen ist, daß sich die Eizelle mit einer derben Zellhaut umgibt. Was nun vorliegt, ist die befruchtete Eizelle, welche längere Zeit unverändert in ruhendem Zustande verharrt, endlich aber sich streckt, mittels wurzelförmiger Ausfadungen am Boden fest anwächst, sich fächert und allmählich wieder zu einer neuen Fucus-Pflanze heranwächst.

In den besprochenen beiden Fällen werden die weiblichen Zellen erst befruchtet, nachdem sie aus dem Dogonium der Mutterpflanze in das umgebende Wasser ausgeschlüpft sind, und entbehren zur Zeit der Befruchtung jeder Hülle. Bei den weiterhin zu besprechenden Gewächsen bleiben dagegen die Eizellen zur Zeit der Befruchtung im Verbande mit der Mutterpflanze. Die Eizelle bleibt in dem weiblichen Organ, welches Dogonium genannt wird, und in welchem sie entstand, ruhig liegen. Das befruchtende Protoplasma, das Spermatozoid, muß sich unter diesen Umständen seinen Weg zur Eizelle erst suchen.

Als Vorbild für diese vielgestaltige Gruppe von Gewächsen und zur Darstellung der hier in Betracht kommenden Vorgänge mag eine Art der Gattung *Vaucheria* herausgegriffen werden. Betrachtet man einen grünen Faden der *Vaucheria* unter dem Mikroskop, so zeigt sich, daß derselbe aus einem einzigen Schlauche besteht, der zwar nicht gefächert, doch mannigfach ausgefacht ist. Die Ausfadungen dienen verschiedenen Zwecken: die an der Basis dient der Befestigung an die Unterlage, jene am freien Ende aber der Ausbildung von Schwärmersporen (vgl. Bd. I, Fig. 1 auf der Tafel bei S. 22) und die seitlich aus den Schläuchen entspringenden der Befruchtung und Fruchtbildung. Diese letzteren Ausstülpungen haben zweierlei Gestalt (s. Abbildung, S. 243, Fig. 5 und 6). Die einen sind kurz und dick, eiförmig und meistens etwas schief verzogen; die anderen sind zylindrisch, dünn, gemshornartig gekrümmt, schneckenförmig gewunden und bisweilen auch in mehrere Hörnchen geteilt. Das Protoplasma in diesen Ausstülpungen sondert sich von dem Protoplasma des Hauptschlaches ab, und in die entstandene Trennungsfurche wird eine Scheidewand aus Zellstoff eingeschoben. Jede dieser Ausstülpungen stellt nun einen Behälter dar. Die schief-eiförmigen Behälter sind die Dogonien und umschließen eine Eizelle, die sich aus dem Protoplasma geformt hat; die gewundenen zylindrischen Behälter sind die Antheridien und erzeugen Spermatozoiden. Die Entwicklung vollzieht sich ziemlich rasch, sie beginnt gewöhnlich am Abend, und am darauffolgenden Morgen sind die Dogonien und Antheridien bereits vollkommen ausgebildet. Im Laufe des Vormittages entsteht nun am Scheitel des Dogoniums eine Öffnung, während sich gleichzeitig die von demselben umschlossene Eizelle zur Kugel ballt. Das Spermoplasma in den Antheridien ist indessen in zahlreiche längliche, an jedem der beiden Pole mit einer Wimper besetzte Spermatozoiden zerfallen. Nachdem dies geschehen, platzt das freie Ende des Antheridium, und die winzigen Spermatozoiden werden als ein Schwarm in das umgebende Wasser entlassen. Ein Teil derselben gelangt nun zu einem benachbarten Dogonium, dringt durch den geöffneten Scheitel in das Innere des Behälters ein und verschmilzt dort mit der grünen Eizelle. Dabei ist folgende Erscheinung sehr auffallend. Wenn sich, wie das gewöhnlich der Fall ist, an demselben Schlauche nebeneinander Dogonien und Antheridien ausgebildet haben, so findet das Öffnen derselben nur sehr selten gleichzeitig statt, und es ist daher die Befruchtung der Eizelle durch die Spermatozoiden aus Antheridien desselben Schlauches verhindert, dagegen ist es der gewöhnliche Fall, daß die Spermatozoiden aus dem Antheridium des einen Schlauches zu den Dogonien eines anderen Schlauches gelangen und auf diese Weise eine Kreuzung stattfindet (s. Abbildung, S. 243, Fig. 5 und 6). Sobald die Befruchtung der

Eizelle stattgefunden hat, umgibt sich diese mit einer derben Zellohülle, die grüne Farbe des Protoplasmas weicht einem schmutzigen Rot oder Braun, und man sieht nun in dem Oogonium die rotbraune Zelle liegen. Die Oogoniumhülle löst sich auf und zerfließt, oder das Oogonium trennt sich mit samt der eingeschlossenen Eizelle ab. In beiden Fällen trennt sich die befruchtete Dauerospore von dem Schlauche, an dem sie entstand, und sinkt in die Tiefe, wo eine verhältnismäßig lange, oft einen ganzen Winter dauernde Ruheperiode eingehalten wird. Wenn später die Eizelle keimt, so wird die äußere Schicht ihrer Zellohülle gesprengt, und es wächst aus dem Riß ein Schlauch hervor, welcher in seiner Gestalt dem *Vaucheria*-Schlauche gleicht, an dem sich die Eizelle ausgebildet hatte.

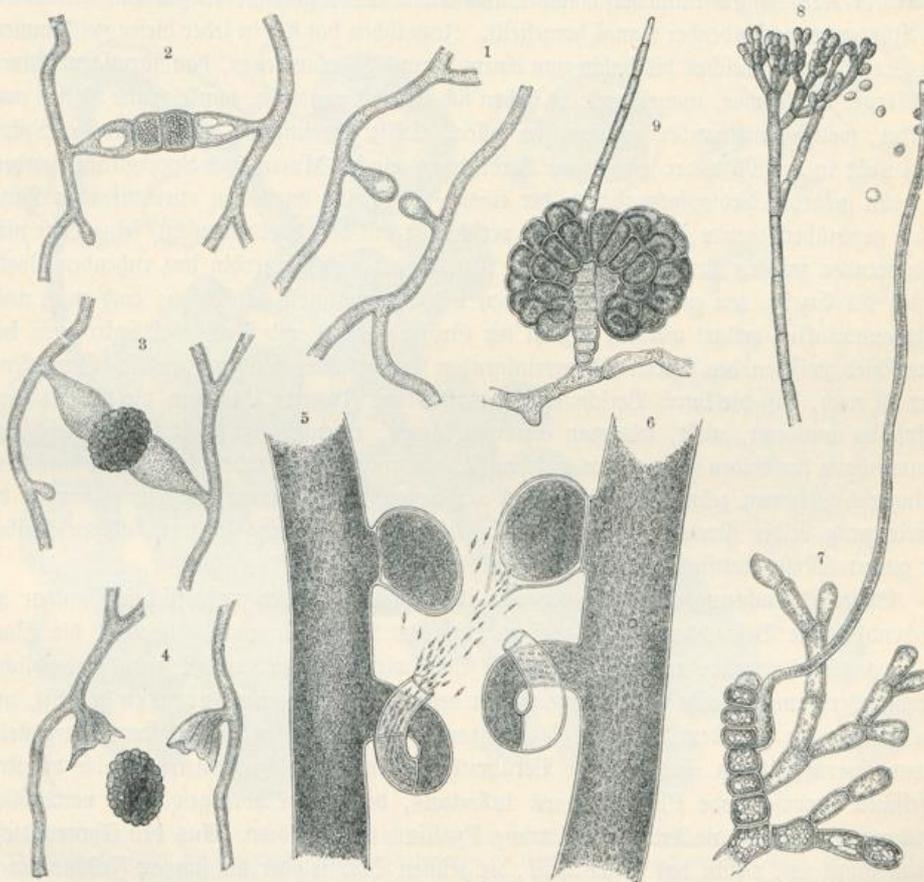
Wieder einer anderen Form der Fortpflanzung begegnet man bei einigen Kryptogamen, wo die beiden verschmelzenden Zellen gleichgestaltet sind, die Vereinigung der beiden Gameten jedoch innerhalb der geschlossenen Zellmembran erfolgt.

In besonders eigentümlicher Weise zeigt sich diese Art der Befruchtung bei jenen Schimmelpilzen, welche unter dem Namen *Mucorazeen* bekannt sind, und ebenso bei jenen grünen Algen, welche man mit Rücksicht auf ihre eigentümliche Befruchtung Konjugaten genannt hat. Bei ihnen geht der Verschmelzung der zweierlei Protoplasten stets eine Konjugation, eine Verbindung und Verwachsung der diese Protoplasten umgebenden Zellohüllen voraus, und es wird dadurch ein besonderer Hohlraum geschaffen, in welchem die Verschmelzung der Protoplasten erfolgen kann. Die Figuren 1—4 in nebenstehender Abbildung zeigen diesen Befruchtungsvorgang bei einem Pilz, bei dem zu den *Mucorazeen* gehörenden *Sporodinia grandis*. Zwei mehr oder weniger parallele schlauchförmige Hyphen treiben Ausstülpungen gegeneinander (Fig. 1), und die Ausstülpungen rücken so lange gegeneinander vor, bis sie mit ihren freien Enden in Berührung kommen und verwachsen. Ist die Verwachsung erfolgt, so wird rechts und links von der Verwachsungsstelle je eine Querwand ausgebildet, und man unterscheidet jetzt an der mit einem Joche (griechisch *Zygon*) verglichenen Verbindung beider Hyphen ein mittleres Zellenpaar, welches von den beiden basalen Teilen der Ausstülpungen getragen wird (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 2). Die durch Verwachsung entstandene Wand, welche das mittlere Zellenpaar trennt, wird nun aufgelöst, und aus dem Zellenpaar ist nun ein einziger Zellenraum entstanden (Fig. 3). Die beiden in dem Zellenpaar hausenden, bisher getrennten Protoplasten, von welchen einer der Hyphe rechts, der andere der Hyphe links, also zwei verschiedenen Individuen, entstammen, verschmelzen hierauf innerhalb der Zellohülle, und dieses Verschmelzen ist als Befruchtungsakt aufzufassen. Die Haut der mittelständigen Zelle, welche das vereinigte Protoplasma umgibt, verdickt sich, wird bei der hier als Beispiel gewählten *Sporodinia grandis* warzig, bei dem S. 234 abgebildeten *Mucor Mucedo* runzelig und rauh und bei anderen *Mucorazeen* sogar stachelig und erhält auch eine auffallend dunkle Färbung. Endlich löst sich die mittelständige dunkle Zelle von den basalen Teilen der ursprünglichen Ausstülpungen, welche sie bisher getragen haben, und ist dadurch frei und selbständig geworden (s. Abbildung, S. 243, Fig. 4). Wie die Kirchturmspitze von dem Zweige des Baumes ist sie abgefallen. Man nennt diese Spore entsprechend der oben benutzten Bezeichnung Jochspore oder *Zygospore*, seltener Jochfrucht.

So wenig, als von den im Wasser sich paarenden Protoplasten des Kraushaars (*Ulothrix*) gesagt werden kann, der eine sei Eizelle, der andere Spermatozoid, vermag man von den verschmelzenden beiden Protoplasten der *Sporodinia grandis* festzustellen, welcher derselben befruchtet wird, und welcher befruchtend wirkt. Theoretisch ist zwar ein Unterschied

voranzufügen, und es ist wahrscheinlich, daß derselbe in Eigentümlichkeiten des molekularen Aufbaues besteht, aber ein größerer Unterschied in der Größe, im Umriss und in der Farbe oder dem Ursprunge nach ist nicht zu erkennen.

Auch bei den Desmidiaceen, von welchen zwei Formen (*Closterium* und *Penium*) durch die Figuren 9 und 10 auf der Tafel bei S. 22 des I. Bandes dargestellt sind, ebenso bei den



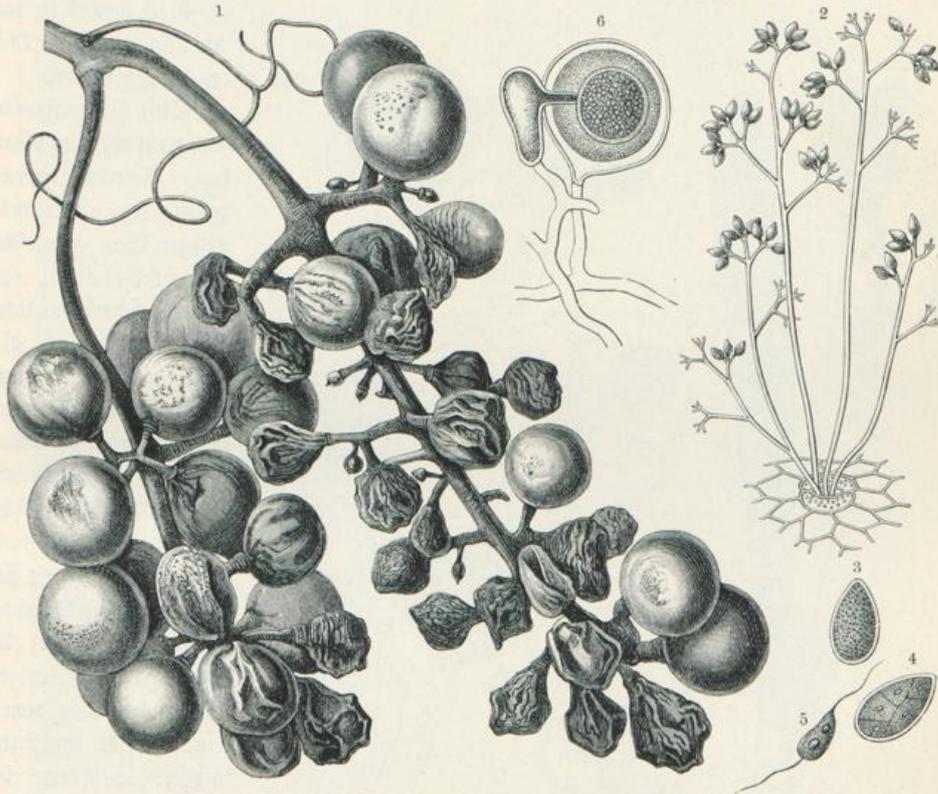
Befruchtung und Fruchtbildung der Diatomeen, Siphonocysten und Floribeen: 1-4 Konjugation und Fruchtbildung der *Sporodinia grandis*; 5) und 6) *Vancheria sessilis*; 7) Fruchtanlage mit Trichogyne von *Dudresnaya coccinea*, 8) Antheridien mit den in Abgliederung begriffenen Spermatozoen derselben Pflanze, 9) Frucht derselben Pflanze. Fig. 1-4: 180fach, Fig. 5 und 6: 250fach, Fig. 7 und 8: 400fach, Fig. 9: 250fach vergrößert. (Fig. 7-9 nach Bornet.) Zu S. 241, 242 und 247.

nach Hunderten zählenden Arten der Diatomeen ist ein äußerlich wahrnehmbarer Gegensatz der bei der Befruchtung verschmelzenden Protoplasten nicht wahrzunehmen. Nur bei den Zygnemaceen könnte, auf räumliche Verhältnisse gestützt, der eine der sich verbindenden Protoplasten als Eizelle, der andere als Spermatozoid angesehen werden. Bei diesen Pflanzen, deren Befruchtung auf der Tafel bei S. 22 des I. Bandes durch die Fig. 11 an der in Gestalt grüner, schleimig anzufühlender Fäden in Tümpeln und Teichen sehr häufig vorkommenden *Spirogyra arcta* dargestellt ist, entstehen aus einzelnen der reihenweise geordneten Zellen seitliche Ausfadungen, ähnlich wie aus den schlauchförmigen Zellen der *Sporodinia grandis*. Wie bei

dieser kommen die Ausstülpungen der gegenüberliegenden Zellen in Berührung, verwachsen miteinander und stellen eine Art Joch her. Meistens entstehen von zwei nebeneinander im Wasser flottierenden Fäden aus zahlreichen gegenüberliegenden Zellen solche Jochverbindungen, welche dann an die Sprossen einer Leiter erinnern (s. Fig. 11 auf der Tafel bei S. 22 des I. Bandes). Die Wand, welche durch Verwachsung der sich berührenden Ausstülpungen entstanden ist, wird aufgelöst und verschwindet, und so wird ein die gegenüberliegenden Zellkammern der Spirogyra verbindender Kanal hergestellt. Inzwischen hat sich in jeder dieser Zellkammern das Protoplasma, welches bis dahin von einem schraubig gewundenen, bandförmigen Chlorophyllkörper erfüllt war, umgelagert; es haben sich daselbst rundliche, dunkelgrüne Ballen ausgebildet, welche miteinander verschmelzen sollen. Diese Vereinigung erfolgt nun bei Spirogyra nicht in der Mitte der jochartigen Verbindung wie bei Mucor und Sporodinia, sondern der grün gefärbte Protoplasmaaballen der einen Zelle gleitet durch den querlaufenden Kanal in die gegenüberliegende Zellkammer und verschmilzt mit dem dort ruhenden, seine Lage nicht verändernden zweiten Protoplasmaaballen. Man könnte nun immerhin den ruhenden Protoplasten als Eizelle, den zu ihm hingleitenden als Spermatozoid bezeichnen; doch muß nochmals ausdrücklich erklärt werden, daß in der Größe, Gestalt und Farbe bei Spirogyra kein Unterschied zwischen den beiden sich vereinigenden Protoplasten nachzuweisen ist. Bemerkenswert ist noch, daß die durch Verschmelzung entstandene Zygote, die nun die Gestalt eines Ellipsoids annimmt, nicht, wie man erwarten könnte, einen Rauminhalt besitzt, gleich dem Rauminhalte der beiden Körper, aus welchen sie hervorgegangen, sondern daß sie ein auffallend geringeres Volumen zeigt. Es ist daraus am besten zu entnehmen, daß im Momente der Vereinigung beider Protoplasten eine durchgreifende Veränderung im molekularen Aufbau der ganzen Masse stattfindet, wobei jedenfalls Wasser austritt.

Dieser Befruchtung ähnlich, aber von ihr doch in mehreren wesentlichen Punkten abweichend ist die Befruchtung mittels eines von dem Antheridium ausgehenden, die Wand des Oogoniums durchbohrenden Fortsatzes. Dies wird insbesondere bei jenen verderblichen Schmarogerpflanzen beobachtet, die man unter dem Namen Peronosporazeen begreift, und von welchen die auf dem Weinstock schmarogende, in nebenstehender Abbildung dargestellte *Peronospora viticola* eine traurige Verühmtheit erlangt hat, zu denen auch die die Kartoffelfäule verursachende *Phytophthora infestans*, der den Schotengewächsen verderbliche *Cystopus candidus*, die Arten der Gattung *Pythium* usw. gehören. Aus den Sporen dieser Peronosporazeen, welche das frische Laub, die grünen Sprosse oder die jungen Früchte der zu Wirten ausgewählten Blütenpflanzen befallen, entwickeln sich sofort schlauchförmige Hyphen, welche in das grüne Gewebe eindringen, die Zellwände durchlöchern, in die Räume zwischen den Zellen hineinwachsen, sich dort ausstülpfen und verzweigen, verhältnismäßig nur selten durch Scheidewände gefächert werden, dagegen sehr häufig kleine Saugkolben, sogenannte Haustorien, in das Innere der mit Protoplasma erfüllten Zellen treiben (s. Abbildung, Bd. I, S. 385, Fig. 1). Die das grüne Gewebe der Wirtspflanze durchwuchernden schlauchförmigen Hyphen schwellen an einem blindstüpförmigen Ende kugelförmig an, und eine Scheidewand bildet die Grenze zwischen der endständigen Kugel und dem seine zylindrische Form beibehaltenden Teil des Schlauches. Die kugelförmige Zelle ist das Oogonium. Das ihren Inhalt bildende Protoplasma sondert sich in zwei Teile, in einen mittleren dunkleren Ballen, die Eizelle, und in eine hellere durchscheinende Hüllmasse. An einem zweiten, seltener an demselben Schlauche entstehen die das Spermatoplasma enthaltenden Antheridien als seitliche, kolbenförmige

Ausfackungen, welche gegen das Dogonium hinwachsen und sich an dasselbe anlegen. Als bald, nachdem die Berührung des Dogoniums und Antheridiums erfolgt ist, treibt das letztere von der Berührungsstelle aus einen die Wand des Dogoniums durchbohrenden kegelförmigen oder zylindrischen hohlen Fortsatz bis zu dem dunkeln Ballen im Zentrum des Dogoniums (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3). Indessen hat sich in dem Antheridium das Protoplasma in einen Wandbeleg und in das eigentliche Spermatoplasma gesondert, ohne aber in Spermatozoiden



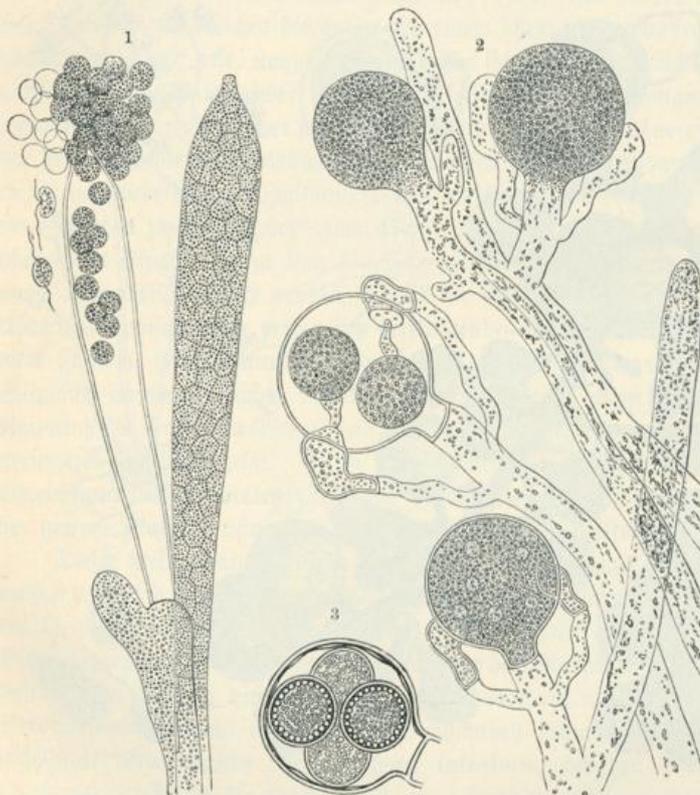
Befruchtung und Sporenbildung der Peronosporazeen: 1) eine vom Traubenschimmel (*Peronospora viticola*) befallene Traube; 2) Sporen auf verzweigten, aus einer Spaltöffnung des Weinlaubes hervorgekommenen Trägern; 3) einzelne Spore, 4) einzelne Spore, deren Inhalt sich in Schwärmer teilt, 5) einzelner Schwärmer; 6) Befruchtung der *Peronospora viticola*. Fig. 1 in natürl. Größe, Fig. 2: 80fach, Fig. 3—5: 350fach, Fig. 6: 380fach vergrößert. (Fig. 3—6 nach De Bary.)  
Zu S. 244—246.

zu zerfallen. Der von dem Antheridium entwickelte Fortsatz, den man Befruchtungsschlauch genannt hat, öffnet sich an seiner in das Innere des Dogoniums eingedrungenen Spitze, das Spermatoplasma quillt durch ihn binnen 1—2 Stunden zu der Eizelle hinüber und verschmilzt mit derselben so vollständig, daß man eine Grenze zwischen beiden nicht mehr wahrzunehmen imstande ist. Kurze Zeit nach diesem Vorgange umgibt sich die befruchtete Eizelle mit einer dicken Zellhaut, die aus mehreren Schichten besteht. Die äußere dieser Schichten wird gewöhnlich uneben und warzig und ist bei einigen Arten förmlich mit Stacheln besetzt. Die Eizelle löst sich später aus dem in Zerlegung übergehenden Dogonium, trennt sich also von der Mutterpflanze und hält nun, frei geworden, eine längere Ruheperiode ein. Die aus ihr hervordwachsende neue Generation hat anfänglich die Form eines Schlauches, dieser

verästelt sich und erhält wieder die Gestalt der Mutterpflanze, oder aber es entstehen aus dem Protoplasma des auswachsenden Schlauches zunächst Schwärmer, welche sich eine Zeitlang herumtreiben, einen geeigneten Platz zur Ansiedelung auffuchen und dort, zur Ruhe gekommen, die Ausgangspunkte für neue Individuen bilden. In welcher Weise die Peronosporazeen neben den Geschlechtsorganen auch Sporen an bäumchenförmig verzweigten, aus den Spaltöffnungen der grünen Wirtspflanzen hervorstehenden Hyphen ausbilden, ist durch die Figuren

2, 4, 5 und 6 in der Abbildung auf S. 245 ersichtlich gemacht.

Den Peronosporazeen nahe verwandt sind die Saprolegniazeen, jene schimmelartigen Gebilde, welche auf verwesenden, im Wasser schwimmenden Tieren und auch als todtbringende Schmaroger an den Kiemen der Fische wuchern. Aus den farblosen, schlauchförmigen Zellen, welche die Sprosse dieser Pflanzen bilden, erheben sich das eine Mal die schon früher erwähnten (S. 236) keulenförmigen Schläuche, aus denen eine Anzahl kugelförmiger, mittels Wimpern im Wasser herumswimmender Zoosporen entlassen werden (s. oben-



Generationswechsel der Saprolegniazeen: 1) Entwicklung ungeschlechtlicher Sporen, 2) Befruchtung, 3) Fruchtbildung. Sämtliche Figuren ungefähr 400fach vergrößert. (Zu S. 245.)

stehende Abbildung, Fig. 1), das andere Mal bilden sich an demselben Faden Antheridien und kugelförmige Oogonien. Aus den von dem Oogonium umschlossenen Eizellen, die in der Regel zu mehreren entstehen, gehen nach erfolgter Befruchtung durch je ein aus den Antheridien entlassenes Spermatozoid Dauer sporen hervor (s. Fig. 2 und 3).

Bei den Rottangen oder Florideen, von welchen auf der nebenstehenden Tafel eine farbenprächige Gruppe abgebildet ist, erfolgt die Befruchtung in einer von allen Kryptogamen ganz abweichenden Weise, nämlich durch einen Empfangnisapparat, den man Trichogyn nennt. Unter Trichogyn versteht man eine lange haar- oder fadenförmige Zelle, welche sich aus dem weiblichen Organ erhebt. Bei einem Teile der Florideen läuft die Zelle, welche die Eizelle enthält, direkt in das Trichogyn aus, bei anderen dagegen ist das weibliche Organ gefächert, d. h. es besteht aus einer Reihe breiter Zellen, die zusammengenommen einen kurzen

[Zur Tafel: »Florideen im Adriatischen Meere«.]



Florideen im Adriatischen Meere.

Nach Skizzen von Frig. v. Beckar und C. v. Rostkoff.

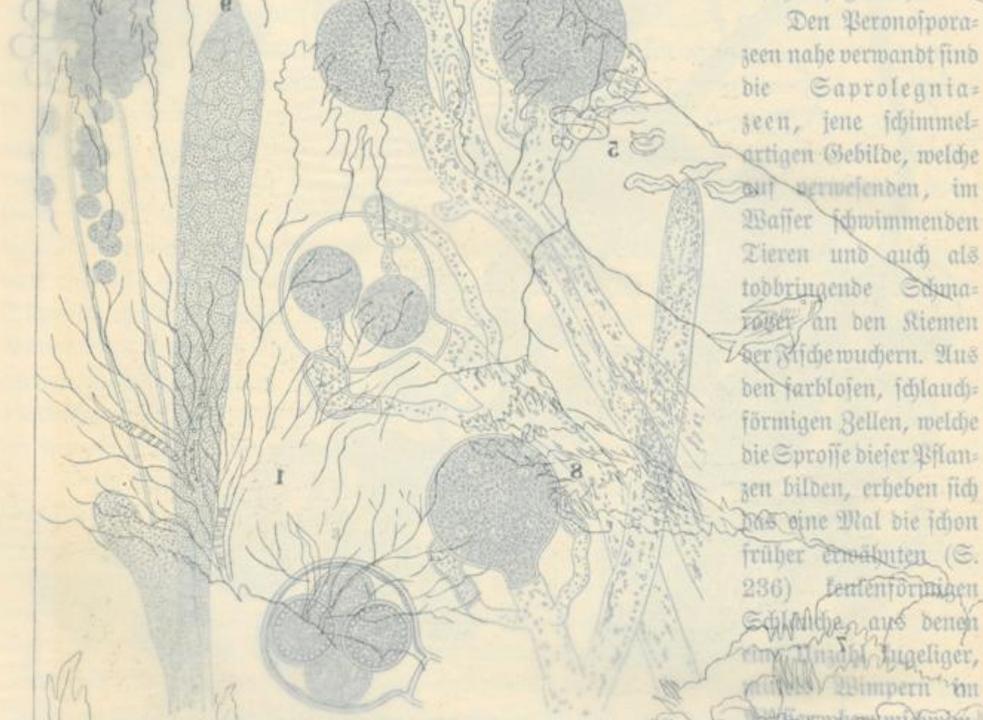
- 1. *Ceramium strictum.*
- 2. *Plocamium coccineum.*
- 3. *Dictyota.*

- 4. *Nitophyllum ocellatum.*
- 5. *Pyrosomella squamaria.*
- 6. *Padina Pavonia.*

- 7. *Sphacelaria scoparia.*
- 8. *Callithamnion.*
- 9. *Sargassum Unifolium.*

verästelt sich und erhält wieder die Gestalt der Mutterpflanze, oder aber es entstehen aus dem Protoplasma des abgewandenen Schlauches zunächst Schwärmer, welche sich eine Zeitlang herumtreiben, einen geeigneten Platz zur Ansiedelung aufsuchen und dort, zur Ruhe gekommen, die Ausgangsstadien für neue Individuen bilden. In welcher Weise die Peronosporaceen neben den Geschlechtsorganen auch Sporen, die bäumchenförmig verzweigt, aus den Spaltöffnungen der grünen Pflanzentheile hervorkommenden Hyphen ausbilden, ist durch die Figuren 2, 4, 5 und 6 in der Abbildung auf S. 245 ersichtlich gemacht.

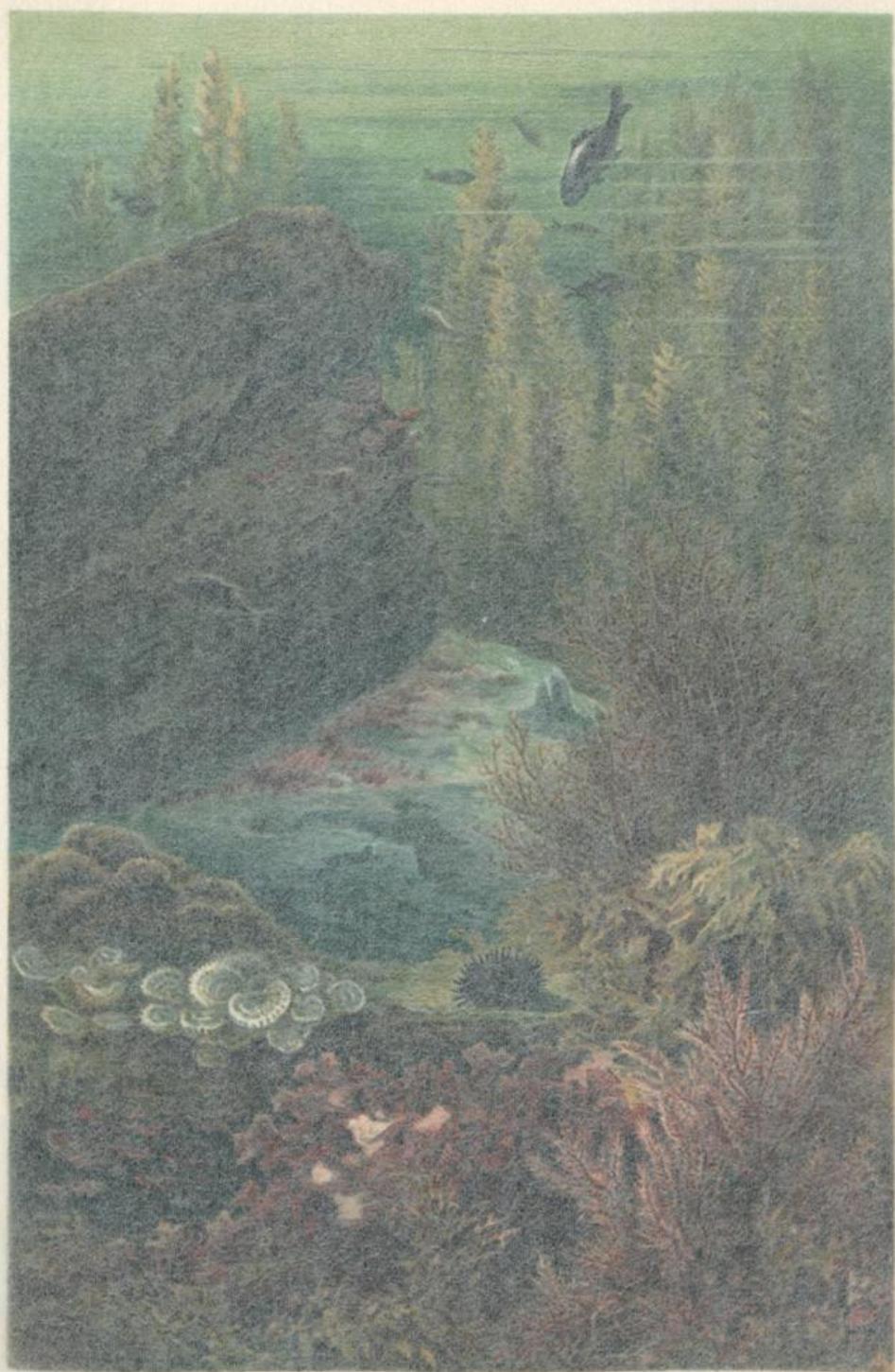
Den Peronosporaceen nahe verwandt sind die Saprolegniaaceen, jene schimmelartigen Gebilde, welche auf verweidenden, im Wasser schwimmenden Tieren und auch als todtbringende Schwärmer an den Kiemen der Fische wuchern. Aus den farblosen, schlauchförmigen Zellen, welche die Sprosse dieser Pflanzen bilden, erheben sich das eine Mal die schon früher erwähnten (S. 236) kantenförmigen Schläuche, aus denen eine Anzahl kugelförmiger, mit Wimpern im Wasser herumtollender Zoosporen entlassen werden (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1), das andere Mal bilden sich an denselben Fäden Antheridien und kugelförmige Oogonien. Aus den von dem Oogonium umschlossenen Eizellen, die in der Regel zu mehreren entstehen, gehen nach erfolgter Befruchtung durch je ein aus den Antheridien entlassenes Spermatozoid Daueriporen hervor (s. Fig. 2 und 3).



Gebilde, welche die Saprolegniaaceen bilden: 1) Entlassung kantenförmiger Schläuche, 2) Zoospore, 3) Zoospore, 4) Zoospore, 5) Zoospore, 6) Zoospore, 7) Zoospore, 8) Zoospore, 9) Zoospore, 10) Zoospore, 11) Zoospore, 12) Zoospore, 13) Zoospore, 14) Zoospore, 15) Zoospore, 16) Zoospore, 17) Zoospore, 18) Zoospore, 19) Zoospore, 20) Zoospore, 21) Zoospore, 22) Zoospore, 23) Zoospore, 24) Zoospore, 25) Zoospore, 26) Zoospore, 27) Zoospore, 28) Zoospore, 29) Zoospore, 30) Zoospore, 31) Zoospore, 32) Zoospore, 33) Zoospore, 34) Zoospore, 35) Zoospore, 36) Zoospore, 37) Zoospore, 38) Zoospore, 39) Zoospore, 40) Zoospore, 41) Zoospore, 42) Zoospore, 43) Zoospore, 44) Zoospore, 45) Zoospore, 46) Zoospore, 47) Zoospore, 48) Zoospore, 49) Zoospore, 50) Zoospore, 51) Zoospore, 52) Zoospore, 53) Zoospore, 54) Zoospore, 55) Zoospore, 56) Zoospore, 57) Zoospore, 58) Zoospore, 59) Zoospore, 60) Zoospore, 61) Zoospore, 62) Zoospore, 63) Zoospore, 64) Zoospore, 65) Zoospore, 66) Zoospore, 67) Zoospore, 68) Zoospore, 69) Zoospore, 70) Zoospore, 71) Zoospore, 72) Zoospore, 73) Zoospore, 74) Zoospore, 75) Zoospore, 76) Zoospore, 77) Zoospore, 78) Zoospore, 79) Zoospore, 80) Zoospore, 81) Zoospore, 82) Zoospore, 83) Zoospore, 84) Zoospore, 85) Zoospore, 86) Zoospore, 87) Zoospore, 88) Zoospore, 89) Zoospore, 90) Zoospore, 91) Zoospore, 92) Zoospore, 93) Zoospore, 94) Zoospore, 95) Zoospore, 96) Zoospore, 97) Zoospore, 98) Zoospore, 99) Zoospore, 100) Zoospore.

Bei den Hartungen oder Florideen, von welchen auf der gegenstehenden Tafel eine farbenprächtige Gruppe abgebildet ist, erfolgt die Befruchtung in einer von allen Kryptogamen ganz abweichenden Weise, nämlich durch einen Empfangnisapparat, den man Trichogynonum. Unter Trichogynon versteht man eine lange haar- oder fadenförmige Zelle, welche sich aus dem weiblichen Organ erhebt. Bei einem Teile der Florideen läuft die Zelle, welche die Eizelle enthält, direkt in das Trichogynon aus, bei anderen dagegen ist das weibliche Organ getrennt, d. h. es besteht aus einer Reihe breiter Zellen, die zusammengenommen einen kurzen

- 1. Gametangium trichogynum
- 2. Trichogynon
- 3. Trichogynon
- 4. Trichogynon
- 5. Trichogynon
- 6. Trichogynon
- 7. Trichogynon
- 8. Trichogynon
- 9. Trichogynon
- 10. Trichogynon
- 11. Trichogynon
- 12. Trichogynon
- 13. Trichogynon
- 14. Trichogynon
- 15. Trichogynon
- 16. Trichogynon
- 17. Trichogynon
- 18. Trichogynon
- 19. Trichogynon
- 20. Trichogynon
- 21. Trichogynon
- 22. Trichogynon
- 23. Trichogynon
- 24. Trichogynon
- 25. Trichogynon
- 26. Trichogynon
- 27. Trichogynon
- 28. Trichogynon
- 29. Trichogynon
- 30. Trichogynon
- 31. Trichogynon
- 32. Trichogynon
- 33. Trichogynon
- 34. Trichogynon
- 35. Trichogynon
- 36. Trichogynon
- 37. Trichogynon
- 38. Trichogynon
- 39. Trichogynon
- 40. Trichogynon
- 41. Trichogynon
- 42. Trichogynon
- 43. Trichogynon
- 44. Trichogynon
- 45. Trichogynon
- 46. Trichogynon
- 47. Trichogynon
- 48. Trichogynon
- 49. Trichogynon
- 50. Trichogynon



Storideen im Adriatischen Meere.

Nach Aquarellen von Frh v. Kerner und E. v. Ranfönnet.

verästelt sich und erhält wieder die Gestalt der Mutterpflanze, oder aber es entstehen aus dem Protoplasma des auswachsenden Schlauches zunächst Schwärmer, welche sich eine Zeitlang herumtreiben, ehe sie den ihnen Platz zur Ansiedelung aussuchen und dort, zur Ruhe gekommen, die Ausgangsgrundlage für diese Individuen bilden. In welcher Weise die Peronosporazeen neben den Geschlechtsorganen auch Sporen, die bäumchenförmig verzweigten, aus den Spaltöffnungen der grünen Blattstängel hervorkwachsenden Hyphen ausbilden, ist durch die Figuren 2, 4, 5 und 6 in der

Abbildung auf S. 245 ersichtlich gemacht.

Den Peronosporazeen nahe verwandt sind die Saprolegniazeen, jene schimmelartigen Gebilde, welche sich entwickelnden, im Wasser schwimmenden Tieren und auch als todtbringende Schmarotzer an den Kiemen der fische wuchern. Aus den farblosen, schlauchförmigen Zellen, welche die Sprosse dieser Pflanzen bilden, erheben sich bis eine Mal die schon früher erwähnten (S. 236) leutenförmigen Schlauche, aus denen sich eine Anzahl kugelförmiger, mit Keimern im Wasser herumtollender Zoosporen entwickeln werden (s. oben-



Fig. 1. Saprolegnia. 1) Bildung der zoogonidialen Zellen. 2) Zoogonidial-Zelle. 3) Zoogonidial-Zelle mit Keimern. 4) Zoogonidial-Zelle mit Keimern. 5) Zoogonidial-Zelle mit Keimern. 6) Zoogonidial-Zelle mit Keimern. 7) Zoogonidial-Zelle mit Keimern. 8) Zoogonidial-Zelle mit Keimern. 9) Zoogonidial-Zelle mit Keimern. 10) Zoogonidial-Zelle mit Keimern.

stehende Abbildung, Fig. 1), das andere Mal bilden sich an denselben Fäden Antheridien und kugelförmige Zoogonien. Aus den von dem Zoogonium durchbrochenen Eizellen, die in der Regel zu mehreren entstehen, gehen nach erfolgter Befruchtung meist je ein aus den Antheridien entstehendes Spermatozoid hervor (s. Fig. 2 und 3).

Bei den Nostocen oder Florideen, wovon wir auf der nebenstehenden Tafel eine farbenprächtige Gruppe abgebildet ist, erfolgt die Befruchtung in einem von allen Kryptogamen ganz abweichenden Weise, nämlich durch einen Embryonapparat, den man Embryonarium nennt. Dieses Embryonarium besteht aus einer langen haar- oder fadenförmigen Zelle, welche sich aus dem weiblichen Organ bildet. An einem Teile der Florideen läuft die Zelle, welche die Eizelle enthält, durch in das Embryonarium aus, bei anderen dagegen ist das weibliche Organ getrennt, d. h. es besteht aus einer Reihe einzelner Zellen, die zusammengenommen einen kurzen

- 1. Saprolegnia cellulosa
- 2. Saprolegnia cellulosa
- 3. Saprolegnia cellulosa
- 4. Saprolegnia cellulosa
- 5. Saprolegnia cellulosa
- 6. Saprolegnia cellulosa
- 7. Saprolegnia cellulosa
- 8. Saprolegnia cellulosa
- 9. Saprolegnia cellulosa
- 10. Saprolegnia cellulosa



Florideen im Adriatischen Meere.

Nach Aquarellen von Frh v. Kerner und E. v. Ransonnet.



Ast des gabelförmig verzweigten Sprosses bilden, und dieser Zellenreihe ist seitlich jene in einen langen, dünnen, fadenförmigen Schlauch ausgezogene Zelle angeschmiegt, welche den Namen Trichogyn führt (s. Abbildung, S. 243, Fig. 7). Während auf dem einen Individuum derartige Fruchtanlagen (Karpogon genannt) entstehen, bilden sich auf einem zweiten die Antheridien aus. Weit seltener kommt es vor, daß ein und dasselbe Individuum Fruchtanlagen und Antheridien nebeneinander trägt, und an den wenigen Arten, welche diese Vereinigung zeigen, ist durch eine verzögerte Entwicklung bald der Fruchtanlage, bald der Antheridien eine Selbstbefruchtung so gut wie unmöglich gemacht. Mag das eine oder andere der Fall sein, immer erscheint das Antheridium als ein Anhangsorgan der Sprosse, von welchem sich einzelne runde, mit Spermatoplasma erfüllte Zellen abtrennen. Die Fig. 8 in der Abbildung auf S. 243 stellt das Antheridium eines solchen Kottanges, nämlich jenes von *Dudresnaya coccinea*, dar. Ein schlanker Ast des Sprosses endigt mit gabelig gruppierten Zellen, und die äußersten dieser Zellen, welche sich abrunden und ablösen, sind winzig kleine Befruchtungskörper. Dieselben haben im Gegensatz zu den Spermatozoiden der *Vaucheria* und jenen der später zu besprechenden Armleuchtergewächse, *Moose* und *Farne* keine Wimpern, bewegen sich auch nicht aus eigener Kraft in dem umgebenden Wasser, sondern werden durch die Strömungen, welche an den Standorten der Florideen zu keiner Zeit gänzlich fehlen, den Trichogynen zugeführt. Man hat ihnen daher auch zum Unterschied von den beweglichen Spermatozoen den Namen Spermastien gegeben. Durch die Strömungen im Meerwasser gelangen sie zu einem der Trichogyne, welche sich über den Fruchtanlagen erheben, und bleiben an demselben hängen, wie es Fig. 7 in der Abbildung auf S. 243 zur Anschauung bringt.

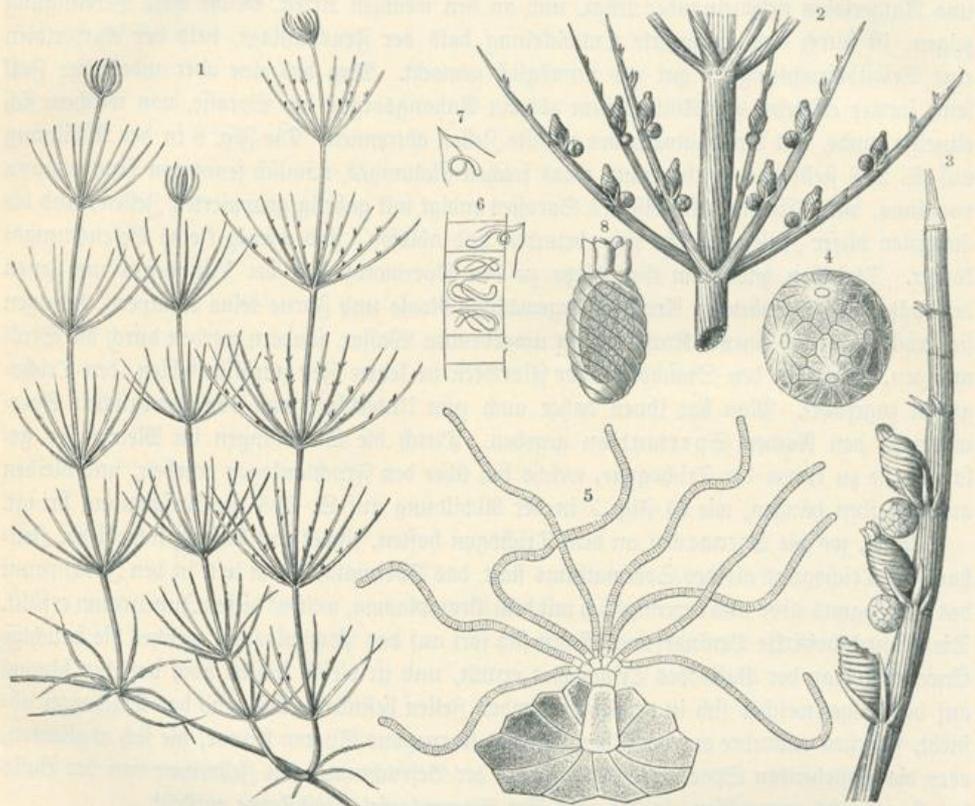
Dort, wo die Spermastien an dem Trichogyn haften, findet eine Lösung sowohl der Zellhaut des Trichogyns als des Spermastiums statt, das Spermatoplasma tritt in den Innenraum des Trichogyns über und vereinigt sich mit dem Protoplasma, welches diesen Innenraum erfüllt. Die dadurch bewirkte Veränderung pflanzt sich fort auf das Protoplasma, welches die bauchige Erweiterung an der Basis des Trichogyns erfüllt, und in vielen Fällen noch darüber hinaus auf dasjenige, welches sich in den angrenzenden Zellen befindet. Während das Trichogyn abstirbt, sprießen entweder auf der Oberfläche des Karpogons Sporen hervor, die sich abgliedern, oder die entstehenden Sporen werden, in Folge der Befruchtung, von Zellreihen von der Basis des Karpogons unwachsen, so daß eine Art Sporenkapsel (Zystokarp) entsteht.

Die noch weiter zu besprechenden Kryptogamen, die Armleuchtergewächse, die *Moose* und *Gefäßkryptogamen*, weichen von den bisher geschilderten dadurch ab, daß bei ihnen die Eizelle stets in einem besonders geformten Behälter eingeschlossen ist, wodurch der Zugang für die Spermatozoiden modifiziert erscheint.

Was zunächst die Armleuchtergewächse (*Characeen*) betrifft, so hat bei ihnen die Eiznospe, wie das weibliche Organ hier heißt, eine ellipsoidische Gestalt und wird von einem sehr kurzen, einzelligen Stiele getragen. Diesem Stiele sitzt die sogenannte Knotenzelle auf, eine kurze, scheibenförmige Zelle, welche das Piedestal für das große ellipsoidische Oogonium bildet, und die auch zugleich den Ausgangspunkt für fünf wirtelig gestellte schlauchförmige Zellen bildet, die sich erheben, schraubenförmig um das Oogonium winden und als eine zierliche Umhüllung desselben erscheinen (s. Abbildung, S. 248, Fig. 8). Von den über dem Oogonium zusammenstoßenden Enden dieser Hüllschläuche gliedern sich kleine Zellen ab, welche zusammen ein Deckelchen oder Krönchen darstellen. Unterhalb dieses Krönchens bilden die halsförmig zusammengezogenen Hüllschläuche einen kleinen Hohlraum, und das ist die Stelle, wo zur Zeit

der Befruchtung zwischen den im übrigen miteinander verwachsenen Hüllschläuchen Spalten sichtbar werden, durch welche die Spermatozoiden in die Eiknospe, zur Eizelle gelangen können.

Die Entstehung dieser Spermatozoiden ist überaus merkwürdig. Als ihre Bildungsstätte erscheinen rote kugelige Gebilde, welche wenig kleiner sind als die Fruchtanlagen und mit ihnen gleichen Ursprung haben. Sie entspringen nämlich an den wirteligen Verästelungen, und zwar



Befruchtung der Armleuchtergewächse (Characeen): 1) *Chara fragilis*, 2) ein Stück dieser Pflanze mit Eiknospen und Antheridien an den Zweigen, 3) ein einzelner Zweig mit Eiknospen und Antheridien, 4) ein Antheridium, 5) ein Teilstück des Antheridiums mit dem Manubrium und den keiselförmig gruppierten Zellen, welche die Spermatozoiden enthalten, 6) mehrere Zellen aus einer der keiselförmigen Zellenreihen, die mittleren Zellen enthalten jede ein Spermatozoid, aus der obersten Zelle schlüpft das Spermatozoid aus, die unterste Zelle ist entleert, 7) ein einzelnes Spermatozoid, 8) Eiknospe, welche die Eizelle umschließt. Fig. 1 in natürl. Größe, Fig. 2: 10fach, Fig. 3: 15fach, Fig. 4: 35fach, Fig. 5: 100fach, Fig. 6: 300fach, Fig. 7: 500fach, Fig. 8: 50fach vergrößert. (Zu S. 247—249.)

bei einigen Arten zusammen mit den Eiknospen an demselben Individuum (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2 und 3), bei anderen Arten an verschiedenen Individuen, also getrennt von den Eiknospen, wonach man auch einhäufige und zweihäufige Armleuchtergewächse unterscheidet. Jede rote Kugel wird aus acht nach außen zu schwach gewölbten Platten zusammengesetzt, deren jede die Gestalt eines sphärischen Dreiecks besitzt, strahlenförmig gefaltet und an den Rändern gefehrt ist (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4). Die Kerbzähne der zur Kugel verbundenen Platten greifen ineinander, und es wird dadurch eine Verzahnung hergestellt. Von den Mittelpunkten der schwach konkaven Innenseite erhebt sich aus jeder Platte eine zylindrische und kegelförmige Zelle, auf deren Scheitel wieder eine andere köpfchenförmige Zelle

figt. Von dieser letzteren gehen lange Zellenreihen aus, deren unterste Glieder eine kugelförmige oder zylindrische Gestalt besitzen, während die weiter folgenden die Form einer kurzen Scheibe zeigen (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 5). Das ganze Gebilde ließe sich mit einer Geißel oder Knute vergleichen, und man hat auch die der Platte aufsitzende Stielzelle Handhabe (Manubrium) genannt. Solange die acht Platten der Kugel zusammenschließen, ragen diese Manubrien gegen den Mittelpunkt der hohlen Kugel vor, und die von dem Manubrium ausgehenden Zellenreihen sind zu einem Knäuel zusammengedreht. Sobald aber die Platten sich trennen und die Kugel zerfällt, löst sich der Knäuel auf, und dann erhalten die Teile jenes Aussehen, wie es durch die Fig. 5 der nebenstehenden Abbildung dargestellt ist. Zu dieser Zeit hat sich in jedem scheibenförmigen Gliede der Zellenreihen das Protoplasma in ein spiralförmig zusammengedrehtes Spermatozoid ausgestaltet, und man sieht nun auf kurze Zeit in jeder Zelle je ein Spermatozoid eingebettet (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 6). Als bald aber öffnen sich diese Zellen. Die an dem einen Ende mit zwei langen Wimpern besetzten Spermatozoiden schlüpfen aus und schwimmen in dem umgebenden Wasser wirbelnd herum (Fig. 7). Die Spermatozoiden gelangen nun durch die früher beschriebenen Spalten unter dem Krönchen zum Dogonium, über welchem eine schleimige, gallertartige Masse sich ausbreitet. Die Zelloberhaut des Dogoniums ist am Scheitel gleichfalls erweicht und wie zerfließen, und diese weichen, gequollenen Schleimmassen bilden kein Hindernis der Fortbewegung für die eingedrungenen Spermatozoiden, sondern leiten sie zur Eizelle hin. Die Spermatozoiden gelangen bis zur Eizelle, und es findet nun eine Verschmelzung beider statt.

Die infolge der Befruchtung eintretenden Veränderungen der Fruchtanlage geben sich äußerlich zunächst als eine Verfärbung der Eifnospe zu erkennen. Die bisher grünen Chlorophyllkörper nehmen ein rötlichgelbes Kolorit an, die schraubig gewundenen Zellen der Hülle werden verdickt und fast schwarz und stellen nun eine harte Schale dar, die das befruchtete Ei umgibt. Das ganze Gebilde löst sich hierauf von der Stielzelle ab, sinkt im Wasser unter und bleibt auf dem Grunde des Tümpels oder Teiches längere Zeit, gewöhnlich den ganzen Winter hindurch, unverändert liegen. Erst im darauffolgenden Frühling kommt es zur Keimung, es entwickelt sich zunächst eine Zellenreihe, der sogenannte Vorkeim, und aus einer der Zellen dieses Vorkeimes sproßt dann wieder eine wirtelig verzweigte Armleuchterpflanze hervor (s. Abbildung, S. 248, Fig. 1).

### Der Generationswechsel bei der Fortpflanzung.

Ist es schon auffallend, daß überhaupt bei den Kryptogamen zweierlei Fortpflanzungsweisen vorkommen, so erscheint es noch merkwürdiger, daß beiderlei Keimzellen, geschlechtliche und ungeschlechtliche, so oft neben oder kurz nacheinander an derselben Pflanze erscheinen. Derselbe *Vaucheria*-Faden kann Schwärmisporien und Geschlechtsorgane bilden, und an demselben aus einer Spore entstandenen Myzel eines Pilzes können Sporenträger und Sexualorgane entstehen. Bei der Betrachtung dieser Verhältnisse erinnerte man sich, daß im Tierreiche, und zwar bei niederen Tieren, Quallen, Würmern, Tunikaten, ein ähnliches Verhalten besteht, und daß man dort für diesen Wechsel der Fortpflanzungsfolge die Bezeichnung Generationswechsel hat.

Wer bei ruhigem Wetter die Seeanemonen und die mannigfaltigen Polypen- und Korallenstöcke in der blaugrünen, klaren Flut seichter Meeresbuchten zum erstenmal erblickt, ist versucht zu glauben, ein Spiegelbild bunter, am Gestade blühender Pflanzen vor sich zu haben.

Die Kränze aus sternförmig ausgebreiteten, die Mundöffnung besäumenden Fangarmen sehen roten und violetten Asten oder den Blüten von Kristallkräutern auf einige Entfernung täuschend ähnlich, die Stämme ahmen die Form von Pflanzenstämmen nach, und durch die Gruppierung der Äste wird man lebhaft an den Aufbau rasenförmiger Pflanzenstöcke erinnert. Auch entbehren die Korallen- und Polypenstöcke der freien Ortsveränderung und sind, ähnlich den Florideen und anderen im Meere wachsenden Wasserpflanzen, der felsigen Unterlage angeheftet. Wenn daher die Zoologen ehemals diesen seltsamen Meeresbewohnern den Namen Pflanzentiere gegeben haben, so ist das zunächst schon mit Rücksicht auf die äußere Erscheinungsweise in hohem Grade zutreffend.

Aber auch der innere Bau und die Lebensweise dieser Tiere zeigen überaus merkwürdige Anklänge an Pflanzen. Bei manchen Arten verhalten sich die einzelnen, zu einem Stock vereinten Individuen ganz so wie Organe eines Körpers, wie Teile eines zusammengesetzten Organismus, welche verschiedenen Lebensverrichtungen dienen. Es hat eine Teilung der Arbeit unter den verschiedenen den Stock aufbauenden Einzeltieren stattgefunden. Der eine Ast des Stockes besorgt die Aufnahme von Nahrung, der andere die Fortpflanzung, und doch haben sie einen gemeinsamen Verdauungsraum, so zwar, daß die von einem Teile der Einzeltiere erworbenen Säfte in alle Teile des Stockes übergehen. Die Fortpflanzung dieser Tiere erfolgt auf zweifache Weise. Ähnlich wie an den Zweigen eines Baumes Knospen angelegt werden, welche sich zu neuen Zweigen ausgestalten, entstehen auch an den Polypenstöcken Knospen, welche sich vergrößern und zu Einzeltieren auswachsen. Bleiben diese mit dem Körper, aus dem sie hervorgeproßt sind, verbunden, und wiederholt sich dieser Vorgang zu öfteren Malen, so entstehen allmählich reichverzweigte Stöcke von bedeutendem Umfange. Bei vielen Polypenarten, nämlich bei sogenannten Hydrozoen, gestalten sich einzelne Zweige der geschlechtslosen Polypenform zu becher- oder kapselförmigen Gebilden, in deren Innerem Knospen entstehen, welche die Gestalt von Scheiben oder Glocken mit einem Kranze von Fangarmen annehmen, sich dann ablösen und frei im Wasser herumschwimmen. Man nennt diese aus den Knospen entstandenen, frei gewordenen und schwimmenden Einzeltiere Medusen. Die Medusen sind mit Geschlechtsorganen versehen, befruchten sich, und aus dem befruchteten Ei geht eine Larve hervor, die sich an einer geeigneten Stelle im Meeresgrunde festsetzt und wieder zu einem neuen geschlechtslosen Polypenstock auswächst und als solcher wieder mit Geschlechtsorganen versehene Medusen ausbildet. Bei anderen Arten, nämlich den Siphozoen, setzt sich die geschlechtlich erzeugte Larve, nachdem sie eine Zeitlang im Wasser herumgeschwommen ist, mit dem dümmern Ende fest und erhält die Gestalt einer Keule. An diesem keulenförmigen Körper entstehen nun ringförmige Einkerbungen, welche sich mehr und mehr vertiefen, so daß nach einiger Zeit an Stelle der Keule parallele Scheiben erscheinen, die durch einen mittleren Stiel zusammengehalten werden. Das so entstandene Gebilde hat fast das Aussehen eines Koniferenzapfens, nur daß nicht einseitig ausladende Schuppen, sondern übereinanderliegende Scheiben von der Spindel zusammengehalten werden. Die Spindel schrumpft nun zusammen, die einzelnen Scheiben trennen sich und schwimmen als Medusen im Meere umher. Nach vorhergegangener Befruchtung kann aus den Eiern der Medusengeneration wieder eine ungeschlechtliche Larven- und Polypengeneration gebildet werden. Diesen Wechsel von ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Generation hat man Generationswechsel genannt. Er wurde zuerst 1819 bei den Tunikaten entdeckt, und zwar von unserem Dichter Adalbert v. Chamisso, der auch ein hervorragender Naturforscher war.

In der Tierwelt auf einige wenige Kreise beschränkt, scheint es, als ob sich der Generationswechsel in der Pflanzenwelt als eine ganz gewöhnliche, weitverbreitete Erscheinung herausstellen wollte. Bei den Phanerogamen ist der Pflanzenstock eine Vereinigung von Sprossen. Jeder Sproß besteht aus mehreren übereinander stehenden Gliedern, von welchen die oberen jüngeren stets unter Beihilfe und durch Vermittelung der unteren älteren entwickelt werden. Zu einer Pflanze verbunden, führen sie einen gemeinsamen Haushalt, und es hat unter ihnen eine Teilung der Arbeit stattgefunden. Sprosse, die mit ihren Blättern oder grünen Geweben Baustoffe zubereiten, heißen Laub sprosse, Sprosse, die der Fortpflanzung dienen, Blüten. Als erste Anlage der Sprosse erscheinen bekanntlich Knospen, und diese sind entweder Laubknospen oder Blütenknospen. Die Sprosse, welche aus den Laubknospen hervorgehen, bleiben in den meisten Fällen mit dem betreffenden Stocke verbunden und erscheinen als Zweige desselben; die Sprosse, welche aus den Blütenknospen entspringen sind, lösen sich dagegen nach erfolgter Befruchtung und Fruchtbildung ganz oder teilweise von dem Stocke ab, und es entsteht dort, wo früher die Blütenknospe gestanden hatte, eine Narbe. Jeder Sproß kann als eine Generation aufgefaßt werden, und dementsprechend könnte auch der bei allen Phanerogamen beobachtete Wechsel in der Ausbildung von Laub sprossen und Blüten sprossen oder von Laubknospen und Blütenknospen an ein und demselben Stocke als Generationswechsel bezeichnet werden.

Noch einleuchtender erscheint die Sache bei den Kryptogamen. Aber dennoch ist der Generationswechsel auch hier nicht so allgemein, wie man meinen möchte, und unter den hier vorher besprochenen nur bei den Florideen, einigen Braunalgen (Diktyotazeen) und bei den Uredineen unter den Pilzen vorhanden. Man kann nur dann von einem Generationswechsel sprechen, wenn derselbe in regelmäßiger Folge ganz unabhängig von äußeren Bedingungen auftritt. Neuere Untersuchungen haben aber das interessante Resultat ergeben, daß man das Auftreten von geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Generationen bei manchen Pflanzen in der Hand hat und durch Änderung der Bedingungen willkürlich hervorrufen kann. So kann man nach Belieben durch veränderte Ernährung und Beleuchtung *Vaucheria* zwingen, bald Schwärmisporen, bald Geschlechtsorgane zu bilden, und daselbe ist bei einer Reihe von Pilzen gelungen, sogar Blütenpflanzen kann man jahrelang so ziehen, daß sie gar keine Blüten bilden und dies erst tun, wenn man sie durch neue Bedingungen dazu zwingt.

Aber wenn nun auch nicht jede Abwechslung geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung Generationswechsel ist, so gibt es doch einige Fälle im Pflanzenreich, wo ein wirklicher Generationswechsel um so klarer und für diese Pflanzenabteilungen ganz besonders charakteristisch auftritt. Dies ist der Fall bei den Farnen und Moosen.

### Die Fortpflanzung der Farne und Moose.

Wenn hier von Farnen die Rede ist, so wird diese Abteilung in der Botanik etwas weiter gefaßt als im gewöhnlichen Sprachgebrauch und begreift außer den Farnkräutern auch die Schachtelhalme und Bärlappe in sich.

Die alten Kräuterbücher enthalten in dem Kapitel, das von den Farnen handelt, stets den Hinweis auf die merkwürdige Erscheinung, daß die genannten Gewächse zwar nicht blühen und fruchten, sich aber dennoch reichlich fortpflanzen und vermehren, daß sie häufig ganz

unerwartet in der Kluft einer Felswand oder in der Ritze einer alten Mauer aufstauen, ohne daß man dort früher Samen zu sehen Gelegenheit hatte. In Deutschland fabulierte man in verfloßenen Zeiten davon, daß die Samen der Farnkräuter nur zur Zeit der Sonnenwende auf eine geheimnisvolle Weise ausgebildet würden, und daß diese Samen nur von Eingeweihten unter Anwendung gewisser Zaubersprüche in der Johannisnacht gesammelt werden könnten. Allerdings wurde gegen diese abergläubische Meinung schon in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts angekämpft. Namentlich der gelehrte Verfasser eines damals weitverbreiteten Kräuterbuches, Hieronymus Bock, erzählt in seinem Werke, daß er ohne alle Beschwörungsformeln jedesmal im Hochsommer „Farnkrautsamen“ erhielt, sobald er unter die Wedel der Farne ein Tuch oder ein Wollkrautblatt ausbreitete. Aber selbst zur Zeit Linnés herrschte über diese „Farnkrautsamen“, womit offenbar die von den Wedeln abgefallenen Sporengelände gemeint waren, und über die Beziehungen derselben zu Früchten ein vollständiges Dunkel.

Wenn wir die Sache vorläufig ganz unbefangen untersuchen, so ergibt sich das Folgende über die Fortpflanzungsmittel dieser Abteilung. Die Farnpflanze trägt keinerlei Geschlechtsorgane. Sie bildet nur Sporangien voll brauner Sporen. Bei den meisten Farnen wird diese Aufgabe von den grünen, oft feingefiederten Blättern mit besorgt, die zunächst wie andere Blätter Assimilationsorgane sind. In einigen Fällen dagegen entstehen die Sporangien an besonders geformten Sporenblättern (Sporophyllen), so z. B. an den auch in der europäischen Flora vertretenen Gattungen *Allosorus*, *Struthiopteris* und *Blechnum*. Bei anderen, wie z. B. dem Königsfarn (*Osmunda regalis*), bilden sich nur an dem oberen Teil eines Blattwedels Sporangien, während die unteren Abschnitte laubartiges Aussehen haben. Sehr eigentümlich nimmt sich der auf S. 253, Fig. 4, abgebildete, in den mexikanischen Gebirgsgegenden heimische Farn *Rhipidopteris peltata* aus. Neben den fächerförmigen flachen Wedeln, an denen keine Sporangien entstehen, entwickeln sich auch Wedel, welche einem Trichter oder einem flachen Napf ähnlich sehen, und in deren Vertiefung die Sporengelände aus den Oberhautzellen hervorgehen. Wieder bei anderen, wie z. B. bei *Platyserium alcicorne*, nehmen die mit Sporengeländen besetzten Wedel die Gestalt von Rentiergeweihen an, während die Blätter ohne Sporangien grüne Lappen bilden, die der Borke der Baumstämme aufliegen.

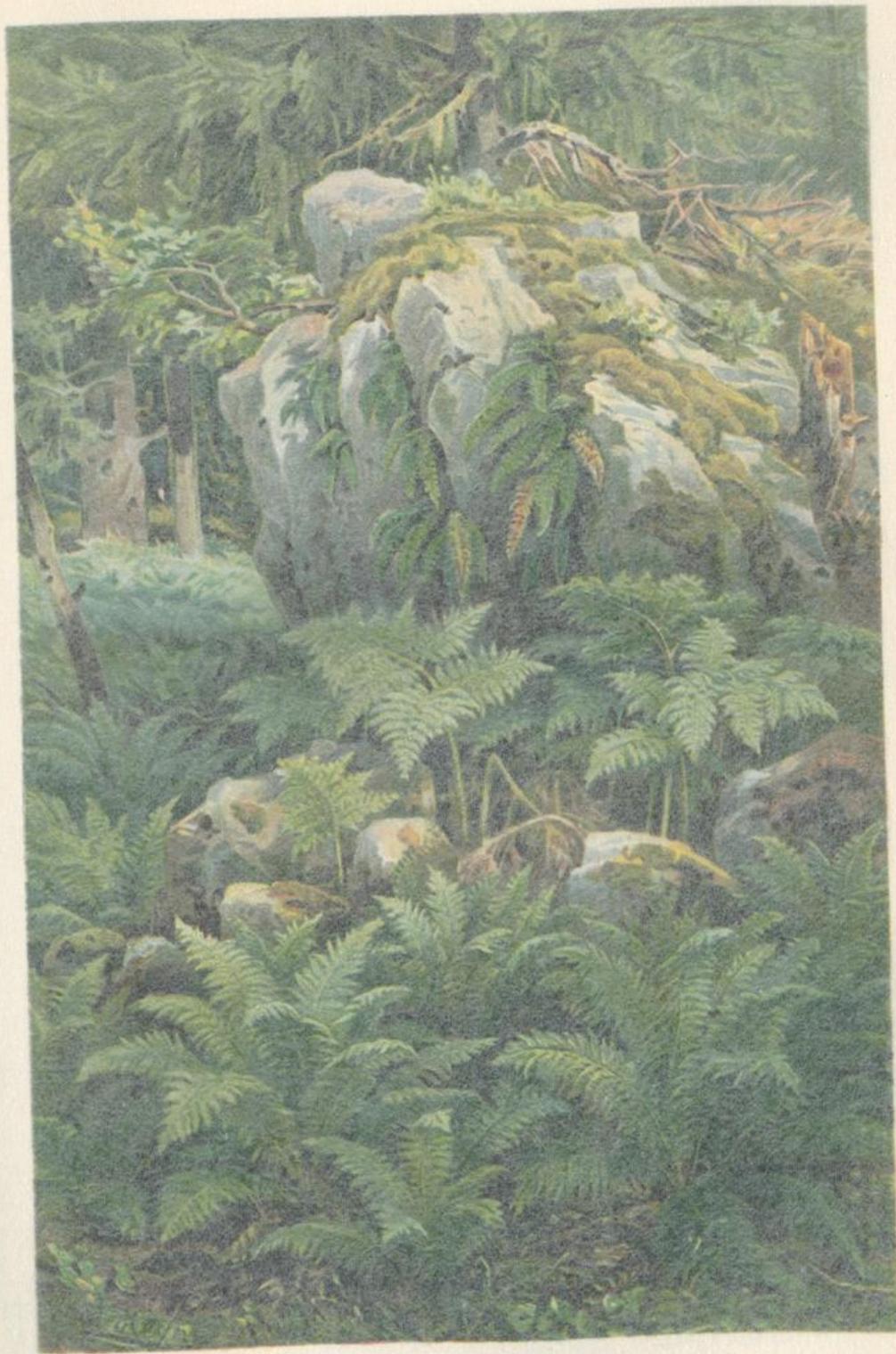
Wir wollen der Sporenerzeugung etwas nachgehen. Bei den Polypodiaceen, einer Abteilung der Farne, welcher die meisten europäischen Arten angehören, und deren verbreitetste Formen auf der beigehefteten Tafel „Farne auf einer diluvialen Moräne in Tirol“ von C. Heyn meisterhaft dargestellt wurden, sieht man braune Häufchen an der Rückseite der Wedel (s. Abbildung, S. 253, Fig. 5). Es erheben sich daselbst über den das grüne Gewebe durchziehenden Strängen Zellengruppen wie kleine Polster; jede Zelle dieser polsterförmigen Wülste kann zu einem gestielten Sporangium auswachsen, und bisweilen besteht ein einziges Häufchen aus nicht weniger als 50 solchen gestielten Sporenbehältern. Ein solches Häufchen heißt ein *Sorus*. Auch bei den *Zyathaceen*, zu welchen die meisten Baumfarne gehören, bilden sich die Häufchen an der unteren Seite der Wedel aus, aber der Träger (*Rezeptakulum*) für jedes Häufchen ist hier ein Zapfen, welcher auf der Wedelfläche senkrecht steht. Die aus den Oberhautzellen dieses Zapfens hervorgehenden Sporenbehälter sind sehr kurz gestielt und werden von einer Haut umhüllt, die den sporangientragenden Zapfen wie ein Becher umgibt (s. Abbildung, S. 253, Fig. 10, 11 und 12). Bei den zarten, ungemein zierlichen, bisweilen an Moose erinnernden, zumeist den tropischen Gegenden angehörigen *Hymenophyllaceen* erstrecken sich die Stränge, welche die Wedelabschnitte durchziehen, über den Rand des grünen Gewebes

[Zur Tafel: »Farne«.]



Farne auf einer diluvialen Moräne in Tirol.  
Nach der Natur von Ernst Heyn.



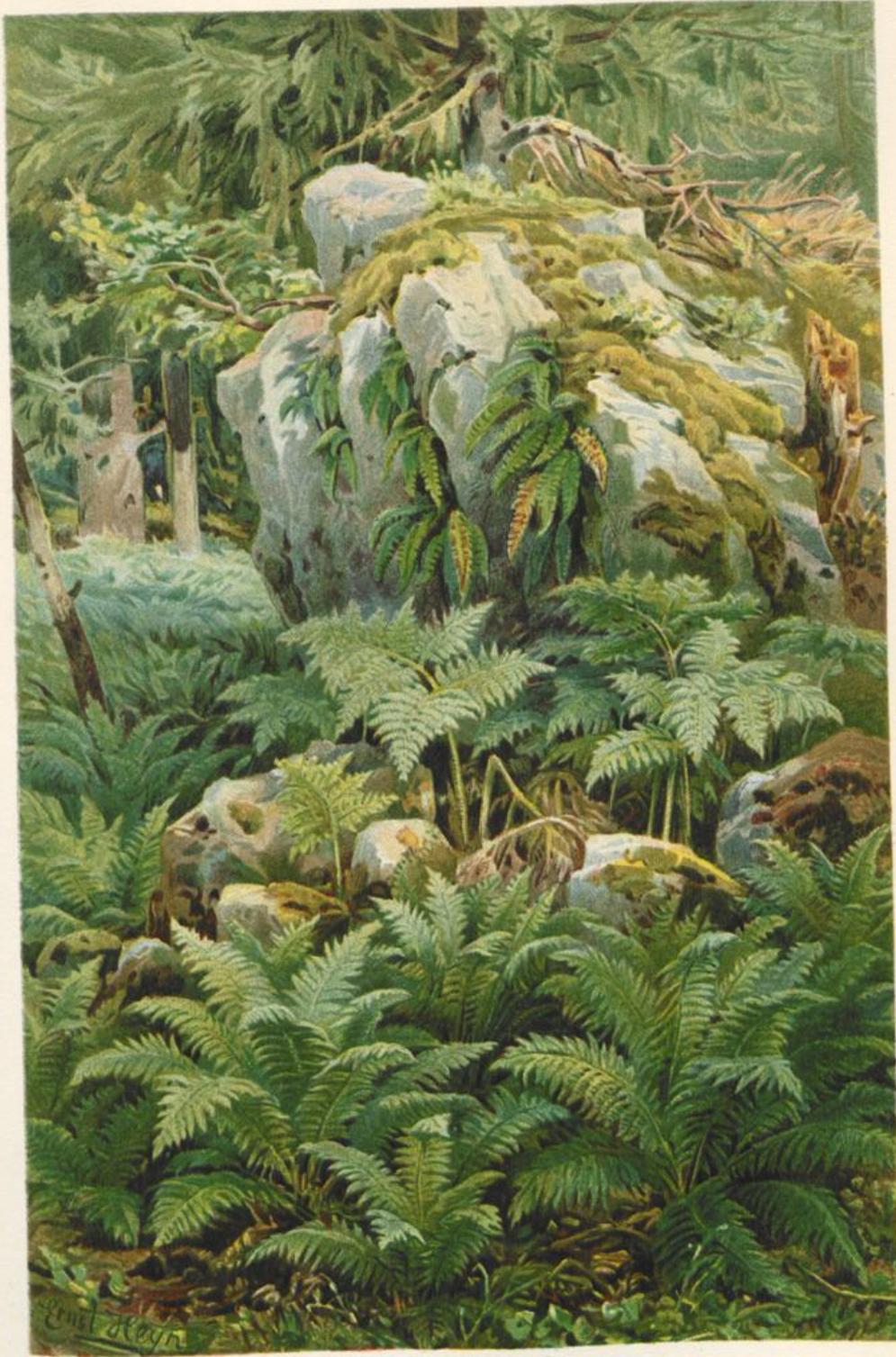


Farne auf einer diluvialen Moräne in Tirol.  
Nach der Natur von Ernst Hegn.

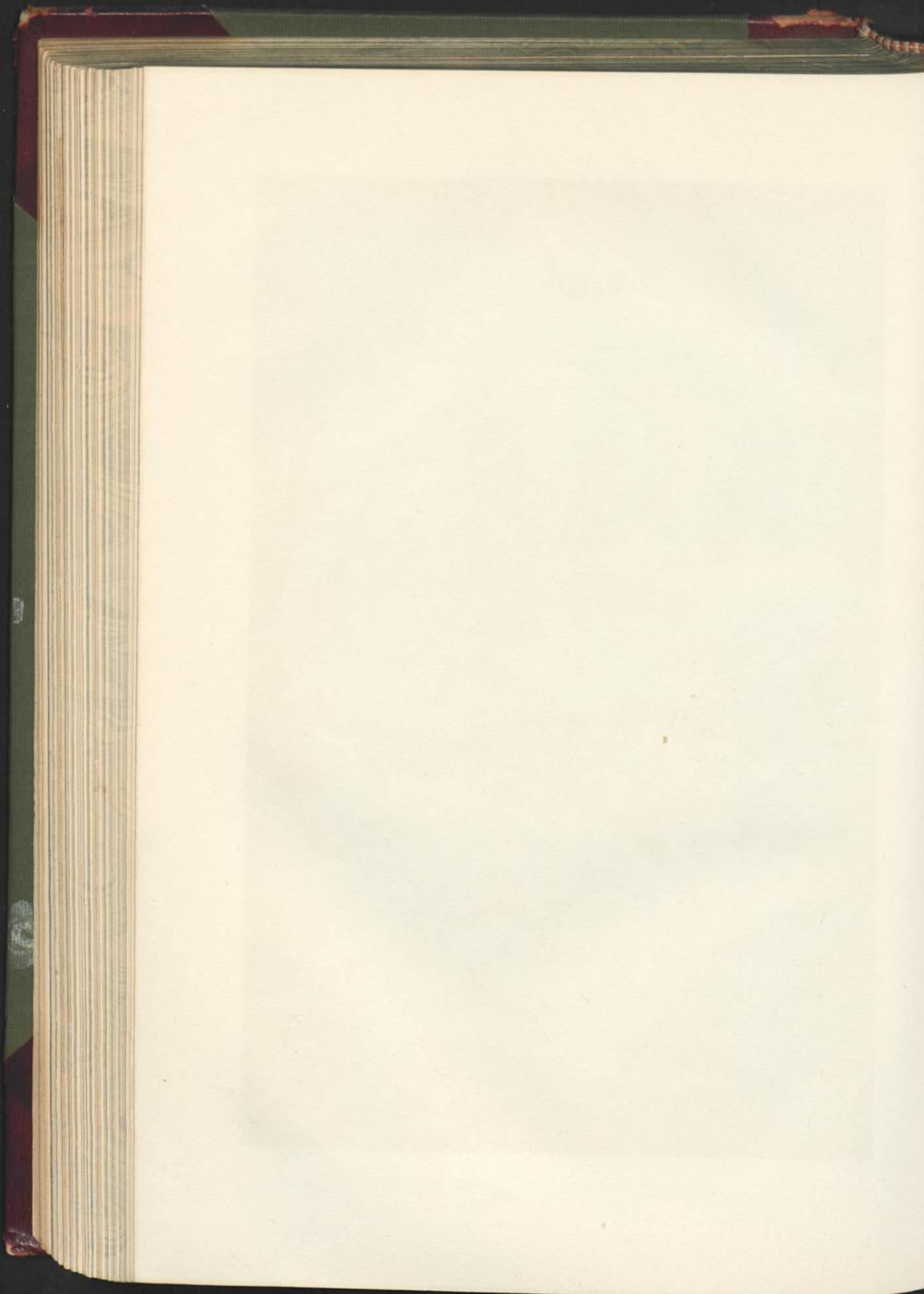
unerwartet in der Kluft einer Felswand oder in der Ritze einer alten Mauer aufstauden, ohne daß man dort früher Samen zu sehen Gelegenheit hatte. In Deutschland fabulirte man in verflohenen Zeiten davon, daß die Samen der Farnkräuter nur zur Zeit der Sonnenwende auf eine geheimnißvolle Weise ausgeüßet würden, und daß diese Samen nur von Eingeweihten unter Anwendung gewisser Zauberprüche in der Johannisnacht gesammelt werden könnten. Allerdings wurde gegen diese abergläubische Meinung schon in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts angeführt. Klementius der gelehrte Verfasser eines damals weitverbreiteten Kräuterbuches, Hieronymus Bod., erzählt in seinem Werke, daß er ohne alle Beschwörungsformeln jedesmal im Juli oder August „Farnkraut samen“ <sup>muscheliges Kraut</sup> sobald er unter die Wedel der Farnen ein Tuch oder ein Wellkrautblatt ausbreitete. Aber selbst zur Zeit Linnes herrschte über diese „Farnkraut samen“, womit offenbar die aus den Wedeln abgefallenen Sporengelände gemeint waren, und über die Beziehungen derselben zu Früchten die wohlthätigste Dunkelheit.

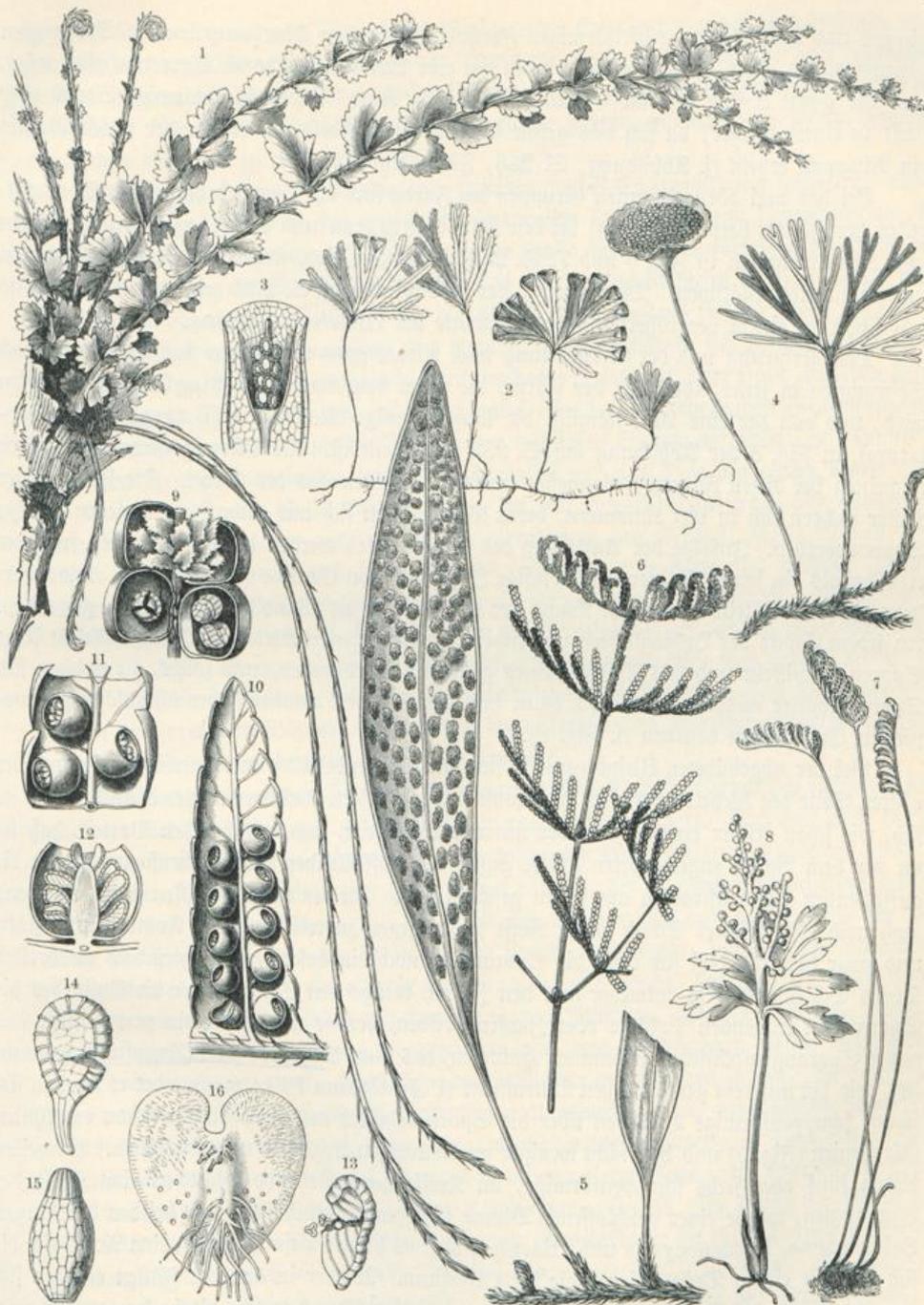
Wenn wir die Sache vorläufig ganz unbedungen unersuchen, so ergibt sich das Folgende über die Fortpflanzungsmittel dieser Pflanzen. Die Fortpflanzung trägt keinerlei Geschlechtsorgan. Es bildet nur Sporangien der stam. Farnen. In den meisten Farnen wird diese Aufgabe von den grünen, oft feingebildeten Nadeln mit besorgt, die zunächst wie andere blatt. Assimilationsorgane sind. In jüngeren Farnen entstehen die Sporangien an besonders geformten Sporenblättern (Sporophyllen) <sup>an den auch in der europäischen Flora vertretenen Gattungen Adiantum, Struthocarpus und Blechnum.</sup> Bei anderen, wie z. B. dem Königsfarn (*Osmunda regalis*), bilden sich nur an dem oberen Teil eines Blattwedels Sporangien, während die unteren Theile in anderer Weise ausstehen. Sehr eigentümlich nimmt sich der Farn *S. 253, Fig. 4*, ab, bildet, in den mexikanischen Gebirgsgegenden heimische Farn *Rhipidopteris vestita* aus. Neben den flachen Wedeln, an denen keine Sporangien entstehen, zum <sup>weil sich auch Wedel, welche einem Trichter oder einem flachen Kaul ähnlich sehen, und in deren Vertiefung die Sporengelände aus den Oberhautzellen hervorgehen.</sup> Wieder bei anderen, wie z. B. bei *Phlegmaria aleutica*, nehmen die mit Sporengeländen besetzten Wedel die Gestalt von Keimlingswedeln an, während die Nadeln über Sporangien grüne Lappen bilden, die der Rinde der Baumstämme aufliegen.

Wir müssen bei Sporenerzeugung etwas nachgehen. Bei den Polypodiaceen, einer Abtheilung der Farnen, welche die meisten europäischen Arten umfaßt, und deren verbreitetste Formen auf der Insel Madeira vorkommt, sind die auf einer dünnen Membran liegenden Farn *von C. Seyn* meistens dargestellt worden. Die Farnblätter sind aus dem Farn *von C. Seyn* Abbildung, S. 253, Fig. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.



Farne auf einer diluvialen Moräne in Tirol.  
Nach der Natur von Ernst Heyn.





Farne: 1) *Nephrolepis Duffii*; 2) *Trichomanes Lyelli*, 3) Sorus desselben Farnes mit becherförmiger Hülle, Längsschnitt; 4) *Rhipidopteris peltata*; 5) *Polypodium serpens*; 6) Weitelabschnitt von *Gleichenia alpina*, 7) *Schizaea fistulosa*; 8) *Botrychium lanceolatum*; 9) untere Seite eines Weitelabschnittes von *Gleichenia alpina*, in den zwei oberen Gruben sind die Sporangien von Blättchen verdeckt, in den unteren sind sie entblößt; 10) und 11) Weitelabschnitt der *Cyathea elegans*, 12) Längsschnitt durch einen Sorus und Becher von *Cyathea*, 13) Sporangium von *Cyathea*, 14) von *Polypodium*, 15) von *Schizaea*; 16) Unterseite des Prothalliums eines Moosfarnes. Fig. 1, 2, 4–8 in natürl. Größe, Fig. 3, 9–16: 5–20fach vergrößert. (Zu S. 252–254.)

hinaus und bilden einen griffelförmigen Fortsatz, aus dessen Oberhautzellen die Sporangien herauswachsen. Der Fortsatz erscheint dann wie eine Spindel, welche die Sporenbehälter trägt, und der ganze Sorus hat die Gestalt einer kleinen Ahre. Jeder ährenförmige Sorus aber steckt in einem Becher, da sich das grüne Gewebe des Wedels am Rande der Abschnitte als ein Ringwall erhebt (s. Abbildung, S. 253, Fig. 2 und 3).

Bei den drei obengenannten Gruppen der Farne sind die Sporenbehälter aus Oberhautzellen der Blätter hervorgegangen, bei den Gleicheniazeeen und Schizäazeeen, von welchen zwei Repräsentanten in Fig. 6 und 7, S. 253, abgebildet sind, stehen die Sporenbehälter an umgewandelten Blättchen. Die Figur 6 der Abbildung auf S. 253 zeigt dieses Verhältnis sehr schön an einem vergrößerten Wedelabschnitte der *Gleichenia alpina*.

Dem Ursprung und der Entwicklung nach wieder ganz verschieden sind die Sporen und Sporangien in jener Abteilung der Farne, die unter dem Namen Ophioglossen begriffen wird, und von der eine Art, nämlich die lanzettförmige Mondraute (*Botrychium lanceolatum*), in Fig. 8 der Abbildung auf S. 253 dargestellt ist. Als Bildungsherde der Sporen erscheinen bei diesen Farnen Zellenester inmitten des Gewebes der Wedel. Die Zellen dieser Nester fächern sich in vier Kammern, deren Protoplasten sich mit einer Haut versehen und zu Sporen werden. Infolge der Auflösung des Fächerwerkes werden dann die Sporen frei und erfüllen als ein feines Pulver kleine blasige Hohlräume im Gewebe der Wedelteile. Die Oberhaut dieser Wedelteile ist nun zur Wand der Hohlräume, zur Wand der Sporangien geworden. An jedem Stocke der Ophioglossen unterscheidet man zweierlei Wedelteile, solche, welche keine Sporen entwickeln und das Ansehen eines grünen Laubes haben, und solche, an welchen sich Sporenbehälter ausbilden, und die dann fast nur aus den trauben- oder ährenförmig gruppierten Sporangien bestehen (s. Fig. 8).

Bei der abgebildeten *Rhipidopteris* sind die Sporenbehälter merkwürdigerweise auf der oberen Seite des Wedels entwickelt, was sonst nur sehr selten vorkommt. Gewöhnlich finden sie sich, wie schon früher erwähnt, an der unteren Wedelseite, und das hat den Vorteil, daß sie an der dem Boden zugewendeten Fläche gegen den auffallenden Regen ebenso wie gegen die auffallenden Sonnenstrahlen am besten geschützt sind. In den meisten Fällen findet übrigens auch noch ein weiterer Schutz gegen Nässe sowie gegen zu weit gehende Austrocknung statt, und zwar dadurch, daß sich über die Sporangien noch ein besonderes Schirmdach ausbreitet. Dieses Schirmdach geht entweder aus den Zellen, welche den Scheitel oder die Basis des die Sporangien tragenden Polsters oder Zapfens bilden, hervor und bildet ein zartes, über das ganze Sporangienhäufchen gespanntes Häutchen, das man *Schleierchen* (*Indusium*) genannt hat, wie bei unserem gewöhnlichen Wurmfarne (*Polystichum Filix mas*), oder es breiten sich kleine, schuppenförmige Blättchen über die Sporenbehälter aus, wie an den schon erwähnten Gleichenien (Fig. 9) und den nicht weniger merkwürdigen *Lygodien* und *Davallien*. Bisweilen bilden fünf oder sechs schuppenförmige, im Kreise herumstehende Blättchen eine Hülle der Sporangien, welche einer geschlossenen Blume täuschend ähnlich sieht, wie bei den Gattungen *Schizocaena*, *Hymenocystis* und *Diacalpe*, oder es bilden diese Blättchen eine Art Dose, die sich wie mit einem Deckel öffnet, wie bei *Cibotium*. Wieder in anderen Fällen erheben sich von der Fläche des Wedels häutige Säume und Leisten, durch welche die in langer Reihe geordneten Sporangien überdeckt werden, wie bei *Lindsaya* und *Blechnum*, oder es ist der Rand des Wedels wie gespalten, und es sind dann die Sporangien in dem engen Spalt geborgen, wie bei *Vittaria* und *Schizoloma*. Häufig rollt sich der Rand des Wedels ein und

überdeckt so die parallel zum Rand auf polsterförmigen Erhabenheiten sich entwickelnden Sporangien, wie bei *Allosurus*, *Ceratopteris*, *Ceratodactylis*, *Parkeria* und noch zahlreichen anderen Gattungen. Es herrscht in dieser Beziehung eine große Mannigfaltigkeit, die mit den wechselnden klimatischen Verhältnissen der Standorte zusammenhängt, auf die im einzelnen einzugehen aber hier zu weit führen würde.

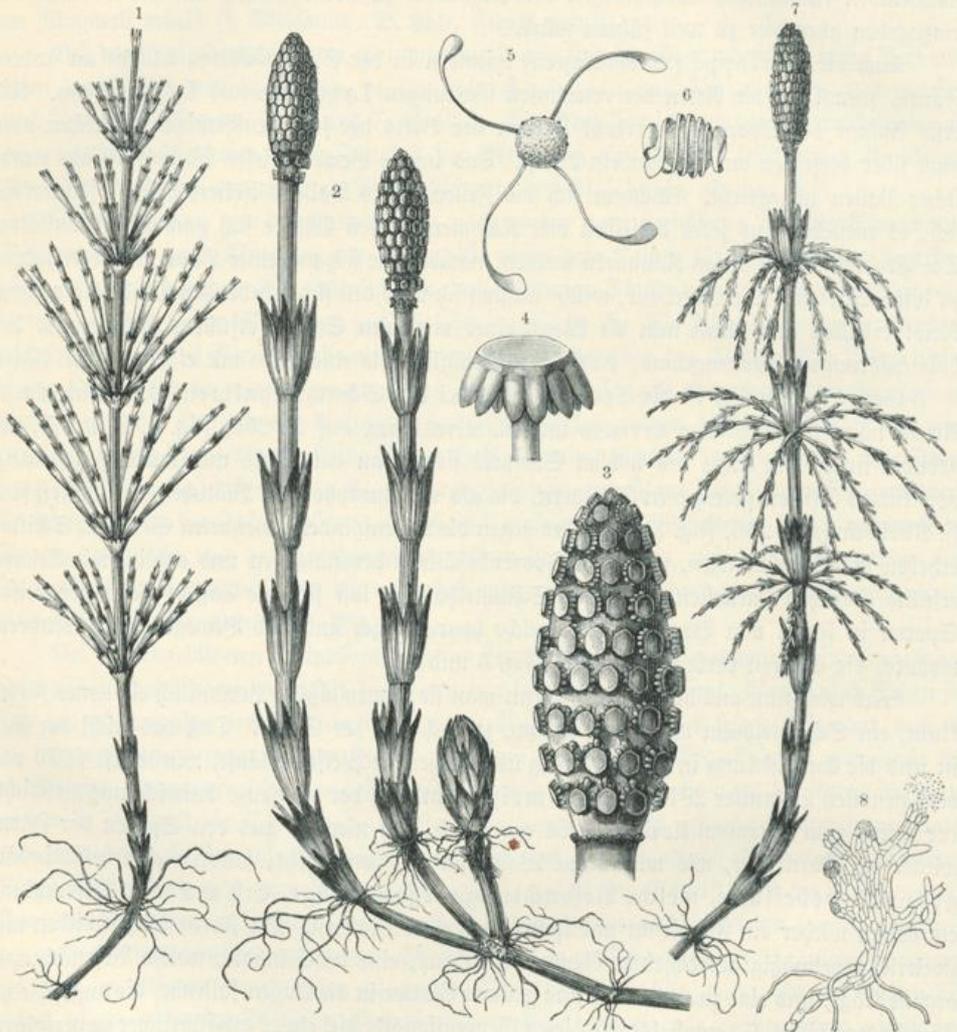
Auch die Bärlappe (*Lycopodiaceen*) erinnern in der Sporenbildung lebhaft an andere Farne, zumal an die Arten der erwähnten Gattungen *Lygodium* und *Lygodictyon*. Als erste Anlage der Sporangien erhebt sich an der Basis der schuppenförmigen Blättchen oder dicht über derselben am Stamm ein Wulst. Das innere Gewebe dieses Wulstes ist als rundlicher Ballen abgegrenzt. Nachdem sich die Zellen dieses Ballens isoliert haben, fächern sie sich, es entstehen aus jeder derselben vier Kammern, deren Wände sich nachträglich auflösen. Die Protoplasten in diesen Kammern werden, nachdem sie sich mit einer Haut umgeben haben, zu losen Sporen. Die Oberhaut, welche anfänglich über den sich erhebenden Wulst hinwegzog, bleibt erhalten und bildet nun die Wand eines mit losen Sporen erfüllten Hohlraumes des bohnenförmigen Sporangiums, das sich nachträglich wie eine Dose mit einem Deckel öffnet.

Ganz eigentümlich ist die Sporenbildung bei den Schachtelhalmen, von welchen zwei Arten, nämlich *Equisetum arvense* und *E. silvaticum*, auf S. 256, Fig. 1, 2 und 7, abgebildet sind. Am Ende des hohlen Stengels sieht man eine Ähre aus wirtelig gestellten, von kurzen Stielen getragenen Schildern, die als metamorphosierte Blättchen aufzufassen sind (s. Abbildung, S. 256, Fig. 3). Auf der gegen die Ährenspindel gewendeten Seite der Schilder erheben sich kleine Warzen, welche zu Sporenbehältern heranwachsen und endlich mit Sporen erfüllte Säckchen darstellen. Bei den Schachtelhalmen löst sich die äußere Haut der reifen Sporen in Form von Bändern los, welche hygroskopisch sind und Bewegungen ausführen, wodurch die Sporen verbreitet werden (Fig. 5 und 6).

Was wird nun aus den Sporen, wenn man sie keimen läßt? Vermutlich ein neues Farnkraut, ein Schachtelhalm oder ein Bärlapp, je nach Art der Spore. Daß das nicht der Fall ist und die Entwicklung in anderer, ganz überraschender Weise verläuft, wurde erst 1849 von dem genialen Botaniker Wilhelm Hofmeister entdeckt, der die ganze Entwicklungs-geschichte der Farne zum erstenmal klarlegte. Es ergab sich, daß niemals aus den Sporen der Farne wieder ein Farnkraut, wie wir es im Walde finden, hervorgeht, sondern eine unscheinbare grüne Gewebefläche, welche Befruchtungsorgane trägt. Erst aus deren Befruchtung entspringt wieder ein Farnkraut mit sporentragenden Blättern. Die Farnpflanzen bilden also zweierlei regelmäßig abwechselnde Generationen aus, eine unscheinbare, welche Befruchtungsorgane trägt, und eine zweite, durch ihre grünen Blätter in die Augen fallende, die ungeschlechtliche Sporen bildet. Es empfiehlt sich, diesen Generationswechsel etwas ausführlicher zu verfolgen.

Bei den Farnen erscheint die Generation, welche die Geschlechtsorgane trägt, als ein kleiner, flächenförmig ausgebreiteter Gewebekörper, von dessen unteren Seite zarte, haarförmige Wurzelhaare in die unterliegende Erde eindringen (s. Abbildung, S. 258, Fig. 1 und 8). Meistens hat dieser unter dem Namen *Prothallium* bekannte Gewebekörper die Gestalt eines herzförmigen oder länglichen Lappens und erreicht eine Länge von ungefähr 0,5—1 cm. Die Geschlechtsorgane entwickeln sich an der unteren, dem Boden zusehenden Seite des *Prothalliums*, und zwar die *Antheridien* als winzige, über die Fläche vorragende Warzen und die *Archegonien* ebendort als flaschenförmige Gebilde, welche mit ihrem bauchig erweiterten Teil in das Gewebe des *Prothalliums* eingesenkt sind und nur mit dem Halsteile sich über dieses erheben

(f. Abbildung, S. 258, Fig. 2). Bei der Mehrzahl der Farne trägt dasselbe Prothallium die zweierlei Geschlechtsorgane so verteilt, daß die Archegonien in der Nähe des herzförmigen Ausschnittes, die Antheridien hinter denselben im Mittelfeld und gegen den Rand des grünen kleinen



Schachtelhalme: 1) Sommersproß von *Equisetum arvense*, 2) Ährentragender Frühlingsproß von *Equisetum arvense*, 3) Ähre aus wirtelig gestellten Sporangienträgern von demselben *Equisetum*; 4) ein Sporangiumträger; 5) und 6) Sporen; 7) *Equisetum silvaticum*; 8) Prothallium eines Schachtelhalmes. Fig. 1, 2 und 7 in natürl. Größe, Fig. 3: 3fach, Fig. 4: 6fach, Fig. 5 und 6: 25fach, Fig. 8: 30fach vergrößert. (Zu S. 255.)

Lappens liegen. Seltener kommt es vor, daß das eine Prothallium nur Archegonien, das andere nur Antheridien trägt.

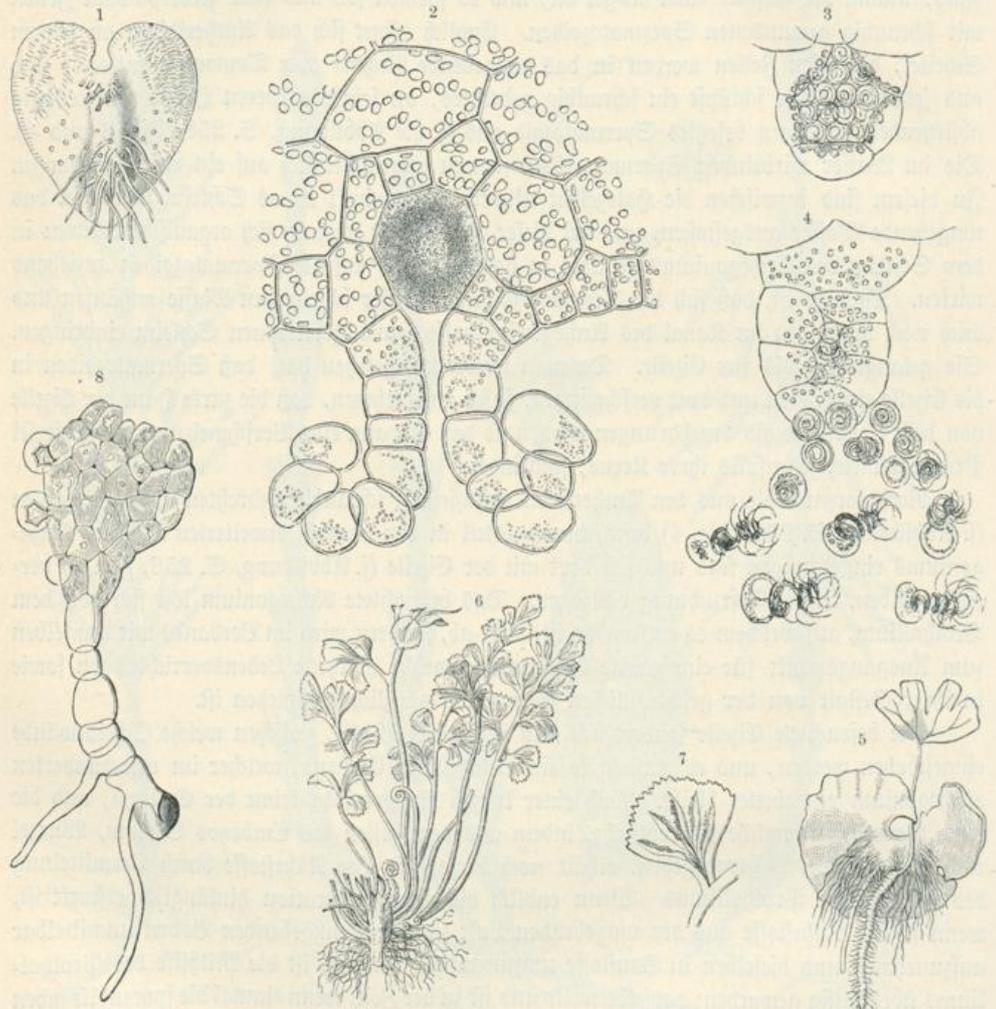
Die Archegonien haben die Gestalt einer kurzhalfigen Flasche, die mit ihrem bauchigen Unterteil in das Prothalliumgewebe eingesenkt ist. Bei seiner Entstehung aus den Oberflächenzellen des Prothalliums ist der Hals des Archegoniums anfangs mit Zellen ausgefüllt, welche sich dann in Schleim umwandeln und dadurch einen Zugang zur Eizelle eröffnen (Fig. 2).

Auch die Antheridien entwickeln sich aus Zellen der Oberfläche des Prothalliums. Zunächst erheben sich diese Zellen als Papillen über ihre Umgebung, und nachdem durch Entziehung von Scheidewänden Fächer gebildet wurden, erweitert und vergrößert sich das innerste Fach, nimmt die Gestalt einer Kugel an, und es formen sich aus dem Protoplasma Zellen mit schraubig gewundenen Spermatozoiden. Endlich öffnet sich das Antheridium an seiner Scheitel, die losen Zellen werden in das umgebende Regen- oder Tauwasser entleert, und aus jeder derselben schlüpft ein schraubig gedrehtes, an seiner vorderen Hälfte mit struppig abstehenden Wimpern besetztes Spermatozoid aus (s. die Abbildung, S. 258, Fig. 3 und 4). Die im Wasser wirbelnden Spermatozoiden steuern augenscheinlich auf ein Archegonium zu. In diesem sind inzwischen die Halszellen teilweise verschleimt; etwas Schleim wurde in das umgebende Wasser ausgestoßen, und bei dieser Gelegenheit scheinen sich organische Säuren in dem Schleim des Archegoniums gebildet zu haben, welche auf die Spermatozoiden anziehend wirken. Tatsache ist, daß sich die Spermatozoiden in dieser schleimigen Masse anhäufen und auch noch durch den im Kanal des Archegoniumhalses zurückgebliebenen Schleim eindringen. Sie gelangen so bis zur Eizelle. Da man wiederholt gesehen hat, daß Spermatozoiden in die Eizelle eindringen und dort verschwinden, so ist anzunehmen, daß die zarte Haut der Eizelle von dem Spermatozoid durchdrungen wird, und daß alsdann eine Verschmelzung der zweierlei Protoplasmen, jedenfalls ihrer Kerne, stattfindet.

Nachdem nun die aus den Antheridien entlassenen, schraubig gedrehten Spermatozoiden (s. Abbildung, S. 258, Fig. 4) durch den Halsteil in den bauchig erweiterten Teil des Archegoniums eingebracht sind und sich dort mit der Eizelle (s. Abbildung, S. 258, Fig. 2) vereinigt haben, ist die Befruchtung vollzogen. Das befruchtete Archegonium löst sich von dem Prothallium, auf welchem es entstanden ist, nicht ab, sondern wird im Verbands mit demselben zum Ausgangspunkt für eine zweite Generation, welche in ihren Lebensverrichtungen sowie in ihrer Gestalt von der geschlechtlichen Generation gänzlich verschieden ist.

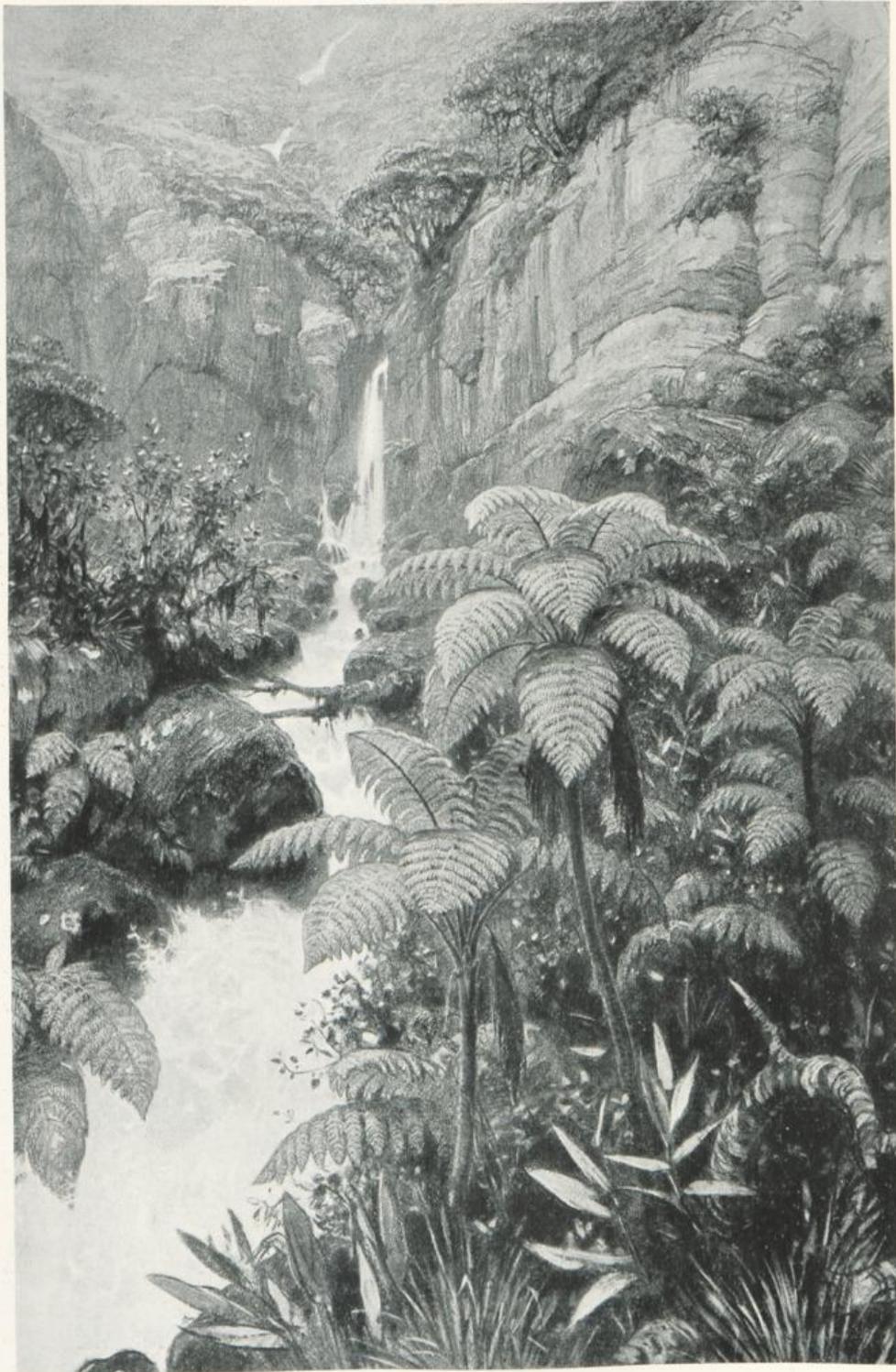
Die befruchtete Eizelle sondert sich nun in mehrere Teile, zwischen welche Scheidewände eingeschoben werden, und es entsteht so ein mehrzelliger Embryo, welcher im unveränderten Archegonium eingebettet bleibt. Nach einer kurzen Ruheperiode keimt der Embryo, und die neue Generation, welche jetzt entsteht, indem aus den Zellen des Embryos Stamm, Wurzel und Blätter (Wedel) hervorgehen, erhält noch kurze Zeit ihre Nährstoffe durch Vermittelung des mütterlichen Prothalliums. Wenn endlich die neue Generation hinlänglich erstarkt ist, wenn sie die Nährstoffe aus der umgebenden Luft und dem umgebenden Boden unmittelbar aufzunehmen und dieselben in Baustoffe umzuwandeln vermag, ist die Mithilfe des Prothalliums überflüssig geworden; dasselbe welkt und ist zu der Zeit, wenn einmal die sporenbildenden Wedel zur Entwicklung kommen, spurlos verschwunden. Von den Zellen, in die sich die Eizelle teilt, wird eine Zelle zum Anfang eines Hauptstammes, eine zweite zum Anfang des ersten Blattes, eine dritte zum Anfang einer Wurzel, und eine vierte vermittelt noch eine Zeitlang den Zusammenhang mit dem Prothallium (s. Abbildung, S. 258, Fig. 5). Das Blatt breitet sich aus, und sein grünes Gewebe erzeugt Stoffe zum Weiterbau des jungen Farnstocjes. Als bald sprießt aus dem sich verlängernden Hauptstamm ein zweites Blatt hervor, und nun ist der junge Farnstocj in betreff der zu seinem weiteren Ausbau nötigen Stoffe nicht mehr auf das Prothallium angewiesen. Das Gewebe des Prothalliums ist ohnedies inzwischen abgestorben, und dort, wo es früher gestanden hatte, befindet sich jetzt der Farnstocj mit seinen grünen Blättern (s. Abbildung, S. 258, Fig. 6). An Stelle der geschlechtlichen

Generation des Prothalliums ist die ungeschlechtliche des Farnkrautes getreten. Seine zuerst entstandenen Blätter erzeugen mit ihrem grünen Gewebe Stoffe zum weiteren Ausbau, insbesondere zur Herstellung neuer Blätter, welche in zunehmender Zahl von dem an seinem



Generationswechsel der Farne: 1) Unterseite des Prothalliums eines Milzfarnes; 2) Längsschnitt durch ein befruchtetes Archegonium mit Halskeil und Eizelle; 3) Längsschnitt durch ein Antheridium, 4) Spermatozoiden, welche das Antheridium verlassen; 5) Anfang der ungeschlechtlichen Generation, aus dem Embryo ist nach oben zu ein Blatt, nach unten eine Wurzel hervorgegangen; 6) ungeschlechtliche Generation eines Farnes (*Asplenium Ruta muraria*), an der Unterseite der Blattabschnitte die zu länglichen Häufchen geordneten Sporengehäuse, 7) ein Blattabschnitt vergrößert, die Sporengehäuse von einem Häufchen (Indusium) einseitig bedeckt, 8) erste Entwicklungsstufe eines Prothalliums mit Antheridien am Rande (geschlechtliche Generation), welche aus einer ungeschlechtlichen, von einem Blatt abgefallenen Spore hervorgeht. Fig. 6 in natürl. Größe, Fig. 1: 5fach, Fig. 2—4: 350fach, Fig. 5: 6fach, Fig. 7: 3fach, Fig. 8: 240fach vergrößert. (Zu S. 255—258.)

Scheitel fortwachsenden, stets massiger werdenden und bei den Baumfarnen (s. die beigeheftete Tafel „Baumfarne im Gebirge von Ceylon“) in Gestalt einer Säule sich erhebenden Hauptstamm abzweigen. Die zweite Aufgabe der Blätter ist Bildung der Sporangien mit Sporen, aus denen die Prothallien hervorgehen (Fig. 8).



Baumfarne im Gebirge von Ceylon (Ramboddepafz).

Nach der Natur gezeichnet von E. v. Ransonnet.



*Nymphaea micrantha* (Daubenyana):

Auf den Schwimmblättern dieser *Nymphaea*-Art entstehen Sprossknospen, die sich noch auf dem mit der Pflanze verbundenen Blatte zur beblätterten und blühenden jungen Pflanze entwickeln. Nach dem Absterben des Mutterblattes kann die junge Pflanze selbständig werden. (Im Gießener Botanischen Garten kultiviert.)

Die Schachtelhalme (Equisetinae), Bärlappe (Lycopodinae) und Wasserfarne (Hydropteridinae) stimmen, was die Gestalt der Antheridien und der Archegonien betrifft, mit den als Vorbild für die Gefäßkryptogamen soeben geschilderten Farnen im großen und ganzen überein. Das aus der Spore eines Schachtelhalmes hervorgegangene Prothallium ist anfänglich dünn und bandartig, wird später vielfach gelappt und erinnert in seiner Gestalt an gewisse Lebermoose, manchmal auch an ein kleines krauses Laubblatt. Bei den meisten Schachtelhalmen entwickeln sich Antheridien und Archegonien auf verschiedenen Prothallien. Wo das nicht der Fall ist, wird die Befruchtung der Eizelle durch die von demselben Individuum stammenden Spermatozoiden durch ungleichzeitige Entwicklung der betreffenden Organe unmöglich gemacht. Die Prothallien, auf welchen Antheridien entstehen, sind immer kleiner als jene, auf welchen sich Archegonien ausbilden. Die Antheridien entstehen aus Oberflächenzellen am Ende oder am Rande des lappigen Prothalliums, die Archegonien dagegen aus Oberflächenzellen in den Ausbuchtungen der Lappen (s. Abbildung, S. 256, Fig. 8). Die Spermatozoiden sind an dem einen Ende spatelförmig verbreitert und tragen am anderen verschmälerten Ende eine förmliche Mähne aus ungemein feinen Wimpern. Bei den Bärlappen oder Lycopodinen sind die Prothallien winzige unterirdisch lebende Knöllchen, die sehr langsam wachsen, wie in Band I, S. 413, beschrieben wurde. Bei mehreren Gattungen der Bärlappe und Wasserfarne, so namentlich bei *Selaginella*, *Salvinia* und *Marsilia*, sind die Prothallien, an welchen die Antheridien, und jene, an welchen die Archegonien entstehen, in der Größe auffallend verschieden. Für beide sind zwar auch Sporen die Ausgangspunkte, aber diese unterscheiden sich selbst schon durch verschiedene Größe und werden als Kleinsporen (Mikrosporen) und Großsporen (Makrosporen) unterschieden. Sie entstehen in gesonderten Mikro- und Makrosporangien. Die Kleinsporen erzeugen kleine Prothallien mit Antheridien, die Großsporen solche mit Archegonien. Das Prothallium bleibt zum größten Teile im Innenraume der Spore verborgen. Nur einzelne oberflächliche Zellen dieses unvollkommenen Prothalliums drängen aus den Rissen der stellenweise geborstenen Sporenhaut hervor, und hier bilden sich Antheridien oder Archegonien. In der Scheitelzelle des Antheridiums entsteht ein Füllgewebe und aus jeder Zelle des Füllgewebes ein schraubig gedrehtes Spermatozoid. Das Öffnen des Antheridiums und das Auskriechen der Spermatozoiden erfolgt dann in derselben Weise wie bei den Farnen. Das Prothallium, welches in den Großsporen entsteht und meist nur ein Archegonium erzeugt, ist zwar zellenreicher und umfangreicher als das männliche, verläßt aber ebensowenig wie dieses den Innenraum der Großspore, sondern drängt sich nur an einer Stelle, wo die äußere derbe Haut der Großspore aufgerissen ist, ein wenig hervor. Es hat sich eigentlich hier ein zweifaches Gewebe innerhalb einer jeden Großspore herausgebildet, nämlich das eben erwähnte Prothallium zwischen den aufgerissenen Lappen der äußeren Sporenhaut und ein im Grunde der Großspore gelagertes Reservestoffgewebe, das sehr reich an Stärke und Fett ist und als Nahrungsspeicher für das Prothallium dient, wenigstens auf so lange, als dieses die Nahrung aus der Umgebung sich nicht selbst zu verschaffen imstande ist. Die Bildung der später verschleimenden Halszellen, das Eindringen der Spermatozoiden und der Akt der Befruchtung und die Entwicklung des Embryos ist im wesentlichen nicht anders als bei den Farnen im engeren Sinne.

Die bei den Wasserfarnen und Selaginellen in der Großspore sich abspielenden Vorgänge hat man mit der Bildung der Samenanlage, wie sie bei den im nächsten Kapitel zu besprechenden Phanerogamen vorkommt, verglichen, und man hat tatsächlich vorhandene Analogien,

welche hier und dort bestehen, hervorgehoben. Mit Rücksicht auf das gleiche Ziel, welches durch diese Entwicklungsvorgänge in den verschiedensten Abteilungen des Pflanzenreiches angestrebt wird, sind solche Analogien von Bedeutung für die Vorstellung eines genetischen Zusammenhanges zwischen den Farnen und den Blütenpflanzen, der, schon seit Goethe geahnt, von W. Hofmeister durch glänzende Untersuchungen wahrscheinlich gemacht worden ist.

Was hat nun aber diese seltsame regelmäßige Aufeinanderfolge von geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Generation, dieses Auseinanderziehen eines Entwicklungsganges in zwei räumlich und zeitlich getrennte Abschnitte, für eine biologische Bedeutung.

Es ist nicht anzunehmen, daß das Prothallium Stoffe sammelt, um die Sporengeneration (den Sporophyten) vorzubereiten. Dazu ist es zu winzig und unvollkommen und zu kurzlebig. Wollte man behaupten, die Befruchtung sei eine absolute Vorbedingung der Entstehung des Sporophyten, so widerlegten das eine Menge Farne, bei denen ohne Befruchtung, nicht einmal aus einer Eizelle, sondern aus dem vegetativen Gewebe des Prothalliums ein junges Farnkraut hervorsproßt. Man nennt sie apogame Farne. So könnte denn vielleicht umgekehrt die lange Vegetation der Sporenpflanze die Vorbereitung für die Geschlechtergeneration sein. Aber wie sollte man sich dann die einstige Entstehung dieses Verhältnisses denken. Das einfache Prothallium mit seinen an die Algen erinnernden Fortpflanzungsorganen war zweifellos früher da als das Farnkraut und hat vielleicht anfangs einfachere zweite Generationen erzeugt. Da aber das Farnkraut noch heute vom Prothallium abstammt, so kann es nicht als Vorbedingung für dieses gelten. Die Frage nach der Bedeutung des Generationswechsels ist heute noch nicht zu beantworten. Wir sehen und bewundern die seltsamen Wege, die die Natur mit ihren Formenbildungen einschlägt, wir erkennen wohl ein gewisses Ziel, aber den tieferen Sinn solcher verwickelten Vorgänge zu erfassen, ist uns dadurch erschwert und vielleicht unmöglich gemacht, daß wir in die einmalige Entstehung solcher Verhältnisse keinen Einblick gewinnen können und somit den Schlüssel für das Verständnis nicht besitzen.

Noch in einer anderen wichtigen Abteilung der Kryptogamen, bei den Moosen, spielt sich ein ähnlicher Generationswechsel ab, und seine Beschreibung, die vielleicht logischerweise hätte den Farnen vorausgehen können, wurde deshalb zurückgestellt, weil der Generationswechsel bei den Farnen wegen größerer Einfachheit leichter verständlich ist.

Auch die Moose, die dem Waldspaziergänger lieb und geläufig sind, besitzen einen Wechsel von sporenbildender und geschlechtlicher Generation (Sporophyt und Dophyt), und zwar sind die zierlichen Lebermoose und Laubmoosformen, deren wir uns in der Natur erfreuen, immer geschlechtliche Generationen. Sie tragen, wie die Farnprothallien, Archegonien und Antheridien, weshalb man die Moose auch mit den Farnen unter dem Namen Archegoniaten zu einer charakteristischen Abteilung des Pflanzensystems vereinigen kann. Seite 263, Fig. 10, sind diese Geschlechtsorgane abgebildet, und man erkennt am Ende eines Moosstengels die mit langem Halse versehenen Archegonien neben den kurzen ovalen, kapselähnlichen Antheridien. Gewöhnlich stehen mehrere Antheridien dicht beisammen. Jenen der Laubmoose sind sogenannte Paraphysen untermengt, Gebilde, welche an Haare erinnern, deren Bedeutung vielleicht die eines Schutzes ist. Bei vielen Arten der Moose entwickelt das eine Individuum nur Antheridien, das andere nur Archegonien, bei anderen dagegen sind Antheridien und Archegonien nebeneinander auf derselben Moospflanze ausgebildet. Ist das letztere der Fall, so zeigt entweder die Entwicklung des Archegoniums einen Vorsprung vor jener des Antheridium oder umgekehrt, wodurch eine Kreuzung verschiedener Individuen angestrebt wird.

Bei einigen Lebermoosen erheben sich um die Antheridien und auch um die Archegonien Ringwälle, und man sieht dann die genannten Gebilde in grubigen Vertiefungen der Sprosse eingesenkt; bei anderen Lebermoosen, z. B. bei *Marchantia*, werden einzelne Lappen oder Ästchen der flachen Sprosse in gestielte Schilde und Scheiben umgewandelt, und an diesen bilden sich in besonderen Nischen und Fächern der oberen oder unteren Seite die Antheridien und Archegonien aus. Bei jenen Lebermoosen, deren Sprosse in eine stammähnliche Achse und in blättchenförmige Zellflächen gegliedert sind, entspringen die Antheridien in den Achseln der Blättchen oder am Scheitel der Stämmchen in krugförmigen Aushöhlungen. Bei den Laubmoosen schließen die Hauptachsen oder Nebenachsen mit Gruppen von Antheridien oder Archegonien ab, und es sind besondere Blättchen als schützende Hüllen und Decken ausgebildet, die man Perichätium genannt hat. Bisweilen machen diese Blättchen den Eindruck von Blumenblättern, wie z. B. bei den Widertonen (*Polytrichum*), von welchen eine Art auf der Tafel „Laub- und Lebermoose“ bei S. 264 im Vordergrund links abgebildet ist. Bei diesen sind die Antheridien und Archegonien auf verschiedene Individuen verteilt, die Hüllblättchen am Scheitel jener Stämmchen, welche mit Antheridien abschließen, sind dicht zusammengedrängt, kurz und breit, braunrotgefärbt und ahmen kleine Blumenblätter nach, welche einem scheibenförmigen Blütenboden aufsitzen. Diese Widertone sind auch das Vorbild für jene Moose, bei welchen ein recht auffallender Gegensatz zwischen den die Antheridien und den die Archegonien stützenden Hüllschuppen beobachtet wird. Die Individuen, auf welchen nur Archegonien entstehen, zeigen nämlich eine ganz andere Gestalt und Gruppierung des Perichätiums als jene, welche nur Antheridien tragen. Die Befruchtung erfolgt ganz wie bei den Farnen. Das Antheridium öffnet sich an seinem Scheitel, und die losen, in einer schleimigen Masse eingebetteten Zellen werden in das umgebende Regen- oder Tauwasser ruckweise ausgestoßen. Hier schlüpfen die Spermatozoiden aus den sie umhüllenden zarten Zellhäuten aus und schwimmen mit Hilfe langer Wimpern, deren jedes zwei besitzt, im Wasser herum (s. die Abbildung, Bd. I, S. 29, Fig. 9 und 10). Sie gelangen durch den geöffneten, nur mit Schleim ausgefüllten Hals in die erweiterte Basis des Archegoniums, dringen in die Eizelle ein und befruchten sie.

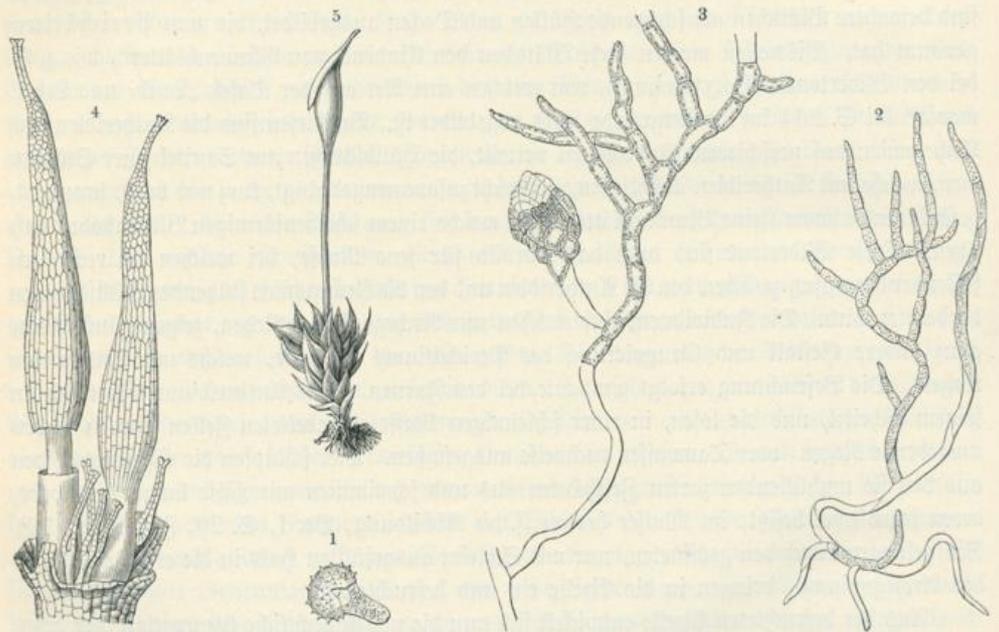
Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich nun die ungeschlechtliche Generation (der Sporophyt), aber es ist überraschend, daß diese nicht wie bei den Farnen ein beblättertes Pflanzengebilde ist, sondern eine langgestielte Kapsel, die, da sie sich von diesen Moospflänzchen nicht trennt, wie eine Frucht aussieht und von den älteren Botanikern auch als „Moosfrucht“ angesehen und so genannt wurde. Diese ungeschlechtliche Generation entwickelt sich in folgender Weise. Der Zellkörper, welcher durch Zellteilungen aus der im flaschenförmigen Archegonium geborgenen Eizelle nach der Befruchtung entstanden ist, gestaltet sich zu einem büchsenförmigen Körper, und unter demselben entsteht ein Stiel oder Träger der Büchse, dessen meistens knollig angeschwollene Basis in das Gewebe des Moosstämmchens eingesenkt ist. Wenn sich der Stiel der Büchse in die Länge streckt, wird das Archegonium nahe der Basis quer durchgerissen, und es bildet die frühere Hülle jetzt eine über die Büchse gestülpte Mütze, die auf dem Sporangium oft sitzen bleibt (s. Abbildung, S. 262, Fig. 4 und 5). Später wird diese Mütze abgeworfen, und die Büchse, die also ein Sporangium darstellt, da deren Füllgewebe sich mittlerweile in zahlreiche einzelne lose Sporen umgewandelt hat, öffnet sich und gibt die Sporen bei der geringsten Erschütterung den Winden preis. Die mannigfachen Formen der Mooskapsel werden durch die Abbildung auf S. 263 erläutert.

In der Abbildung auf S. 264, Fig. 1—11, erscheinen die seltsamen Gestalten der auf

dem Rote von Renttieren, Rindern und anderen Wiederkäuern wachsenden Splachnazeen (*Splachnum luteum*, *vasculosum*, *ampullaceum*) sowie das in Band I, S. 102, besprochene Smaragdmoos (*Schistostega osmundacea*) abgebildet.

Wie bei den Farnen sind die Sporenbehälter auch bei den Moosen während ihrer Entwicklung gegen schädliche äußere Einflüsse, zumal gegen Vertrocknung, geschützt, namentlich dadurch, daß die Mooskapseln bei den meisten Moosen durch einen zierlichen Deckel verschlossen sind, der sich erst nach der Reife der Sporen ablöst (S. 263, Fig. 1—3).

Beim Öffnen der Kapsel kommt dann ein zweiter Schutz zum Vorschein, der die reifen

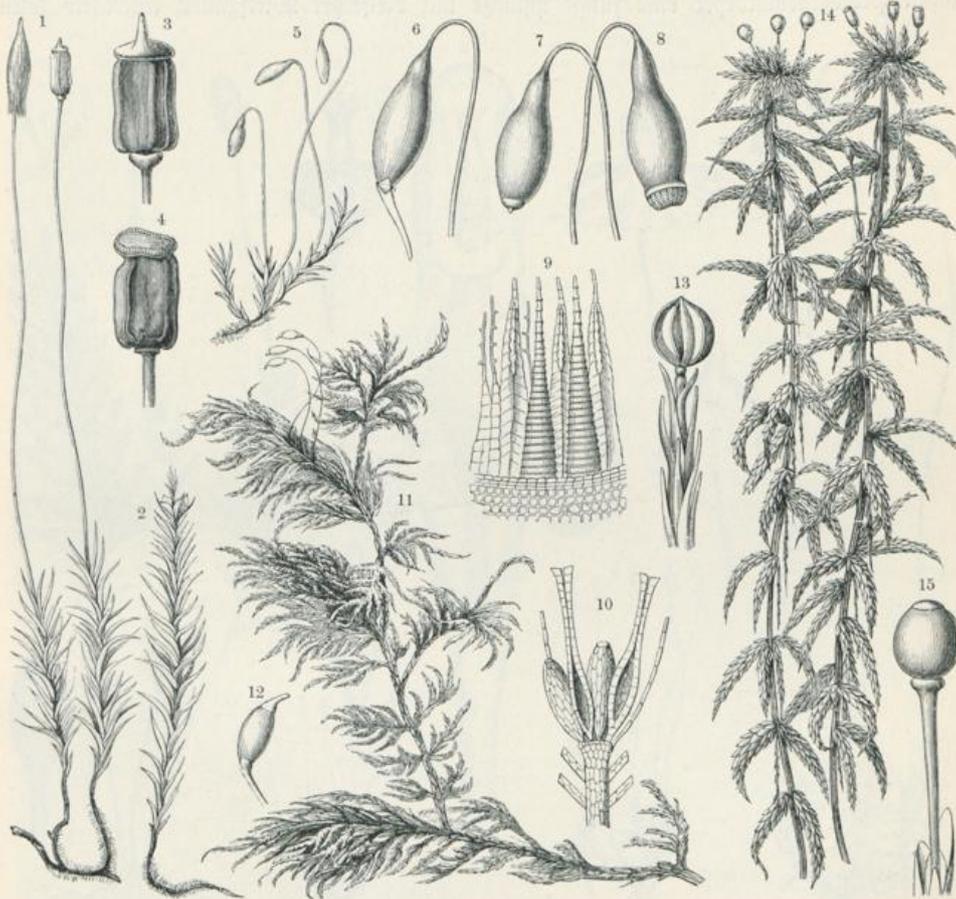


Generationswechsel der Moose: 1) eine feine ungeschlechtliche Spore, 2) Protonema, 3) Protonema mit der Knospe eines Moosstämmchens, 4) Scheitel eines Moosstämmchens mit Archegonien und zwei aus den Archegonien hervorgegangenen jungen Kapseln; 5) Moosstämmchen, an dessen Scheitel aus einem dort entstandenen Archegonium eine gestielte Kapsel als zweite, ungeschlechtliche Generation hervorgegangen ist; in der endständigen Blüthe werden ungeschlechtliche Sporen ausgebildet. Fig. 1—3: 350—400fach, Fig. 4 ungefähr 80fach und Fig. 5: 5fach vergrößert. (Zu S. 261.)

Sporen vor Benetzung durch Regen beschützt. Es ist das ein aus zahnförmigen Streifen bestehender Besatz des Randes der Kapsel (Mundbesatz oder Peristom genannt). Seine Zähne sind hygroskopisch, biegen sich bei trockenem Wetter zurück, um den Sporen den Austritt zu gewähren, und neigen sich bei feuchtem Wetter wie ein schützendes Dach zusammen. Die Sporenkapseln der Andreaazeen und Torfmoose sind kugelig und öffnen sich in anderer Form (Fig. 13 und 14). Bei den meisten Lebermoosen bilden sich neben den Sporen in der Kapsel noch seltsam geformte Zellen von Spindelform mit schraubig gewundenen Zellstoffleisten. Sie machen wegen ihrer Hygroskopizität wurmartige Bewegungen und werfen dadurch die Sporen aus der Kapsel heraus. Wichtig für das Verständnis ist es, nicht zu vergessen, daß diese scheinbare Frucht der Moose deren ungeschlechtliche Generation, also etwas Selbständiges, darstellt und trotz der geringen Ähnlichkeit dem ganzen Farnkraut mit Blättern und Wurzeln entspricht. Beide stellen einen Sporophyten dar.

Clarum

Die keimende Moosspore bildet kein Prothallium wie die Farnspore, aber ein grünes, mit bloßem Auge sichtbares Gespinnst zarter Fäden (Fig. 2). Man hat es Vorkeim oder *Protoneura* genannt. Einige der Zellfäden sind farblos oder gebräunt, mit schiefstehenden Querwänden versehen und dringen wie Wurzeln (Rhizoïden) in den Boden ein, die anderen sind

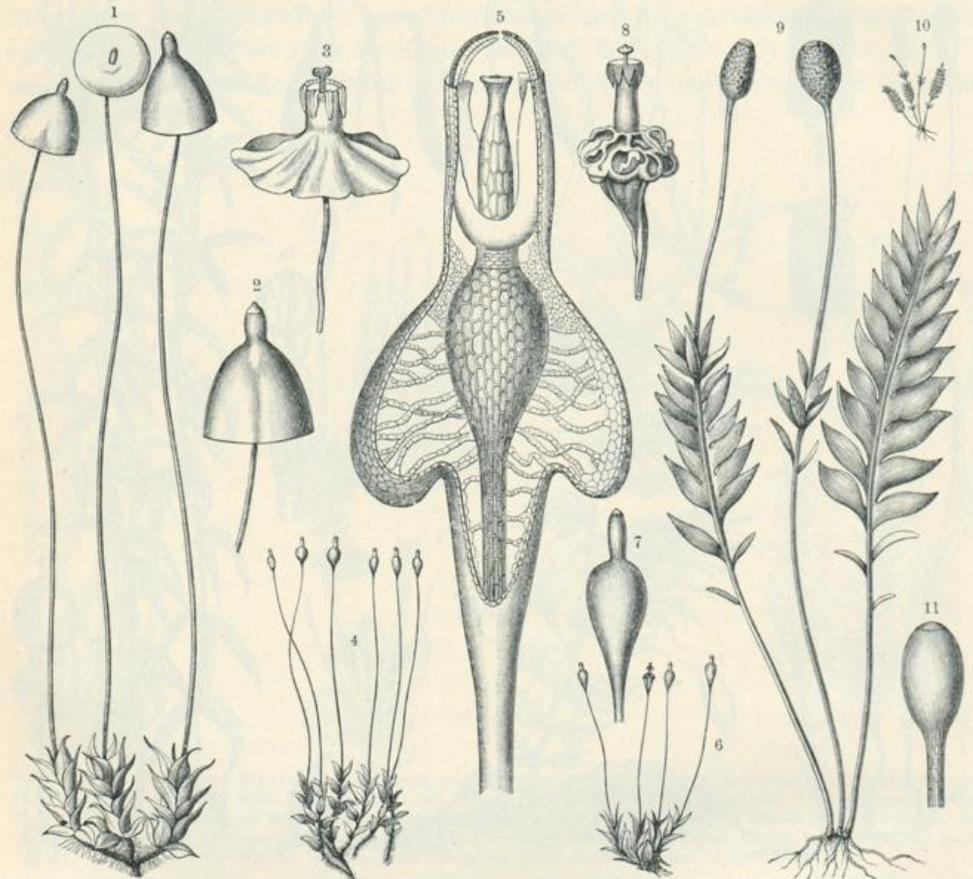


Laubmoose: 1) *Polytrichum commune*, das Sporangium links von der Mütze verfüllt, das Sporangium rechts entblüht, 2) dasselbe Moos in früherem Entwicklungsstadium; 3) Sporangium von *Polytrichum commune* mit Deckel, 4) dasselbe nach dem Abfallen des Deckels; 5) *Bryum caespiticium*, 6) Sporangium desselben Mooses mit aufspitzer Mütze, 7) dasselbe ohne Mütze, aber noch zugebedelt, 8) dasselbe abgedelt, der Mundbesatz sichtbar, 9) ein Stiel des Mundbesatzes; 10) Antheridien, Archegonien und Paraphysen des *Bryum caespiticium*; 11) *Hylocomium splendens*, 12) Sporangium desselben; 13) *Andreaea rupestris* mit aufgesprungenem Sporangium; 14) *Sphagnum cymbifolium*, die kugelförmigen Sporangien desselben an dem Exemplare links noch geschlossen, an jenem rechts geöffnet, 15) ein einzelnes Sporangium desselben Mooses. Fig. 1, 2, 5, 11, 14 in natürl. Größe, Fig. 3, 4, 6, 7, 8, 12, 13 und 15: 3-5fach, Fig. 9 und 10: 150fach vergrößert. (Zu S. 260.)

lebhaftgrün und breiten sich über dem Boden aus. Aus einigen grünen Zellen des Protoneuras wachsen nach einiger Zeit knospenartige Gebilde hervor (s. Abbildung, S. 262, Fig. 2 und 3). Aus dieser Knospe erst wird eine neue sich in Stämmchen und Blätter gliedernde Moospflanze, die wieder Geschlechtsorgane erzeugt.

Aus der Fülle von Formen, in der die Fortpflanzung im Pflanzenreich sich abspielt, sind nur wenige herausgewählt worden, um zu zeigen, in welcher verschiedenen Gewand sich ein und derselbe physiologische Vorgang kleiden kann. Warum das so ist, darüber können wir keine

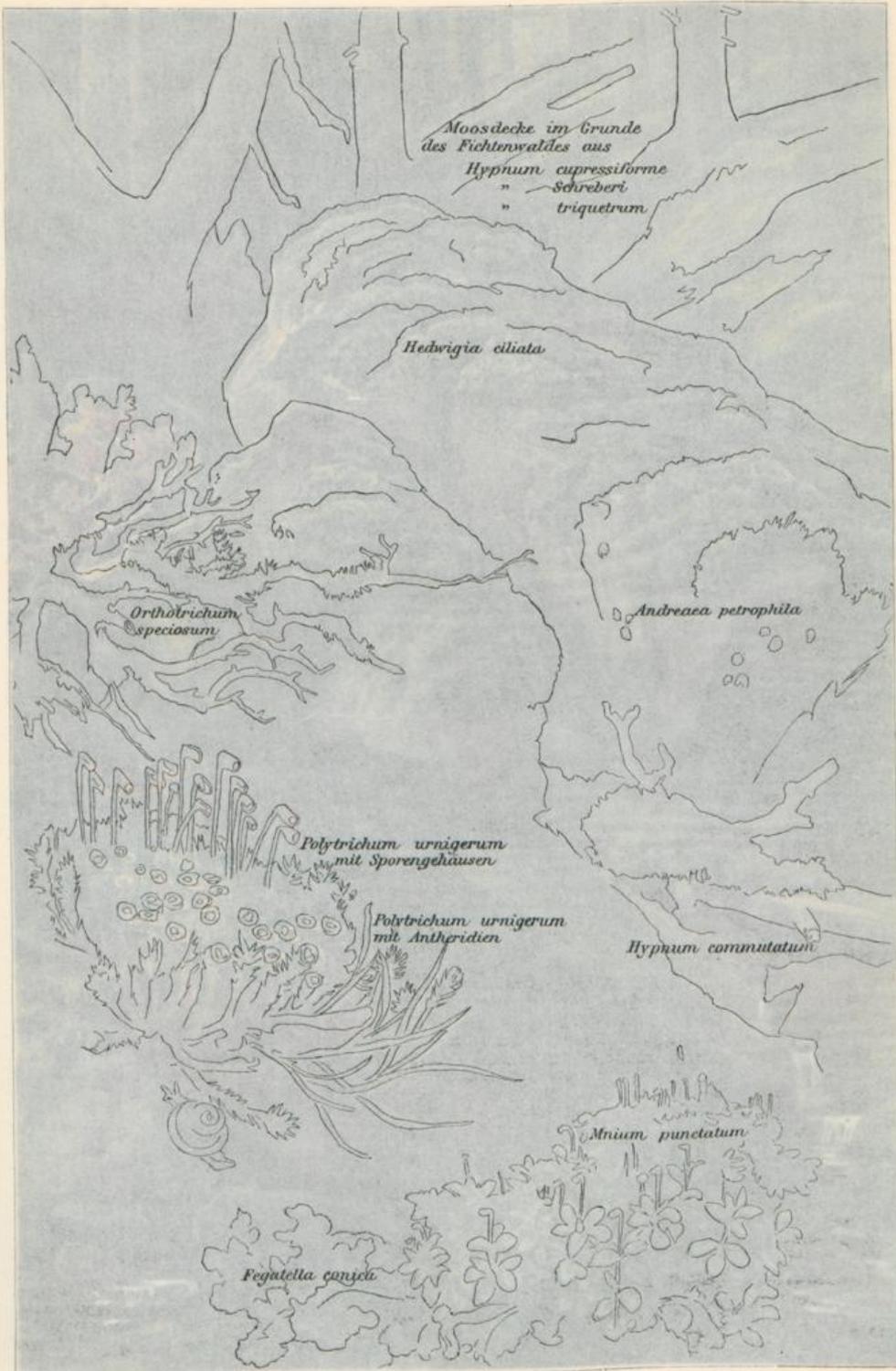
andere Auskunft geben, als das alle diese Formverhältnisse sich im Laufe unmeßbarer Zeiten nebeneinander und auseinander entwickelt haben und aus diesem Grunde existieren müssen. Das Ziel war überall das gleiche, die Erzeugung von Keimzellen. Aber diese selbst bieten uns gleichfalls nur Rätsel. Wir haben keine Erklärung dafür, warum sich aus einem einfachen Protoplasma Körper eine junge Pflanze mit vielfacher Wirksamkeit entwickeln kann.



Generationswechsel der Moose. Verschiedene Formen der Büchsen, welche als ungeschlechtliche Generation aus dem Scheitel der Moosstämchen hervordringen: 1) *Splachnum latum*, 2) eine unreife Büchse, 3) eine reife Büchse desselben Mooses; 4) *Splachnum vasculosum*, 5) Längsschnitt durch eine reife Büchse dieses Mooses; 6) *Splachnum ampullaceum*, 7) eine unreife Büchse, 8) eine reife Büchse desselben Mooses; 9) und 10) *Schistostega osmundacea*, 11) eine reife Büchse dieses Mooses. Fig. 1, 4, 6, 10 in natürl. Größe, Fig. 2 und 3: 2fach, Fig. 7—9: 10fach, Fig. 11: 15fach, Fig. 5: 100fach vergrößert. (Zu S. 261 und 262.)

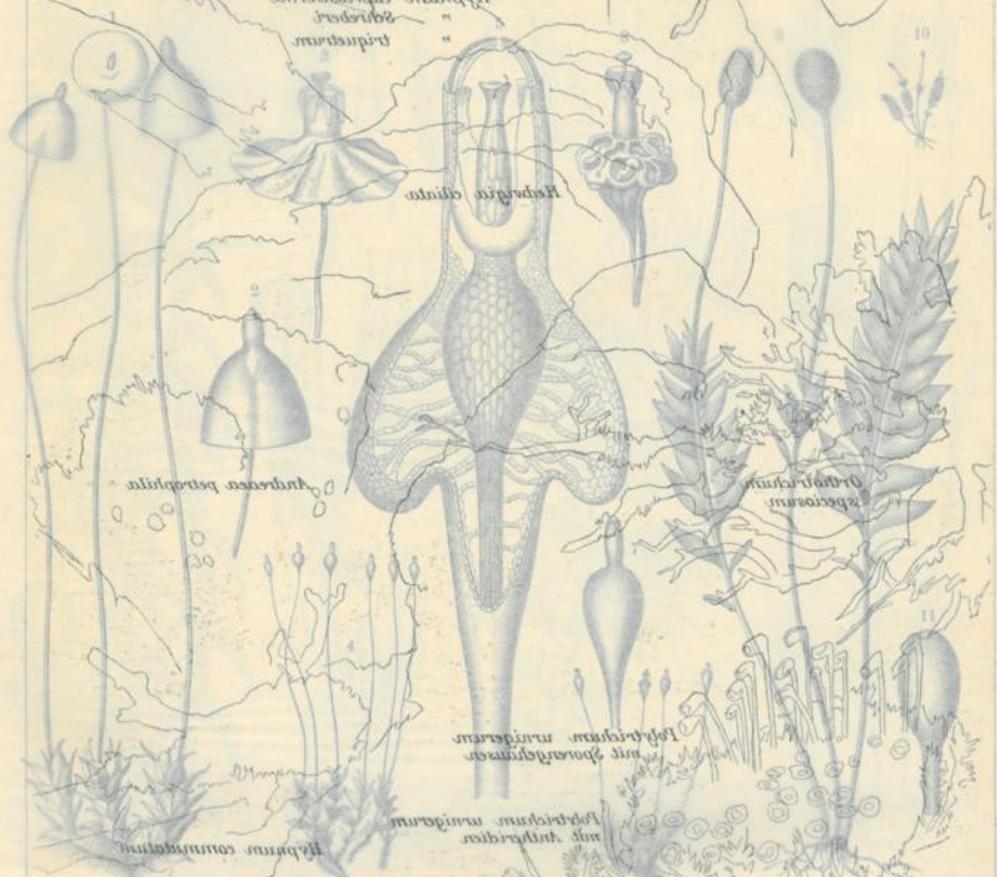
Ebenjowenig begreifen wir, warum einmal ein solcher Protoplast seine Entwicklung ohne weiteres beginnt, das andere Mal erst dann, wenn ein anderer Protoplast oft von ganz geringer Masse sich mit ihm vereinigt. Betrachten wir alle die verschiedenen Keimzellen, die es gibt, so finden wir so wenig Unterschiede und so große Ähnlichkeiten, daß die Tatsache, daß aus solchen Keimzellen sich himmelweit verschiedene Pflanzenformen, hier eine zarte Alge, dort ein mächtiger Baum, entwickeln, uns nur erkennen läßt, wie unbegreiflich die täglich sich vor uns abspielenden Naturvorgänge unserem Verstande sind. Wir kommen kaum weiter, als sie zu ordnen.

[Zur Tafel: »Laub- und Lebermoose«.]



Laub- und Lebermoose.

andere Auskunft geben, als das alle diese Formverhältnisse sich im Laufe unmeßbarer Zeiten nebeneinander und auseinander entwickelt haben und aus dieser Grunde existieren müssen. Das Ziel war überall das gleiche, die Erzeugung von Keimzellen. Aber diese selbst bieten uns gleichfalls nur Räthsel, die eine Erklärung geben, warum sich aus einem einfachen Protoplasmakörper ein so vielfacher Bau entwickelt kann.



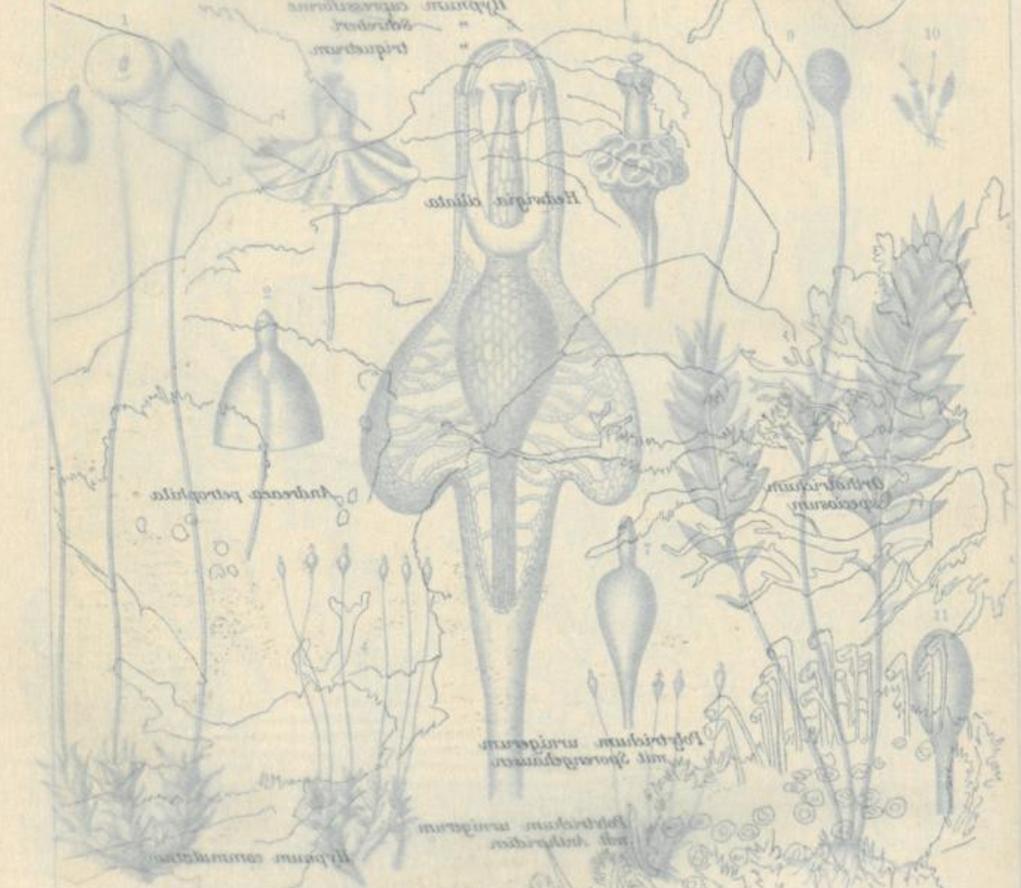
Generationswechsel der Moose. Verschiedene Formen der Moose, die aus einer einzigen Generation aus dem Eizelle der Moosstämmchen hervorgehen: 1) Sphacelium luteum, 2) eine unreife Spore, 3) eine reife Spore des gleichen Mooses, 4) Sphacelium vasculosum, 5) Sphacelium vasculosum durch eine reife Spore dieses Mooses, 6) Sphacelium vasculosum durch eine unreife Spore, 7) eine reife Spore dieses Mooses, 8) eine reife Spore dieses Mooses, 9) Schistostegia ovipendula, 10) Schistostegia ovipendula durch eine reife Spore dieses Mooses. Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 in natürl. Größe, Fig. 1 und 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 in 10mal. Vergrößerung. (Vgl. S. 261 und 262.)

Ebenjowenig bedarf es einer Erörterung, wie ein solcher Protoplast seine Entwicklung ohne weiteres beginnt, das andere ist ein Baum, ein anderer Protoplast oft von ganz geringer Masse sich mit ihm verbindet. Wir haben für alle die verschiedenen Keimzellen, die es gibt, so finden wir so wenig Unterschiede, so wenige Ähnlichkeiten, daß die Tatsache, daß aus solchen Keimzellen sich himmelhohe Bäume, oder eine zarte Alge, dort ein mächtiger Baum, entwickeln, uns nur erstehen läßt, die undurchdringlichen Vor uns abspielenden Naturvorgänge unserer Betrachtung sind. Wir können kaum weiter, als sie zu ordnen.



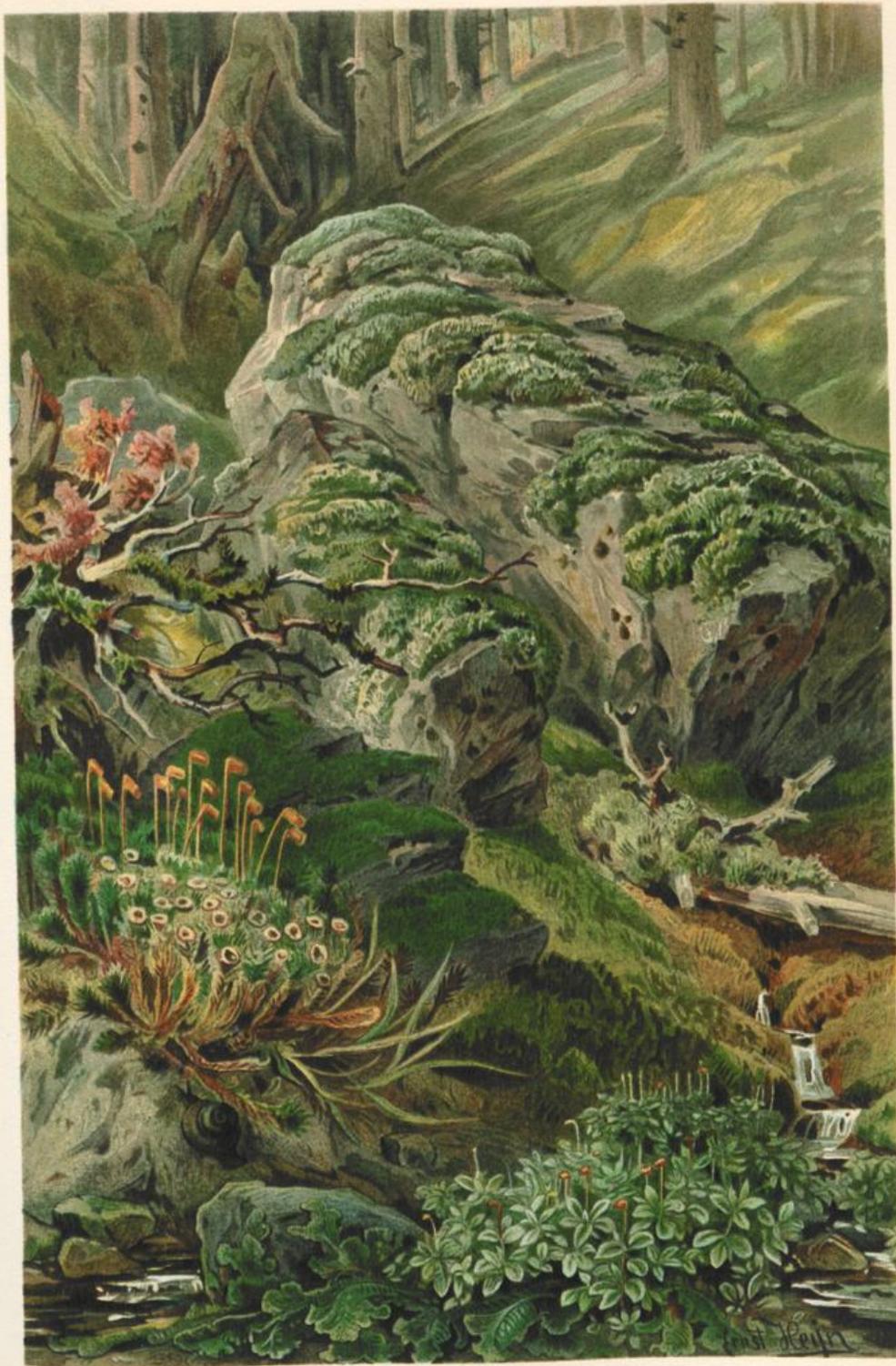
Laub- und Lebermoose.

andere Auskunft geben, als das alle diese Formenverhältnisse sich in Laufe unmeßbarer Zeiten nebeneinander und auseinander abspielen und aus diesen Formen existieren müssen. Das Ziel war überall die Erklärung der Entstehung von Keimzellen. Aber diese selbst bieten uns gleichfalls nur wenig Aufklärung dafür, warum sie aus einem einfachen Protoplasmaleben zu einer so vielfachen Wirksamkeit entwickeln kann.

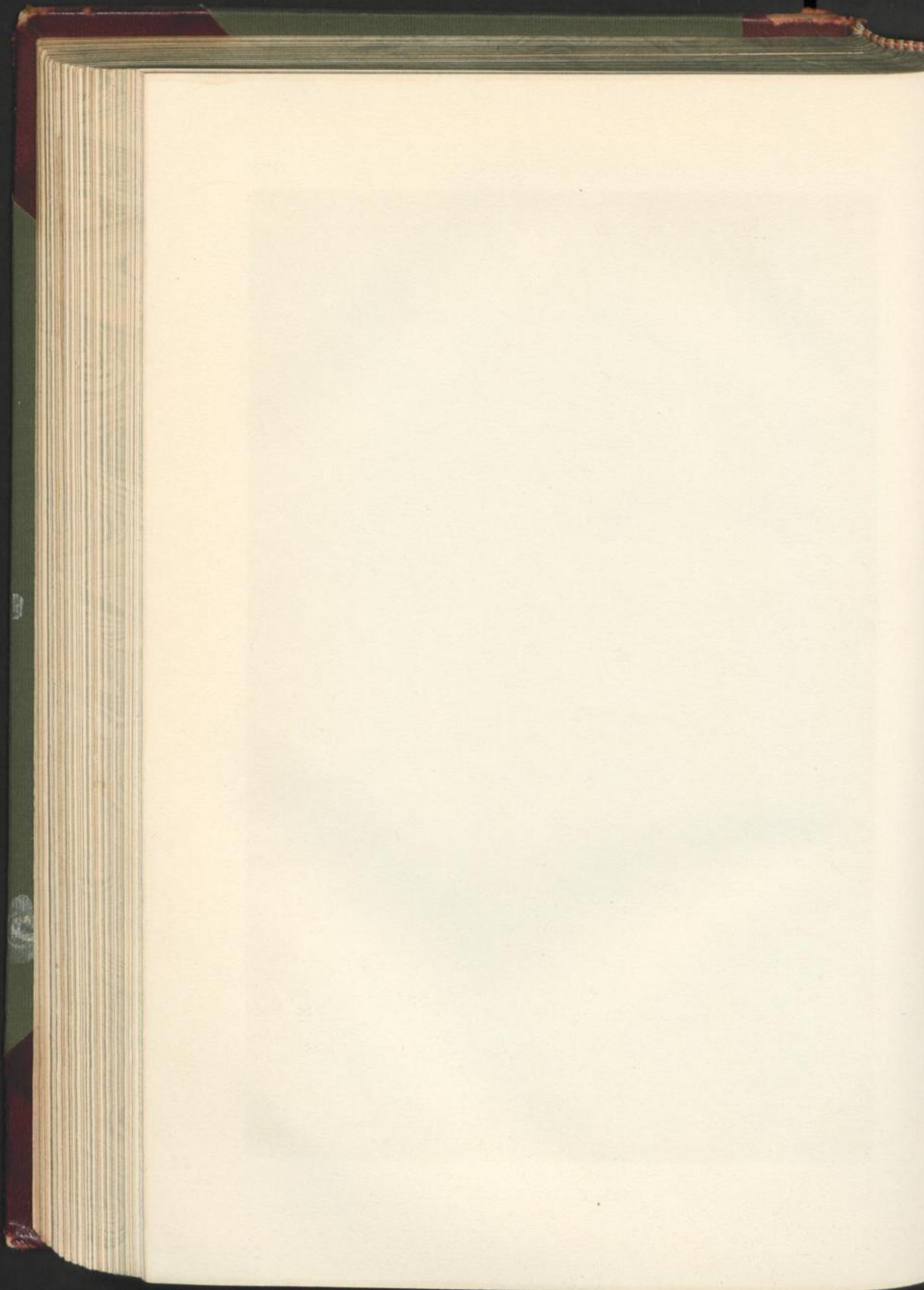


Generationsfolge der Keimzellen. Die obere Reihe zeigt die Keimzellen der Eltern, die untere Reihe die Keimzellen der Kinder. Die mittlere Reihe zeigt die Keimzellen der Eltern, die untere Reihe die Keimzellen der Kinder. Die obere Reihe zeigt die Keimzellen der Eltern, die untere Reihe die Keimzellen der Kinder. Die mittlere Reihe zeigt die Keimzellen der Eltern, die untere Reihe die Keimzellen der Kinder.

Ebenjowenig begreift man, warum einmal ein solcher Keimleib seine Entwicklung ohne weiteres beginnt, das andere mal nicht, wenn ein anderer Protoplast oft von ganz geringer Masse sich mit ihm vereinigt. Wir kennen nur alle die verschiedenen Keimzellen, die es gibt, so finden wir so wenig Ursache dafür, daß aus solchen Keimzellen sich hunderttausend verschiedene Pflanzenformen, die eine sehr Alge, dort ein mächtiger Baum, entwickeln und nur eben so gut wie unbegreiflich verschiedenartig abspielenden Naturvorgänge in ihrem Leben abspielen und die Ordnung...



Laub- und Lebermoose.



### 3. Die Fortpflanzung bei den Phanerogamen.

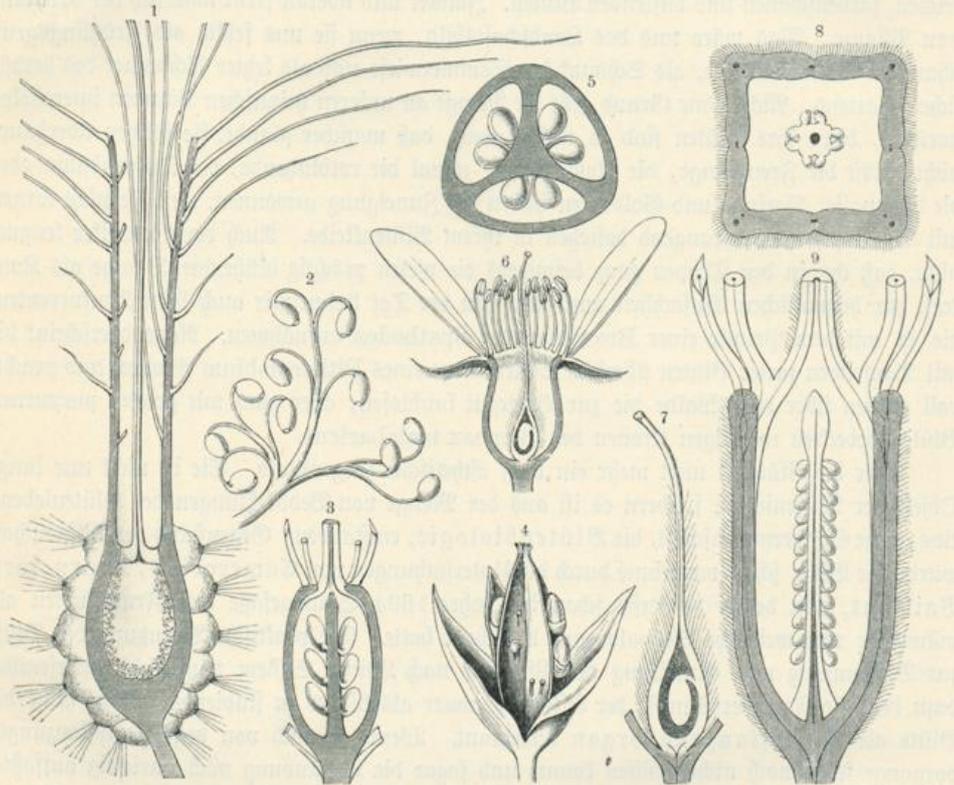
#### Die Biologie der Blüte und die Bestäubungseinrichtungen.

Die Pflanzen verdanken das allgemeine Ansehen, die Beliebtheit, die sie genießen, die sorgende Liebe, die man ihnen entgegenbringt, nicht ihrem grünen Laube, sondern den formreichen, farbenschönen und duftenden Blüten. Immer und überall freut man sich der blühenden Pflanze. Was wäre uns das Landschaftsbild, wenn sie uns fehlte als Frühlingsgruß schneeiger Obstbaumblüte, als Schmuck der Sommerwiese und als letzter Schimmer des herbstlichen Gartens. Nicht ohne Grund geht die Menge an unseren heimischen Bäumen interesselos vorüber, denn ihre Blüten sind so unscheinbar, daß mancher glaubt, sie blühen überhaupt nicht. Erst die Fremdlinge, die Kastanie, zumal die rotblühende, der Tulpenbaum oder die Magnolie, Syringe und Goldregen haben die Zuneigung gewonnen, weil sie nicht kargen mit Blüten, sondern prangend dastehen in ihrem Blütenkleide. Auch der Botaniker leugnet nicht, daß ihn in den Tropen ganz besonders die vielen prächtig blühenden Bäume als Kontrast zur heimatischen Einfachheit anziehen. In der Tat haben wir auch keine Konkurrenten, die es mit dem Prunke einer *Brownea* oder *Spathodea* aufnehmen. Reizend erscheint die mit Tausenden zarter Blüten überfäete Schirmkrone eines *Pithecolobium* Saman, und prachtvoll glühen über dem Walde die zur Blütezeit laublosen, aber ganz mit großen purpurnen Blüten bedeckten mächtigen Kronen des *Bombax malabaricus*.

Aber die Blüte ist nicht mehr ein bloß ästhetischer Gegenstand. Sie ist nicht nur lange Objekt der Wissenschaft, sondern es ist aus der Menge von Beobachtungen des Blütenlebens eine ganze Sonderwissenschaft, die Blütenbiologie, entstanden. Gegenstand der Wissenschaft wurde die Blüte schon vor Linné durch die Untersuchungen von Camerarius, Tournefort, Bailliant, von denen der erste schon im Jahre 1694 Staubgefäße und Fruchtknoten als männliche und weibliche Sexualorgane bezeichnet hatte. Die praktische Benutzung der Blüte zur Bestimmung und Einteilung der Pflanzen nach Linnés System trug nicht unwesentlich dazu bei, die Formverhältnisse der Blüten genauer als bisher zu studieren. Linné hatte die Blüte als Fortpflanzungsorgan anerkannt. Wenn er auch von dem Fortpflanzungsvorgange selbst noch nichts wissen konnte und sogar die Bestäubung noch unrichtig auffaßte, so waren doch Fruchtknoten und Staubgefäße als die eigentlichen Sexualorgane der Blüten von ihren als bloße Hüllen dienenden Blumenblättern und Kelchblättern wohl unterschieden.

Diese einfachen Kenntnisse bilden die Grundlage zum Verständnis der Blüte als Fortpflanzungsapparat, welcher in der Weise in Wirkung tritt, daß der in den Antheren erzeugte Pollen oder Blütenstaub von einer Blüte in der Regel auf die Narbe einer anderen Blüte gebracht wird und die im Fruchtknoten verborgenen Samenknospen durch Aussendung eines langen zarten Schlauches befruchtet. Mit den Fortpflanzungsvorgängen der Kryptogamen bekannt, könnte man verleitet werden, unrichtige Vergleiche anzustellen. Dort wurden die männlichen Organe als Antheridien, die weiblichen als Oogonien oder Archegonien bezeichnet. Daher könnte man meinen, der Fruchtknoten der Blüte sei den Oogonien, die Staubfäden den Antheridien gleichzusetzen. Aber die Organe sowohl, als der äußere Verlauf der Befruchtung, sind bei den Phanerogamen und Kryptogamen grundverschieden, und es lassen sich nur bei einigen Abteilungen der letzteren Analogien auffinden, die zu erläutern aber wegen der Schwierigkeit nicht in der Absicht dieses Buches liegen kann. Allerdings handelt es sich

immerhin auch bei dem Befruchtungsvorgang in der Blüte in letzter Linie um die Verschmelzung einer weiblichen und männlichen Keimzelle. Hierin liegt der Vergleichspunkt mit den Kryptogamen. Der eigentliche Fortpflanzungsakt ist aber bei den Blütenpflanzen durch die verschiedenen Vorbereitungen und Einrichtungen dazu so verdeckt, daß man die Übereinstimmung mit den Kryptogamen nur durch sorgfältige Studien erkennen kann. Ein Grund der großen äußerlichen Verschiedenheit der Fortpflanzungsvorgänge in den beiden großen Abteilungen des



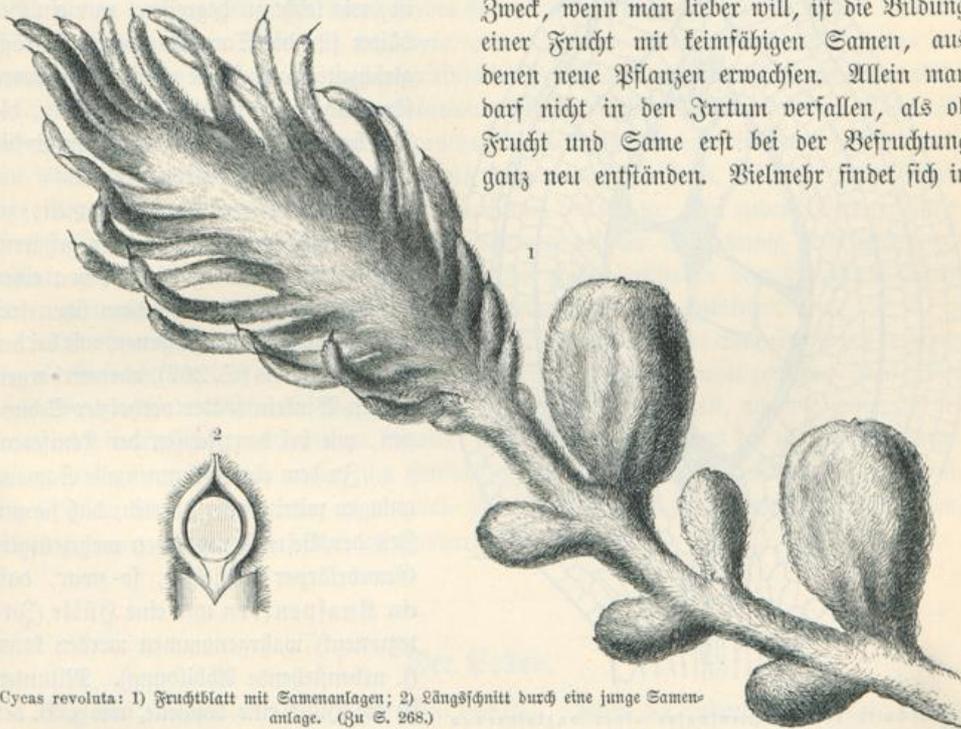
Anlagen von Phanerogamenfrüchten: 1) Längsschnitt durch die Fruchtanlage von *Cereus grandiflorus*, 2) Samenanlagen auf verzweigtem Träger aus dem Grunde der Fruchtanlage von *Cereus grandiflorus*; 3) Längsschnitt durch die Fruchtanlage von *Hedychium angustifolium*, 4) aufgesprungene Frucht derselben Pflanze, 5) Querschnitt durch die Fruchtanlage derselben Pflanze; 6) Längsschnitt durch die Blüte des Mandelbaumes (*Amygdalus communis*), 7) Längsschnitt durch die Fruchtanlage derselben Pflanze; 8) Querschnitt, 9) Längsschnitt durch die Fruchtanlage des Weidenröschens (*Epilobium angustifolium*). Fig. 1 in natürl. Größe, Fig. 3—6 schwach vergrößert, Fig. 2, 7—9 ungefähr 10fach vergrößert.

Pflanzenreiches liegt in der großen Verschiedenheit der Lebensweise. Die Kryptogamen, auch wenn sie nicht wie Algen und andere Wasserkryptogamen im Wasser leben, sind an reichliche Feuchtigkeit gebunden, haben sich mit ihrer Fortpflanzung diesem Medium angepaßt und besitzen daher meist bewegliche männliche Keimzellen (Spermatozoiden). Die Phanerogamen leben mit wenigen Ausnahmen von Luft umgeben, und die Mithilfe des Wassers zum Transport männlicher Keimzellen zu den Eizellen ist ausgeschlossen. Die Blüte hat sich zu einem Lustorgan umgestalten müssen und ist auf andere Mittel der Befruchtung angewiesen.

Der Bau der Blüte ist auf S. 173 ff. so ausführlich beschrieben, daß die bei den folgenden Schilderungen benutzten Ausdrücke verständlich sind.

Die Befruchtung erfolgt in mehreren Abschnitten, von denen der erste das Ziel, die Befruchtung der Eizelle durch die Pollenzellen, vorbereitet. Die Eizelle ruht tief verborgen innerhalb eines Zellenraumes in der Samenanlage, dem Embryosack, und diese Samenknope ist selbst wieder umgeben von den zum Ovarium verwachsenen Fruchtblättern (vgl. Abbildung, S. 266). So sind die räumlichen Verhältnisse recht verwickelt, und es wird für das Verständnis dieser wichtigen Vorgänge notwendig, zunächst das empfangende Organ, das Gynäzeum oder den Fruchtknoten, noch etwas genauer kennen zu lernen, denn nur dann versteht man, wie daraus das eigentliche Produkt der Befruchtung, Frucht und Same, entstehen kann.

Das Endziel der Befruchtung oder ihr Zweck, wenn man lieber will, ist die Bildung einer Frucht mit keimfähigen Samen, aus denen neue Pflanzen erwachsen. Allein man darf nicht in den Irrtum verfallen, als ob Frucht und Same erst bei der Befruchtung ganz neu entstünden. Vielmehr findet sich in



*Cycas revoluta*: 1) Fruchtblatt mit Samenanlagen; 2) Längsschnitt durch eine junge Samenanlage. (Zu S. 268.)

der Blüte schon vor der Befruchtung die Anlage der Frucht und des Samens vor, die mit der Blüte entstanden sind (s. Abbildung, S. 266). Die Befruchtung durch den Pollenschlauch veranlaßt diese Anlagen nur, sich zu entwickeln, und ohne Befruchtung würden sie allerdings als Anlagen ohne Bedeutung zugrunde gehen.

Wenn man sieht, wie andererseits aus der winzigen Fruchtanlage (dem Fruchtknoten) einer Blüte bei der Kokospalme eine mächtige Frucht von erstaunlichem Durchmesser entsteht, nur durch die Wirkung des Inhaltes einer mikroskopischen Pollenzelle, dann erscheint der Befruchtungsvorgang als einer der merkwürdigsten Vorgänge des Pflanzenlebens.

Blickt man in eine Blüte, unter Umständen unter Benutzung einer Lupe, hinein, so gewahrt man im Zentrum die ganze Anlage der Frucht. Ihre Form kann zwar sichtbare Verschiedenheiten bei verschiedenen Blüten zeigen. Immer aber ist es ein kleiner, zarter, unten grün gefärbter Körper von einfacher rundlicher oder länglicher Gestalt. Diese Fruchtanlage ist

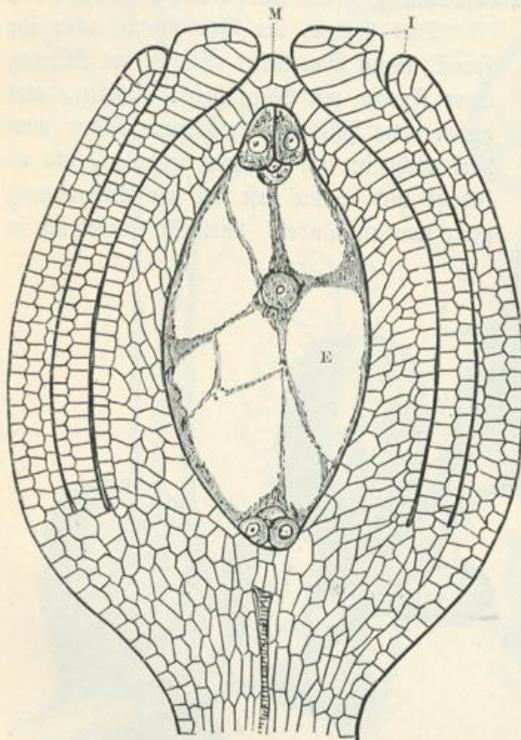
aus einer oder mehreren blattartigen Bildungen zusammengewachsen, und auf einem Durchschnitte läßt sich leicht sehen, daß diese Anlage einen ansehnlichen Hohlraum umschließt. Im Inneren dieses Raumes finden sich, entweder der Wand angeheftet oder auf einer mittelständigen Gewebefäule befestigt, kleine weiße Körnchen in der Einzahl oder Mehrzahl, oft sogar sehr viele, je nach der Art der Blüte, die man untersucht. Diese Körnchen sind die Samenanlagen, wohl weniger gut Samenknochen genannt. (Vgl. Abbildung, S. 182.)

Diese Samenanlagen sind die wichtigsten Einschlüsse des Fruchtknotens, denn sie ganz allein werden durch die Schläuche der Pollenzellen befruchtet; der Fruchtknoten ist, wie leicht zu begreifen, nur ein Behälter für die Samenknochen und trägt gleichzeitig auf seiner Spitze den Empfangsapparat für die Pollenzellen, die Narbe, und das Zuleitungsorgan für die Pollenschläuche, den Griffel.

Nur bei den Gymnospermen, zu denen auch unsere Nadelhölzer gehören, sind die Samenanlagen nicht von einer Fruchthülle umgeben, sondern sitzen frei auf blattartigen Tragorganen, wie bei der Gattung *Cycas* (S. 267), oder verborgen in den Winkeln später verholzter Schuppen, wie bei den Zapfen der Koniferen.

In dem einen stimmen alle Samenanlagen miteinander überein, daß sie zur Zeit der Befruchtung einen mehrzelligen Gewebekörper darstellen, so zwar, daß ein Knospkern und eine Hülle (Integument) wahrgenommen werden kann (s. nebenstehende Abbildung). Mitunter ist die Hülle eine doppelte, wie z. B. bei *Delphinium* und *Butomus*, während sie in anderen Fällen, wie beispielsweise bei *Cycas revoluta*, einfach bleibt.

Wo eine deutliche Hülle ausgebildet ist, bleibt doch immer eine kleine Stelle des Knospkernes von ihr unbedeckt, und diese Stelle wird Keimmund oder Mikropyle genannt. In den meisten Fällen liegt die Mikropyle der Basis der Samenanlage gegenüber, und dann wird die Samenanlage geradeläufig (atrop) genannt. Bisweilen aber ist die ganze Samenanlage bogenförmig gekrümmt, und es erscheint dann die Mikropyle dem Grunde der Samenanlage mehr oder weniger genähert, in welchem Falle man die Samenanlage krummläufig (kampylotrop) zu nennen pflegt. Häufig stehen die Samenanlagen mit ihren Trägern durch eine Art Stiel oder durch einen förmlichen Faden in Verbindung, aber es kommt auch vor, daß sie ohne Stiel mit breiter Basis ihrem Träger aufsitzen. Die Fig. 2 der Abbildung auf S. 183 zeigt den ziemlich häufigen Fall,



Durchschnitt einer Samenknoche einer angiospermen Pflanze vor der Befruchtung. Der Knospkern, in welchem sich eine einzige Zelle durch Wachstum zum Embryosack (E) vergrößert hat, ist von zwei Hüllen (Integumenten, I) umgeben, die oben einen Zugang (Mikropyle, M) zum Embryosack offen lassen. Hier liegt der aus drei Zellen bestehende Apparat, gegenüber die Antipoden.

wo die von einem fadenförmigen Stiele getragene Samenanlage gleichsam umgestürzt und an der einen Seite mit dem Stiele verwachsen ist. In der botanischen Kunstsprache wird der fadenförmige Stiel Funikulus und die Leiste, welche durch Verwachsung desselben mit der umgekehrten Samenanlage entsteht, Raphe genannt. Solche umgewendete oder umgestürzte und an der einen Seite mit dem Funikulus verwachsene Samenanlagen werden gegenläufig (anotrop) genannt und sind sehr verbreitet.

Die Zellen, aus denen sich der Kern der Samenanlage aufbaut, zeigen ein gleichmäßiges Wachstum und bleiben klein. Nur eine der Zellen entwickelt sich zu auffallender Größe und bildet sich zum Keimsack oder Embryosack aus. Bei den Nadelhölzern ist sie im Vergleich zu den anderen Zellen des Kerngewebes von mäßigem Umfange, bei den meisten anderen Samenpflanzen aber erweitert sie sich, verdrängt mehr oder weniger die übrigen Zellen des ganzen Kernes und ist dann nur von einer einfachen Zellschicht umgeben. Der protoplasmatische Zellenleib des Embryosackes ist von Vakuolen reichlich durchsetzt. Unterhalb der Mikropyle bilden sich nach vorbereitenden Kernteilungen drei hautlose Zellen aus, die frei in den Embryosack hineinragen. Diese drei Zellen werden als Eiapparat bezeichnet. Eine der Zellen ist die Eizelle, denn aus ihr entsteht nach der Befruchtung der Keim. Die anderen beiden Zellen, Gehilfinnen oder Synergiden genannt, scheinen bei der Befruchtung Nebendienste zu leisten, gehen aber nach derselben zugrunde. Drei Zellen entstehen dem Eiapparat gegenüber, sie werden Antipoden genannt und haben keine erkennbare Funktion.

Die obenerwähnten kleinen äußeren Formenverschiedenheiten der Samenanlagen kommen für die Befruchtung selbst nicht in Betracht, dagegen ist wichtig, den allgemeinen Bau dieser Anlagen mit Embryosack und Eiapparat im Gedächtnis zu behalten, um die später zu besprechende Befruchtung verstehen zu können. Vorerst wollen wir uns die männlichen Keimzellen betrachten. Es wird nötig, um Einsicht in die Befruchtung zu gewinnen, die männlichen Zellen oder Pollenkörner, ohne deren Mitwirkung weder Same noch Frucht sich ausbilden können, genauer als bisher zu studieren.

### Der Pollen.

Auf den kürzlich vom Schnee befreiten Gefilden erheben die Schneeglöckchen ihre weißen Blüten, die Blütenkästchen der Weiden haben die Knospenhülle gesprengt, und am Waldrande, wo die Märzsonne ihre wärmenden Strahlen hinsendet, hat der Haselstrauch zu blühen begonnen. „Die Hasel stäubt.“ Wer hörte sie nicht gern, die frohe Botschaft, und wer freute sich nicht des ersten Zeichens, daß der lange Winter endlich dem Frühling das Feld geräumt! Sowohl die Blüten der Schneeglöckchen als jene der Hasel waren schon geraume Zeit vorbereitet; erstere unter der Erde verborgen und in Blattscheiden eingehüllt, letztere an den sparrigen Zweigen des Strauches in Gestalt von kurzen, zylindrischen gelblichgrauen Kästchen. Nun der Frühling gekommen, strecken sich die Kästchen in die Länge, die kleinen, bisher dicht zusammengedrängten Blüten rücken auseinander, die sie tragende starre Spindel wird weich und biegsam, die Kästchen hängen als lange gelbe Troddeln von den Zweigen herab, schwanken und pendeln im Winde, und nun sieht man auch die Staubwölkchen emporwirbeln, welche zu dem erlösenden Frühlingsrufe „die Hasel stäubt“ Veranlassung gegeben haben.

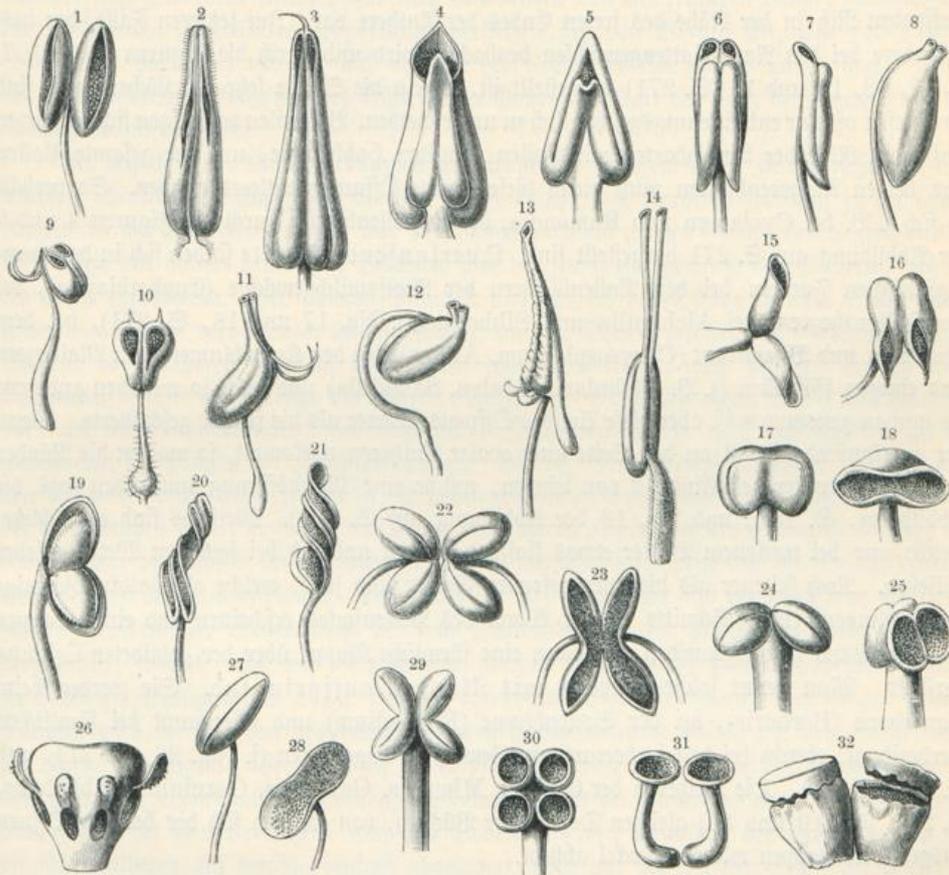
In zutreffender Weise hat der Volksmund diesen aus den Blüten ausfallenden Staub,

von dem in diesem Kreise nur wenigen bekannt war, daß er mit der Befruchtung der Pflanzen im Zusammenhange steht, Blütenstaub genannt. Diese für gewisse Fälle so zutreffende Bezeichnung wurde auch von der Botanik für alle Zellen gebraucht, welche zwar in der Funktion mit dem Blütenstaub der Hasel übereinstimmen, in ihrem äußeren Aussehen aber von diesem sehr verschieden sind. Dieselben Zellen, welche aus der Haselblüte in Form von Staub zum Vorschein kommen, erscheinen nämlich bei anderen Pflanzen als schmierige, flebrige Klümpchen, als keulensförmige Körper oder als krümelige Massen, und auf diese will nun der Name Staub ganz und gar nicht mehr passen. Wären es nur einige wenige Arten, deren Blüten nicht stäuben, so könnte man sich ohne weitere Bemerkung darüber hinaussetzen, aber tatsächlich gehören hierher die umfangreichsten aller Pflanzenfamilien, nicht weniger als 10 000 Korbblütler, 10 000 Orchideen, 500 Röhrenblumige, 4000 Kreuzblättrige, 3000 Schmetterlingsblütler, Tausende von Dolbenpflanzen, Steinbrechen, Rosazeen, Schotengewächsen u. s. w., und auf Grund einer übersichtlichen Schätzung ergibt sich, daß die Blüten von weit mehr als zwei Dritteln der Phanerogamen nicht stäuben, und daß höchstens der achte Teil einen Blütenstaub entwickelt, welcher auf diesen Namen wirklich Anspruch machen könnte. Es wurde aus diesem Grunde von den Botanikern statt Blütenstaub die Bezeichnung Pollen eingeführt. Freilich bedeutet das lateinische pollen auch nichts anderes als feines Mehl und Mehlstaub, aber in die botanische Kunstsprache einmal aufgenommen und auf die in den Staubblättern der Phanerogamen entwickelten Zellen allgemein angewandt, kann dieser Ausdruck nicht mehr umgangen werden und soll auch im folgenden in dem angedeuteten Sinne in Anwendung gebracht werden.

Der Pollen besteht also aus Zellen. Die Pollenzellen entstehen im Gewebe der Anthere der Staubblätter durch wiederholte Zellteilungen, deren letzte mit Abrundung und Trennung der Pollenzellen verbunden ist. Dadurch fallen die anfangs noch verbundenen Zellen auseinander, während die Antherenwand sie zusammenhält. Sie liegen dann wie in einem zartwandigen Sacke eingeschlossen. Diese Pollensäcke sind an Träger angeheftet, die gewöhnlich fadenförmig sind, weshalb man auch das ganze Gebilde im Volksmunde als Staubfaden bezeichnet (vgl. S. 178 ff.).

Es handelt sich nun darum, daß der Pollensack, welcher noch immer ringsum geschlossen ist, sich öffne, damit der Pollen entleert und seinem Ziele zugeführt werden könne. Diese Entleerung des Pollens vollzieht sich in sehr verschiedener Weise. Es wurde schon (S. 179) mitgeteilt, daß in der jungen Anthere meistens vier Fächer angelegt sind, daß diese aber nur selten getrennt bleiben, sondern meistens infolge des Aufreißen der beiden Antherenhälften zu zwei Fächern oder zu einem einzigen Hohlraume verschmelzen. Wo sich vier Pollenbehälter getrennt erhalten, entsteht über jedem derselben eine besondere Öffnung, wie das beispielsweise an den Antheren der Kakaopflanze (*Theobroma Cacao*) zu sehen ist (s. Abbildung, S. 271, Fig. 29 und 30). Wenn aber die eben erwähnte Vereinigung stattgefunden hat, wie z. B. bei *Calla palustris* (s. Abbildung, S. 271, Fig. 24 und 25), so sieht man nur zwei Öffnungen. Die Kugelblume (*Globularia*) besitzt Antheren mit sehr kleinem, punktförmigem Konnektiv und vier zu einem ellipsoidischen Körper verbundenen Pollenbehältern. Nachdem die zwischen die Pollenbehälter eingeschalteten Scheidewände geschwunden sind und dadurch ein einziger mit Pollen erfüllter Hohlraum sich herausgebildet hat, entsteht an der Wand dieses Hohlraumes ein weit klaffender, querlaufender Riß, und man sieht nun ein von dem Staubfaden getragenes flaches Becken (s. Fig. 27 und 28, S. 271), in dessen Grunde

nach Entfernung des Pollens die früheren Scheidewände als zwei sich rechtwinklig kreuzende schwache Leisten angedeutet sind. Ähnliches bemerkt man auch an den untenstehend in Fig. 31 abgebildeten Antheren des Fettkrautes (*Pinguicula*). Bei mehreren Lippenblütlern, an welchen je zwei benachbarte und zusammenstoßende Antheren an der Berührungsstelle teilweise verbunden sind, vereinigen sich die Öffnungen der Pollenbehälter von beiden Antheren, und indem



Entleerung des Pollens: 1) *Calandrinia compressa*; 2) *Solanum Lycopersicum*; 3) *Galanthus nivalis*; 4) *Cyclamen europaeum*; 5) *Ranondia pyrenaica*; 6) und 7) *Cassia lentiva*; 8) *Pirola rotundifolia*, 9) *Aretostaphylos Uva ursi*; 10) *Aretostaphylos alpina*; 11) *Vaccinium uliginosum*; 12) *Pirola uniflora*; 13) *Medinilla* (nach Baillon); 14) *Vaccinium Oxycoccos*; 15) *Calceolaria Pavonii*; 16) *Tozzia alpina*; 17) und 18) *Sibbaldia procumbens*; 19) *Galeopsis angustifolia*; 20) und 21) *Erythraea Centaureum*; 22) und 23) *Melissa officinalis*; 24) und 25) *Calla palustris*; 26) *Nyctandra* (nach Baillon); 27) und 28) *Globularia cordifolia*; 29) und 30) *Theobroma Cacao*; 31) *Pinguicula vulgaris*; 32) *Garcinia*. Sämtliche Figuren etwas vergrößert. (Zu E. 270—272.)

diese Öffnungen weit auseinanderklaffen, entsteht eine Doppelnische mit ausgeschweiftem Rande, welche von den beiden hogenförmigen Staubfäden getragen wird (s. Fig. 22 und 23).

Mit Löchern sich öffnende Pollenbehälter findet man in großer Abwechslung bei den Preijeln und zahlreichen Ericazeen (s. oben, Fig. 8, 11, 12 und 14). Häufiger sind die mit Spalten sich öffnenden Antheren. Die Spalte sind entweder Längspalte oder Querspalte, oder sie verlaufen entlang einer schlingenförmigen oder halbkreisförmigen Linie. Im letzteren Falle wird durch sie ein Lappen aus der Antherenwand herausgeschnitten.

Anfänglich gleichen die Spalte einem mit scharfem Messer geführten Schnitt (s. Fig. 1, S. 271). In manchen Fällen bleiben die Ränder des Spaltes beisammen, so daß die Öffnung die Form eines schmalen Schliges zeigt; meistens wird aber der Spalt klaffend, seine Ränder schrumpfen, ziehen sich zusammen, rollen sich nach außen oder werden wie Deckel oder wie Flügeltüren zurückgeschlagen. Die Längsspalte erstrecken sich entweder von dem einen bis zum anderen Ende des Pollenbehälters (s. Fig. 1, S. 271), oder sie stellen nur einen kurzen klaffenden Riß in der Nähe des freien Endes der Anthere dar. Im letzteren Falle, der insbesondere bei den Nachtschattengewächsen beobachtet wird und durch die Figuren 2, 3, 6, 7, 9, 10, 13, 15 und 16 (S. 271) dargestellt ist, ähneln die Spalte sehr den Löchern und sind von diesen oft nur entwickelungsgeschichtlich zu unterscheiden. Bisweilen vereinigen sich die kurzen klaffenden Risse der benachbarten mit Pollen gefüllten Hohlräume, und der gesamte Pollen aus beiden Antherenhälften muß durch diese einzige Öffnung entleert werden. So verhält es sich z. B. bei *Cyclamen* und *Ramondia*, deren Pollenblätter durch die Figuren 4 und 5 der Abbildung auf S. 271 dargestellt sind. Querlaufende Spalte finden sich in den mannigfaltigsten Formen bei den Pollenblättern der Wolfsmilchgewächse (*Euphorbiaceen*), bei den *Zyflanthazeen*, bei *Alchimilla* und *Sibbaldia* (s. Fig. 17 und 18, S. 271), bei dem Milzkraut und Bisamkraut (*Chrysosplenium*, *Adoxa*), bei den Kugelblumen, den Malvazeen und einigen Giftililien (z. B. *Globularia*, *Malva*, *Sabadilla*) und noch so manchen anderen; im ganzen genommen ist aber diese Art des Öffnens seltener als die früher geschilderte. Wenn der querlaufende Spalt an der Seite quer-ovaler Antheren vorkommt, so machen die Ränder desselben mitunter den Eindruck von Lippen, welche eine Mundöffnung umranden (vgl. die Abbildung, S. 181, und Fig. 18 der Abbildung auf S. 271). Meistens sind es Schlige, welche nur bei trockenem Wetter etwas klaffend werden und sich bei feuchtem Wetter wieder schließen. Noch seltener als die querlaufenden Spalte sind jene, welche als halbkreisförmige oder schlingenförmige Schnitte an der Wand des Pollensackes erscheinen und einen Lappen aus der Wand herauschneiden, der dann eine förmliche Klappe über der gebildeten Öffnung darstellt. Man nennt solche Antheren mit Klappen aufspringend. Sie werden beim Sauerdorn (*Berberis*), bei der Sockenblume (*Epimedium*) und überhaupt bei sämtlichen *Berberideen*, ebenso bei den lorbeerartigen Gewächsen angetroffen (s. Fig. 26, S. 271, und S. 192, Fig. 4). Die Antheren der Gattung *Mimulus*, *Galeopsis*, *Garcinia* (s. Abbildung, S. 271, Fig. 19 und 32) gleichen Dosen oder Büchsen, von welchen sich der bei dem Öffnen ausgebildete Lappen wie ein Deckel abhebt.

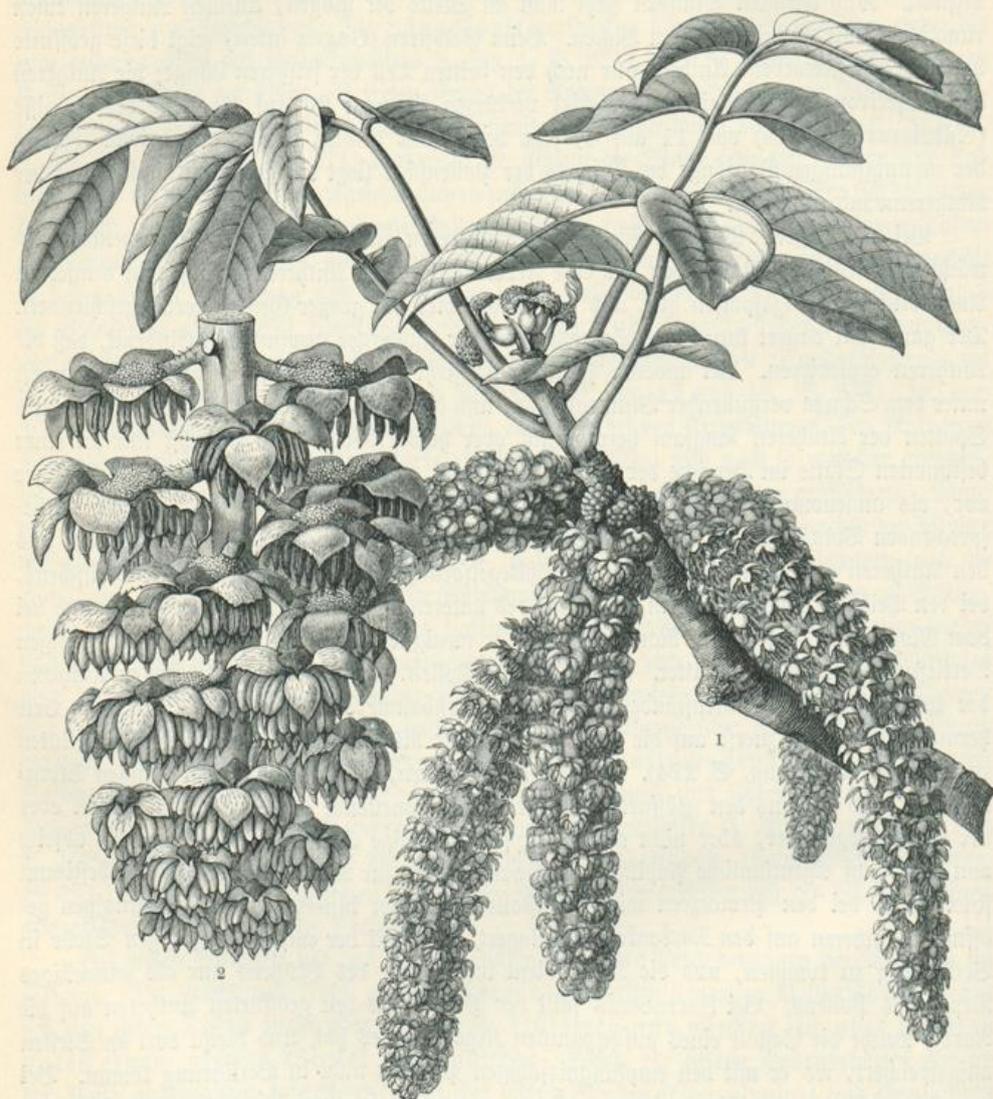
Bei vielen Pflanzen hat das Öffnen auch noch andere Veränderungen der Antheren im Gefolge. Die rechts und links von dem schmalen Konnektiv liegenden Pollenbehälter heben sich von ihrem Träger mehr oder weniger ab, krümmen und winden sich oder spreizen unter einem rechten Winkel auseinander. Wenn die beiden Pollenbehälter nur an der Basis auseinander fahren, wie z. B. bei vielen Winden (*Convolvulus*) und *Gentianeen* (*Gentiana*, *Menyanthes*), so erhalten die Antheren die Gestalt eines Pfeiles; wenn die Pollenbehälter unten und oben auseinanderweichen und sich zugleich etwas krümmen, so entstehen die sogenannten x-förmigen Antheren, welche für die Gräser so bezeichnend sind. Bei vielen Schotengewächsen (*Diploaxis*, *Sinapis* usw.) erfahren die Antheren nach dem Aufspringen eine schraubige Drehung, und mitunter nehmen sie sogar die Gestalt eines Korkziehers an, was beispielsweise an dem Tausendgüldenkraut (*Erythraea*) der Fall ist (s. Abbildung, S. 271, Fig. 20 und 21). Eine sehr auffallende Erscheinung ist auch die Verkürzung,

welche bei den mit Längspalten sich öffnenden Antheren nicht selten vorkommt. Die noch geschlossenen Antheren der meisten lilienartigen Gewächse sind länglich-lineal; sie öffnen sich mittels Längspalten, und zwar so, daß das Aufreißen zuerst am freien Ende der Pollenbehälter beginnt. Nach wenigen Stunden sieht man an Stelle der langen, linealen Antheren einen rundlichen, mit Pollen bedeckten Ballen. Beim Gelbfleisch (Gagea lutea) zeigt diese geöffnete ballenförmig gewordene Anthere nur noch den dritten Teil der früheren Länge; die Antheren der Kaiserkrone (*Fritillaria imperialis*) verkürzen sich von 20 auf 10, jene der Narzisse (*Narcissus poeticus*) von 11 auf 4, jene der Scilla bifolia von 2 auf 1 mm. Jedem der mannigfaltigen Vorgänge des Öffnens der Pollensäcke liegt ein ganz bestimmter Bau der Antherenwand zugrunde.

Bei den Nesseln, Maulbeerbäumen und mehreren anderen später zu besprechenden Gewächsen schnell der Staubfaden wie eine Feder empor, die Antheren springen in demselben Augenblick mit Längspalten auf, und der Pollen wird mit großer Gewalt herausgeschleudert. Der ganze Akt dauert kaum eine Sekunde, und der Zuschauer gewinnt den Eindruck, daß die Antheren explodieren. Bei anderen Pflanzen vollzieht sich das Öffnen in aller Stille, meist unter dem Schutze verhüllender Blumenblätter, und der Pollen, welcher aus den Schlitzen und Spalten der Antheren langsam hervorquillt oder hervorrieselt, wird zunächst nur an einer bestimmten Stelle im Bereiche der Blüten abgelagert. Dieses Ablagern kommt viel häufiger vor, als angenommen wird, und steht mit verschiedenen, später noch ausführlicher zu besprechenden Vorgängen im Zusammenhange. Bei den Schmetterlingsblütlern fällt der aus den Antheren austretende Pollen in die hohlfegelförmige Spitze des sogenannten Schiffchens, bei den Veilchen lagert er sich in die Rinne des unteren gespornten Kronenblattes ab, und bei dem Mohn, den Rosen und Ranunkeln fällt er wenigstens teilweise auf die schalenförmigen Vertiefungen der Blumenblätter. Der stäubende Pollen, welcher aus den geöffneten Antheren der kätzchenförmigen Blütenstände bei dem Walnußbaume, der Hasel, der Birke und Erle herausfällt, kommt zuerst auf die nach oben gefehrte Rückseite der darunterstehenden Blüten zu liegen (s. Abbildung, S. 274). Bei den Korbblütlern, Glockenblumen und einigen Sternkräutern wird der aus den geöffneten Antheren hervorquellende Pollen auf dem Griffel oder der Narbe abgelagert, aber nicht an die empfängnisfähige Stelle derselben, sondern abseits von dieser auf eigentümliche Papillen und Haare, welche zur Aufnahme des Pollens bestimmt sind. Auch bei den Proteazeen wird der Pollen aus den innerhalb der Blütenknospen geöffneten Antheren auf den Narbenkopf abgelagert, ohne mit der empfängnisfähigen Stelle in Berührung zu kommen, und die Narbe dient im Beginn des Blühens nur als zeitweiliges Depot des Pollens. Bei *Sarracenia* fällt der Pollen aus den geöffneten Antheren auf die Narbe, welche die Gestalt eines aufgespannten Regenschirmes hat, und bleibt dort an Stellen aufgespeichert, wo er mit den empfängnisfähigen Punkten nicht in Berührung kommt. Bei den Brunoniazeen und Goodeniazeen gelangt er zunächst in einen eigentümlichen Sammelbecher am Ende des Griffels, welcher mitunter wie eine Streubüchse wirksam ist, aber auch da nicht auf die empfängnisfähige Stelle der Narbe. Es ist nicht zu hoch gegriffen, wenn man die Zahl derjenigen Pflanzen, bei welchen der aus den geöffneten Antheren entlassene Pollen zunächst auf einem bestimmten Platze der Blüte abgelagert und dort zur späteren Verwendung bewahrt wird, auf 20 000 Arten veranschlagt.

Noch häufiger sind die Fälle, in welchen der Pollen aus den Höhlungen der Antheren nicht herausfällt, obgleich sich diese mittels Löchern, Spalten und Klappen geöffnet haben. Die

Pollenbehälter gleichen dann Nischen, Schalen, Dosen oder Streubüchsen, in welchen der Pollen aufgespeichert wird. Gewöhnlich kommen Tiere zu solchen Blüten, welche an die Antheren anstoßen, hierbei den Pollen abstreifen oder sich damit einstäuben und ihn zu anderen Blüten verschleppen.



1) Zweig des Walnußbaumes (*Juglans regia*) mit hängenden Kästchen, in natürl. Größe, 2) das abgeschnittene Ende eines Kästchens, vergrößert. Auf der Rückseite einer jeden Blüte lagert der Pollen aus den Antheren der darüberstehenden Blüten.

Mit diesen Besuchen von Tieren hängt es auch zusammen, daß die Antheren bald auswärts, bald einwärts gewendet sind. Sehen die Schlitze, Spalten und Klappen der Pollenbehälter gegen den Umfang der Blüte, so spricht man von auswärts gewendeten Antheren (extrors); sind sie dagegen dem Mittelpunkte der Blüte zugewendet, so nennt man die Antheren (intrors) einwärts gewendet. Hierfür sind nun, wie gesagt, die Beziehungen zu den

blütenbesuchenden und honigsaugenden Insekten maßgebend. Findet sich nämlich der Honig außerhalb des Kreises der Pollenblätter, und müssen die Insekten, um den süßen Saft zu gewinnen, mit dem Rüssel zwischen den Pollenblättern und Blumenblättern einfahren, wie z. B. bei den Zeitlosen (*Colchicum*), den Schwertlilien (*Iris*), den Windlingen (*Convolvulus*), den Sockenblumen (*Epimedium*) und den Lorbeeren (*Laurus*), so sind die Antheren auswärts gewendet; ist dagegen der Honig zwischen dem Fruchtknoten und der Basis der Pollenblätter ausgeschieden, und haben die Insekten an dieser Stelle einzudringen, wie beispielsweise bei den Gentianen und Opuntien, so sind die Antheren einwärts gewendet. Es ist eben von Wichtigkeit, daß der an den Öffnungen der Antheren exponierte Pollen von den Insekten abgestreift und zu anderen Blüten übertragen werde, und dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn sich die mit Pollen besetzte Seite der Anthere hart an jenen Weg stellt, welcher von den Insekten bei der Einfahrt zum Blütengrund eingehalten wird.

### Gestalt der Pollenzellen.

In betreff der Form und des Aussehens der in den Antherenfächern ausgebildeten Pollenzellen herrscht eine außerordentliche Mannigfaltigkeit. Gewöhnlich liegen die Pollenzellen frei und voneinander getrennt in den Antheren.

Bei sehr vielen Pflanzen, so namentlich bei den Preiseln, der Rauschbeere und den Epafriidazeen, dann bei einzelnen Simsen (z. B. *Juncus Jacquini* und *Luzula vernalis*), endlich bei den Arten der Gattung *Anona*, *Drimys*, *Jussieua* bleiben die Pollenzellen zu vier und vier, wie sie in der Mutterzelle entstanden sind, verbunden und werden auch als solche aus den Fächern der Antheren entleert. Man nennt diese kleinen Gewebeförper Vierlinge oder Tetraden. Bei den soeben aufgezählten Gewächsen entsprechen die vier zur Tetrade verbundenen Zellen den Ecken eines Tetraeders (s. Abbildung, S. 279, Fig. 2), bei vielen anderen dagegen, wie z. B. bei den Apocynazeen (*Apocynum*, *Periploca*), bei zahlreichen Orchideen (*Ophrys*, *Spiranthes* usw.), bei der zu den Agaven gehörigen *Foucroya* und bei mehreren Rohrkolben (*Typha*), liegen die vier aus dem Protoplasma einer Mutterzelle hervorgegangenen Pollenzellen in einer Ebene. Bei einigen Weidenröschen (z. B. *Epilobium montanum* und *hirsutum*) sind die vier Zellen zwar verwachsen, aber nur teilweise, und es genügt ein mäßiger Druck, um sie zu trennen.

Bei weitem seltener als die Tetraden sind die Pollinien. Man spricht dann von Pollinien, wenn eine größere Zahl oder gar sämtliche in der Anthere entstandenen Pollenzellen miteinander verbunden bleiben. Ein solches Pollinium kann aus 8, 12, 64, es kann aus vielen hundert Pollenzellen zusammengesetzt sein. Die Pollinien, welche sich in den reihenweise geordneten Kammern der Antheren bei den Mimosazeen ausbilden, haben die Gestalt von linsenförmigen, eiförmigen oder rundlichen Ballen und Körnern, jene der Asklepiadazeen haben die Form von spatelförmigen Blättchen und bestehen aus Hunderten einzelner Pollenzellen. Die Pollenmassen vieler Orchideen sind aus einzelnen Ballen zusammengesetzt, erscheinen gesurcht oder gelappt, und jeder Ballen oder Lappen besteht aus größeren oder kleineren Pollinien. Die Masse, durch welche diese Pollinien der Orchideen verbunden sind, läuft meistens in ein Stielchen aus, steht mit einer Haftscheibe in Verbindung, und diese ist so klebrig, daß sie bei dem flüchtigsten Betasten an einen berührenden Körper anhaftet.

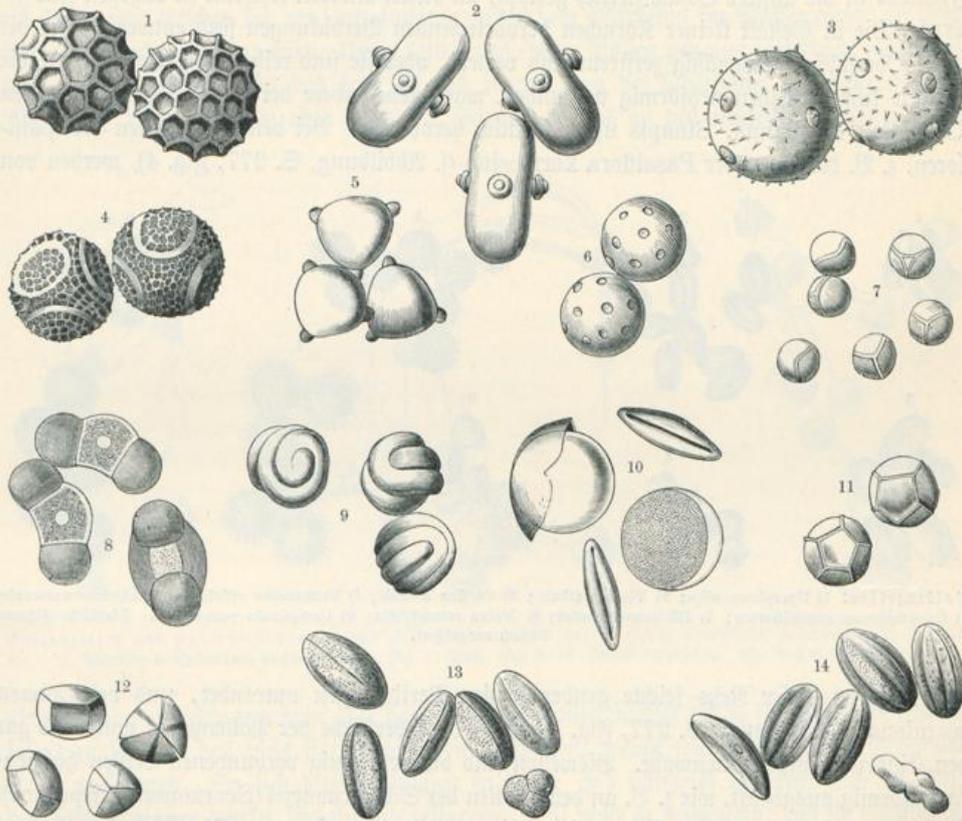
Die Pollenzellen zeigen je nach den verschiedenen Gattungen sehr ungleiche Größe. Das Berggiftmeinnicht (*Myosotis*), der Boretisch (*Borago*), der Beinwell (*Symphytum*), überhaupt alle rauhblättrigen Pflanzen (*Asperifoliaceen*), desgleichen die Artofarpazeen (z. B. *Ficus*) haben sehr kleine, die Cannazeen, Malvazeen, Kürbisse und Nyctaginazeen verhältnismäßig sehr große Pollenzellen. Die nachfolgende Tabelle zeigt den großen Abstand in der Größe.

<i>Myosotis alpestris</i> . . .	0,0025—0,0034 mm	<i>Viola tricolor</i> . . . .	0,062—0,071 mm
<i>Lithospermum affine</i> . . .	0,0042—0,0052 -	<i>Convolvulus sepium</i> . . .	0,076—0,084 -
<i>Cerintho minor</i> . . . .	0,0050—0,0057 -	<i>Geranium Robertianum</i> . . .	0,085—0,094 -
<i>Ficus pumila</i> . . . .	0,0045—0,0056 -	<i>Opuntia cynanchica</i> . . .	0,15—0,20 -
<i>Echium vulgare</i> . . . .	0,010—0,014 -	<i>Oxybaphus nyctagineus</i> . . .	0,18—0,22 -
<i>Pilea microphylla</i> . . . .	0,018—0,020 -	<i>Morina Persica</i> . . . .	0,19—0,24 -
<i>Rhamnus cathartica</i> . . . .	0,022—0,032 -	<i>Cucurbita Pepo</i> . . . .	0,20—0,23 -
<i>Syringa vulgaris</i> . . . .	0,024—0,034 -	<i>Mirabilis longiflora</i> . . . .	0,20—0,24 -
<i>Aloë denticulata</i> . . . .	0,035—0,050 -	<i>Cucumis Melo</i> . . . .	0,20—0,24 -
<i>Yucca angustifolia</i> . . . .	0,055—0,065 -	<i>Mirabilis Jalappa</i> . . . .	0,22—0,25 -

Die Pollenzellen der *Mirabilis Jalappa* sind demnach hundertmal größer als die des Alpenvergiftmeinnichts. Es fällt auf, daß insbesondere in jenen Blüten, welche nur einen Tag oder nur eine Nacht hindurch offen bleiben, wie z. B. in denen der Kürbisse und Melonen, des Portulaks, der *Morina* und der verschiedenen Arten von *Mirabilis*, die Pollenzellen auffallend groß sind. Von der Größe der Pollenzellen hängt es auch ab, ob in einer Anthere viele oder nur wenige enthalten sind. In einem Antherenfache der *Mirabilis Jalappa* finden sich im Mittel 32, in einem Antherenfache von *Borago officinalis* im Mittel 60 000 Pollenzellen.

Die Gestalt der Pollenzellen ist meist ellipsoidisch (s. Abbildung, S. 277, Fig. 13 und 14). Weit seltener kommt die Kugelform vor (s. S. 277, Fig. 1, 3, 4, 6 und 7). Die zu den Liliaceen gehörige *Tritelia* zeigt schmal-lanzettliche und *Morina* (s. S. 277, Fig. 2) walzliche Pollenzellen. Der Pollen von *Pinus* ist quer-oval, zeigt zwei halbkugelige Ausbuchtungen und hat die Gestalt eines Insektentopfes mit zwei großen Augen (s. S. 277, Fig. 8). Bei den meisten Doldenpflanzen und beim Berggiftmeinnicht (*Myosotis*) sind die Pollenzellen bisquitförmig, bei *Crucianella latifolia* tonnenförmig und bei *Brugmansia arborea* kurz zylindrisch. Neben den elliptischen sind die kantigen und eckigen, an Kristallformen erinnernden Gestalten die häufigsten. So haben die Pollenzellen der Kapuzinerkresse (*Tropaeolum*) die Form dreiseitiger Prismen, jene des Stiefmütterchens (*Viola tricolor*) die Form vier- bis fünfseitiger und jene des Wundflees (*Anthyllis Vulneraria*) die Form kurzer sechsseitiger Prismen mit gefurchten Kanten. Die Gestalt eines Würfels trifft man bei den Pollenzellen von *Triopteris brachypteris* und *Basella alba*, jene eines Pentagondodekaeders bei *Banisteria*, *Rivina* und insbesondere bei vielen nelkenartigen Gewächsen, wie z. B. *Arenaria*, *Silene* und *Dianthus* (s. Abbildung, S. 277, Fig. 11). Bei den Pollenzellen des Löwenzahns (*Taraxacum officinale*) und denen des gelben Lerchenspornes (*Corydalis lutea*) erkennt man die mannigfaltigsten, kristallähnlichen Gestalten dicht nebeneinander in demselben Antherenfache (s. Abbildungen, S. 277, Fig. 12, und S. 278, Fig. 4). Sehr oft begegnet der Blick bei der Untersuchung der Pollenzellen unter dem Mikroskop auch dem Tetraeder. So z. B. besteht der Pollen von *Thesium*, *Cuphea*, den meisten Proteazeen und auch vieler Korbblütler aus zierlichen, kleinen Tetraedern, und zwar bald mit ebenen, bald mit nach außen gewölbten Begrenzungsflächen (s. Abbildung, S. 278, Fig. 6). Auch Gestalten, welche das Aussehen haben, als wären sie von zwei Seiten her zusammengedrückt, die dabei den Umriß eines sphärischen

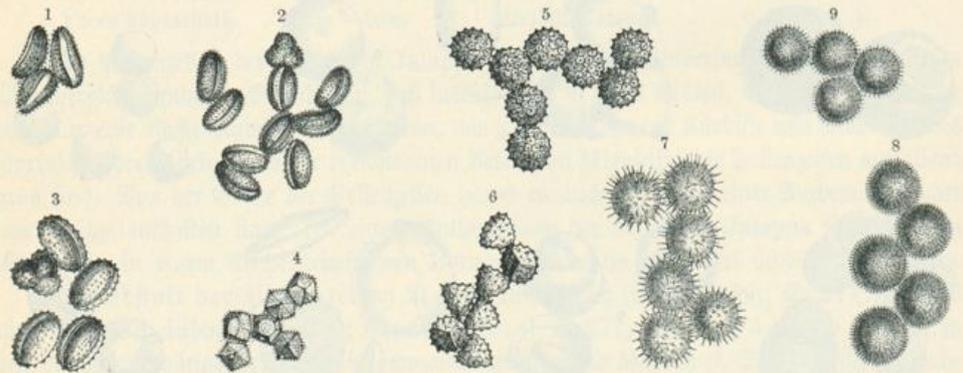
Dreiecks besitzen und mit einem dreieckigen Polster verglichen werden können, sind keine Seltenheit und werden insbesondere bei *Circaea* und den anderen *Onagrazeen* beobachtet (s. untenstehende Abbildung, Fig. 5). Am merkwürdigsten sind wohl die Pollenzellen der Kiefern (Fig. 8), die mit zwei lufthaltigen Flugbläsen versehen sind, welche die Pollenzellen wie kleine Luftballons durch weite Entfernungen tragen. Alle diese Angaben beziehen sich nur auf den allgemeinen Umriss und nur auf trockene Pollenzellen.



Pollenzellen: 1) *Cobaea scandens*; 2) *Morina persica*; 3) *Cucurbita Pepo*; 4) *Passiflora kermesina*; 5) *Circaea alpina*; 6) *Convolvulus sepium*; 7) *Cannabis sativa*; 8) *Pinus Pumilio*; 9) *Mimulus moschatus*; 10) *Albucca minor* (trocken und befeuchtet); 11) *Dianthus Carthusianorum*; 12) *Corydalis lutea*; 13) *Gentiana rhaetica*; 14) *Salvia glutinosa*. Fig. 1—3: 80- bis 90fach, Fig. 4, 5, 7, 8, 10: 120—150fach, Fig. 11, 12: 180fach, Fig. 6, 9, 13, 14: 220—250fach vergrößert. (Zu S. 277—281.)

Das Aussehen der Pollenzellen wird noch wesentlich beeinflusst durch die merkwürdigen Zeichnungen, Skulpturen, warzen- und nadel förmigen Hervorragungen, welche die äußere Schale ihrer Zellhaut aufweist. Bald erscheint diese äußerste Hautschicht fein punktiert, wie z. B. bei der Haselwurz, dem Safran, dem Lorbeer, der Kaute, dem Salbei, vielen Gentianen und wolfsmilchartigen Gewächsen, den meisten Aroideen und Musazeen (s. obenstehende Abbildung, Fig. 13 und 14), bald wieder erscheinen die wulstartig hervorspringenden Teile der gefurchten ellipsoidischen Zellen der Quere nach fein gestreift, wie bei dem immergrünen Steinbrech (*Saxifraga aizoides*), oder es verlaufen die zarten Streifen als Meridiane, wie z. B. an den im Wasser aufgequollenen globusartigen Pollenzellen der *Brugmansia*

arborea. Mitunter sind feine Punkte reihenweise geordnet und die punktierten Linien zu zierlichen Netzen verbunden. An den Pollenzellen von *Thesium alpinum* und *T. rostratum* sieht man die glatte Oberfläche netzförmig gezeichnet und in der Mitte einer jeden Masche des Netzes einen deutlichen Punkt. Auch bei den Strandnelken (*Armeria*, *Statice*) und den Raden (*Agrostemma Githago*) werden zarte netzförmige Zeichnungen wahrgenommen. In vielen Fällen ist die Oberfläche uneben. An den tetraëdrischen Pollenzellen von *Cuphea platycentra* ist die äußere Schale zierlich gerippt, an vielen anderen erscheint sie dagegen fein geförnt. Die in Gestalt kleiner Körnchen hervortretenden Verdickungen sind entweder über die ganze Oberfläche gleichmäßig zerstreut und verteilt, oder sie sind reihenweise geordnet und die geraden kurzen Reihen netzförmig verbunden, was insbesondere bei vielen Schotengewächsen (*Capsella*, *Raphanus*, *Sinapis* usw.) deutlich hervortritt. Bei den Pollenzellen der Passifloren, z. B. bei jenen der *Passiflora kermesina* (s. Abbildung, S. 277, Fig. 4), werden von



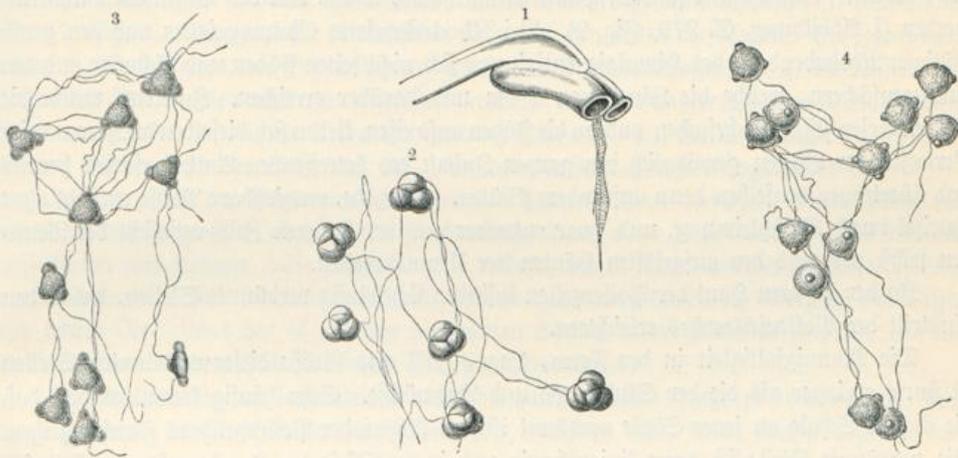
Pollenzellen: 1) *Nymphaea alba*; 2) *Viscum album*; 3) *Carlina acaulis*; 4) *Taraxacum officinale*; 5) *Cirsium nemorale*; 6) *Buphthalmum grandiflorum*; 7) *Hibiscus tornatus*; 8) *Malva rotundifolia*; 9) *Campanula persicifolia*. Sämtliche Figuren 200fach vergrößert.

den Maschen dieser Netze leichte grubenförmige Vertiefungen umrandet, und bei *Cobaea scandens* (s. Abbildung, S. 277, Fig. 1) macht die Oberfläche der Pollenzellen ganz und gar den Eindruck einer Bienenwabe. Bisweilen sind die netzförmig verbundenen Leisten hahnenkammförmig ausgezackt, wie z. B. an dem Pollen der Schwarzwurzel (*Scorzonera Hispanica*). In anderen Fällen erheben sich, gleichmäßig verteilt über die ganze Oberfläche der Pollenzellen, stumpfe Wälzchen, wie das namentlich bei der gemeinen Flockenblume (*Centaurea Jacea*), der Mistel (*Viscum album*), der Seerose (*Nymphaea alba*) und den tropischen Bauhinien (*Bauhinia armata* und *furcata*) der Fall ist (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2). Sehr häufig kommt es auch vor, daß die ganze Oberfläche oder doch bestimmte Abschnitte derselben mit spitzen Dörnchen, kürzeren und längeren Nadeln und unendlich feinen, haarförmigen Gebilden besetzt ist (s. Abbildung, Fig. 3). Diese letztere Ausbildung zeigen insbesondere die Pollenzellen der Korbblütler, Skabiosen, Glockenblumen, Kürbisse und Malvazeen, aber auch jene verschiedener Arten der Gattungen *Armeria*, *Amaryllis*, *Canna*, *Lonicera*, *Ipomaea*, *Convolvulus* sowie viele Kakteen.

Wiederholt wurde angedeutet, daß es nur die Oberfläche der Pollenzellhaut ist, an welcher die beschriebenen mannigfaltigen Auswüchse, Skulpturen und Zeichnungen zu sehen sind, und daß die innere, unmittelbar an das Protoplasma grenzende Schicht der Zellhaut eine

sehr gleichmäßige Struktur zeigt. Die Haut der Pollenzellen ist in der Tat mehrschichtig. In den meisten Fällen wird sie aus zwei Schichten zusammengesetzt, einer inneren, welche Intine, einer äußeren, welche Exine genannt wurde. Die Intine ist von der Exine stets als besondere Schicht scharf geschieden. Die äußere Schale ist es nun, welche jene Punktierungen, Zeichnungen und Auswüchse zeigt, die, soweit sie äußerlich erkannt werden können, im vorhergehenden geschildert wurden.

Häufig ist die Oberfläche der Pollenzellen mit einem gelbgefärbten, selten farblosen fetten Öl überzogen, welches bei der Untersuchung unter dem Mikroskop im Wassertropfen in Form kleiner Tröpfchen sichtbar wird. Unter 520 Arten, deren Pollen genauer untersucht worden ist, fand sich bei nahezu 400 das fette Öl als Überzug an der Oberfläche der äußeren Haut. Allerdings bildet dasselbe eine so dünne Schicht, daß es an den trockenen Pollenzellen der



Pollenzellen und Pollentetraden, durch Bismulfäden verfettet: 1) und 2) *Rhododendron hirsutum*; 3) *Oenothera biennis*; 4) *Epilobium angustifolium*. Fig. 1: 8fach, Fig. 2—4: 50fach vergrößert. (Zu S. 279 und 280.)

Beobachtung entgeht; setzt man aber dem trockenen Pollen Wasser zu, so formt sich der Überzug sofort zu kleinen, das Licht stark brechenden Tröpfchen, welche wie Perlen die aufgequollene Zelle umsäumen. Da sich diese Tröpfchen in Äther und Olivenöl auflösen und bei Zusatz von Osmiumsäure dunkel färben und erstarren, so ist nicht zu bezweifeln, daß sie wirklich aus einem fetten Öle bestehen.

Weit seltener kommt es vor, daß außen an den Pollenzellen eine gestaltlose zähe Masse haftet, welche sich nach Zusatz von Wasser nicht zu Tröpfchen formt, sich auch in Äther und Olivenöl nicht auflöst, und die man nach ihrer Ähnlichkeit mit dem aus den Beeren der Mistel (*Viscum*) stammenden Vogelklee Bismulfäden genannt hat. Man findet solches Bismulfäden besonders an der Oberfläche der Pollenzellen von *Fuchsia*, *Clarkea*, *Circaea*, *Gaura*, *Godetia*, *Oenothera*, *Epilobium* und überhaupt bei allen *Onagraceen*, ebenso an den zu Tetraden und Pollinien verbundenen Pollenzellen der *Azaleen*, *Alpenrosen*, *Orchideen* und *Asklepiadaceen*. Das Bismulfäden ist ungemein klebrig, hängt sich bei dem leisesten Betupfen an den berührenden Körper an und erscheint zugleich so zähe, daß es wie verflüssigter Zucker in lange, dünne Fäden ausgesponnen werden kann. Der aus den Antherenfächern der *Nachtferze* (*Oenothera*) und des *schmalblättrigen Weidenröschens* (*Epilobium angustifolium*) hervorkommende

Inhalt hat die Gestalt von Franzen und zerlegten Bändern, gleicht wohl auch einem zer-rissenen Neze, das zwischen die benachbarten Antheren ausgespannt ist, und unter dem Mikroskop zeigt sich, daß derselbe aus einzelnen Pollenzellen besteht, welche durch die zarten flebrigen Fäden des Viszins kreuz und quer verstrickt und verkettet sind (s. Abbildung, S. 279, Fig. 3 und 4). Noch auffallender als bei der Nachtferze und dem Weidenröschen ist diese Erscheinung bei den zahlreichen Arten der Gattung Alpenrose (*Rhododendron*) zu sehen. So sind z. B. bei der gewimperten Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*) sämtliche Pollentetraden eines Antherenfaches durch eine zähe Viszinmasse zusammengehalten. Sie bildet nach dem Öffnen der Anthere eine aus dem Loch heraushängende franzige Masse (s. Abbildung, S. 279, Fig. 1), ganz ähnlich wie bei der Nachtferze und dem Weidenröschen, und auch unter dem Mikroskop zeigt sich ein ähnliches Bild, nur mit dem Unterschiede, daß es bei der Alpenrose nicht einzelne Pollenzellen, sondern Pollentetraden sind, welche von den Viszinfäden umstrickt werden (s. Abbildung, S. 279, Fig. 2). Bei *Rhododendron Chamaecistus* und den großblütigen *Rhododendren* des Himalaja entspinnen sich nicht selten Fäden und Schnüre aus den Antherenfächern, welche die Länge von 1 cm und darüber erreichen. Insekten, welche die Blüten dieser Pflanzen besuchen und an die Fäden anstreifen, kleben sich dieselben an, zerren beim Verlassen der Blüten gewöhnlich den ganzen Inhalt des betreffenden Antherenfaches heraus und übertragen denselben dann auf andere Blüten. Die zähe, ausziehbare Masse entsteht ohne Zweifel durch Verschleimung, und zwar entweder aus der äußeren Zellohthautschicht der Tetraden selbst oder aus den aufgelösten Häuten der Urmutterzellen.

In der äußeren Haut der Pollenzellen befinden sich häufig verdünnte Stellen, welche den Austritt des Pollenschlauches erleichtern.

Die Mannigfaltigkeit in der Form, Lage, Zahl und Größe dieser verdünnten Stellen ist kaum geringer als die der Skulpturen und Auswüchse. Sehr häufig kommt es vor, daß die äußere Schale an jener Stelle verdünnt ist, wo sich an der Pollenzellohthaut Furchen zeigen. Die verdünnte Stelle ist dann linienförmig und in der Tiefe der Furche gelegen. Schwillt die Pollenzelle infolge von Wasseraufnahme an, so platzt die Exine an der verdünnten Stelle, und manchmal findet ein förmliches Abschälen der Exine statt (s. Abbildung, S. 277, Fig. 10). An den Pollenzellen von *Mimulus* und *Thunbergia* hat die verdünnte Stelle der äußeren Haut die Gestalt einer Spirallinie, oder sie verläuft in mäandrischen Linien und bildet ganz seltsame Krümmungen und Schlingen, wie es Figur 9 der Abbildung auf S. 277 aufweist. Wenn die Intine bei diesem Pollen sich ausbaucht und infolgedessen die äußere Schale entlang den spiraligen oder mäandrischen Linien zerreißt, so entstehen schraubenförmig gewundene Bänder, die sich abheben, und die Pollenzelle sieht dann wie geschält aus. An dem Pollen der Passionsblume (*Passiflora*) erscheinen die verdünnten Stellen als Ringe, und wenn sich hier die Intine als Pollenschlauch vorstülpt, so werden die von den Ringen begrenzten Teile der äußeren Schale wie Deckel abgehoben. Dasselbe geschieht bei dem Pollen der kürbisartigen Gewächse; nur sind dort die abgehobenen Deckel verhältnismäßig sehr klein und bekommen auch dadurch ein eigentümliches Ansehen, daß auf jedem derselben ein dörnchenartiger Fortsatz aufliegt (s. Abbildung, S. 277, Fig. 3). Bei den Pollenzellen der Windlinge (*Convolvulus*; s. Abbildung, S. 277, Fig. 6) sind in die äußere Schale runde Grübchen eingesenkt, in der Tiefe des Grübchens ist die äußere Schale wie durch einen kreisförmigen Schnitt unterbrochen, und es hebt sich das dadurch umrissene Stück der Schale als ein winziger, nach außen gewölbter Deckel ab. Eine seltsame Ausbildung zeigt sich an dem Pollen der mit der Kardendistel

verwandten *Morina persica* (s. Abbildung, S. 277, Fig. 2). Jede der walzigen Pollenzellen besitzt in der Mittelhöhe drei Aufsätze, welche die Form eines zugedeckelten Flaschenhalses mit gewulsteter, ringförmiger Mündung haben. Sehr häufig weisen die verdünnten Stellen die Gestalt runder Scheiben auf und lassen sich am besten mit den verglasten runden Fensterchen, die man an den Breitseiten großer Schiffe sieht, vergleichen. Diese Form ist es auch, welche glauben macht, es sei die äußere Schale der Zellohaut schon vom Anfang her durchlöchert. Bei den Doldenpflanzen, Rosazeen, Schmetterlingsblütlern, Veilchen, Zistrosen, Rutazeen, Hyperikazeen, Asperifoliaceen, Skrofulariaceen, Nachtschattengewächsen und noch zahlreichen anderen Pflanzenfamilien liegen die kleinen Rundfenster versteckt in der Tiefe der Furchen, bei *Cobaea* (s. Abbildung, S. 277, Fig. 1) findet man sie in den Gruben der wabenartigen äußeren Pollenhaut, und bei dem Heyntraute (*Circaea*) ist die äußere Haut der Pollenzelle über dem Scheitel der warzenförmigen Hervorragungen verdünnt (s. Abbildung, S. 277, Fig. 5). Die Zahl der Rundfenster ist je nach den Arten verschieden. Die Zyperazeen zeigen 1, die Zeitlosen, die Bromeliaceen, die Feigen und die Brugmansie 2, die Nesseln, die Eichen und Buchen, die Nachtkerzen und Weidenröschen und viele andere Pflanzen 3, die Rüstern, Erlen und Birken 4—6, die Arten der Gattung *Ribes* 8—12, die Windlinge 15—18, die Nelken, Meliden und der Seidelbast 20—30 und die Nyctaginazeen sogar über 30.

Hiermit wäre die Schilderung der äußeren Pollenzellohaut beendet. Nun drängt sich aber auch die Frage auf: Wozu dieser merkwürdige Bau, wozu diese Grübchen und Rinnen, diese Riefen und Kämme, diese Dörnchen und Nadeln, die in staunenerregender Abwechslung an der äußeren Schale beobachtet werden? Welche Bedeutung haben die Überzüge aus Wizin und fettem Öl? Was hat es mit den verdünnten Stellen in der Tiefe der Furchen, mit den Rundfenstern und den Deckelbildungen für eine Bewandnis?

Verhältnismäßig am leichtesten ist wohl die zuletzt gestellte Frage zu beantworten. Wie der Augenschein lehrt, schwellen die Pollenzellen, nachdem man ihnen Wasser zugesetzt hat, mit Witzschnelle an; der in der Pollenzelle eingeschlossene, zur Befruchtung geeignete Protoplast saugt mit großer Lebhaftigkeit und Schnelligkeit Wasser aus der Umgebung auf, sein Körper nimmt infolgedessen rasch an Umfang zu, und es muß daher die ihn umschließende Hülle so eingerichtet sein, daß eine rasche Erweiterung möglich ist. Wenn die Intine auswächst und die Gestalt eines Schlauches annimmt, wird die äußere Schale der Pollenzelle nicht wesentlich verändert; die verdünnten Stellen derselben werden durchbrochen, wo Deckel vorhanden waren, werden sie abgehoben, und der Pollenschlauch hat freie Bahn.

Eine wichtige Rolle spielen aber die Skulpturen, Auswüchse und Überzüge der äußeren Schale insofern, als durch sie das Zusammenhängen größerer Mengen einzelner Pollenzellen zu krümeligen Massen, ihr Zurückbleiben in den Rissen der aufgesprungenen Antherenfächer und das Anheften an Insekten und andere Tiere, die Nahrung suchend in die Blüte kommen, begünstigt wird. Ebenso bleiben die Pollenkörner wegen der Erhabenheiten ihrer Haut besser an der Narbe haften, wenn sie dort von den Insekten abgestreift werden.

In hohem Grade wird das Haftvermögen gesteigert, wenn die Oberfläche der Pollenzellen mit fettem Öl überzogen ist, und man überzeugt sich leicht, daß die Pollenzellen desto leichter anhaften und zusammenhängen, je reichlicher Öl an ihrer Oberfläche ausgeschieden ist.

Je nach dem Fehlen oder Vorwalten der einen oder anderen dieser Einrichtungen ergeben sich alle erdenklichen Abstufungen von stäubenden, mehligem, krümeligen, klumpigen, schmierigen und wachsartigen Pollen. Damit ist freilich ausgesprochen, daß eine scharfe Grenze eigentlich

nicht besteht, indessen ist doch ein recht auffallender Gegensatz zwischen jenen Blüten, deren Antheren stäubenden, und jenen, deren Antheren zusammenhängenden Pollen entwickeln, vorhanden, und es werden daher, gestützt auf diesen Gegensatz, die verschiedenen Vorgänge bei der Befruchtung, insbesondere die Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte, getrennt zu behandeln sein.

### Die Schutzmittel des Pollens.

Wer von der Landseite her nach Venedig kommt, sieht dort zu beiden Seiten des als Fahrbahn benutzten langen Dammes endlose, mit Schilf und Riedgras besetzte Sümpfe und dazwischen die unter dem Namen Lagunen bekannten Ansammlungen brackigen Wassers, in welchen sich eine vorherrschend aus Laichkräutern und Najaden gebildete Vegetation breit macht. Besonders fällt in den Lagunen der den seichten, sandig-schlammigen Grund in ausgedehnten Beständen überwuchernde Wasserriemen (*Zostera*) auf, dessen untergetauchte bandartige, braungüne, fast an Tange erinnernde Blätter gesammelt, getrocknet als geschätztes Material zur Füllung von Polstern unter dem Namen Seegrass in den Handel gebracht werden. Diese Wasserriemen, von welchen man zwei Arten unterscheidet, weichen nicht nur durch ihr Aussehen, sondern auch durch die Entwicklung und die Übertragung des Pollens so sehr von den anderen Phanerogamen ab, daß man fast versucht sein könnte, ihnen mitsamt ihren nächsten Verwandten einen besonderen Platz im System anzuweisen, wenn nicht das Vorhandensein zahlreicher Mittelformen und Verbindungslieder dagegen spräche.

Zunächst fällt auf, daß an den Pollen der Wasserriemen die für die meisten Pollenzellen so charakteristische äußere Schale der Zellhaut fehlt. Auch zeigen die Pollenzellen, sobald sie die unter Wasser sich öffnende Anthere verlassen, die Gestalt eines langgestreckten zylindrischen Schlauches. Solcher Pollen braucht, wenn er unter Wasser von der bandförmigen Narbe aufgefangen wird, nicht erst Pollenschläuche zu treiben, denn er hat dieses Entwicklungsstadium eigentlich schon in der Anthere erreicht. Bei den mit den Wasserriemen zunächst verwandten, teils im brackigen, teils im Meerwasser wachsenden Arten der Gattungen *Posidonia* und *Cymodocea* liegen die langen, an Hyphen erinnernden Pollenzellen in mannigfaltigen Verschlingungen und Wellenlinien geordnet in der Anthere, und wenn sie diese verlassen und durch die Bewegungen des Wassers zu den langen fadenförmigen Narben hingetrieben werden, bleiben sie an ihnen hängen wie die Spermatozoiden an der Trichogyne der Florideen. Der fadenförmige Pollen von *Halophila* ist sogar durch Querswände in mehrere Kammern geteilt, wird von den fadenförmigen Narben unter Wasser aufgefangen und wächst längs denselben in die Fruchtknotenhöhle hinab. Bei den Arten der Gattung *Najas* und *Zannichellia* haben die Pollenzellen, solange sie in der geschlossenen Anthere geborgen sind, eine kugelige oder ellipsoide Gestalt; nachdem sich aber die Anthere geöffnet hat, gestalten sie sich zu Schläuchen, werden durch die Strömungen des Wassers hin und her getrieben und zu den Narben gebracht. Bei *Zannichellia* hat jede Narbe die Gestalt eines dreieckigen, verhältnismäßig großen Lappens, und indem drei oder vier dieser Lappen sich mit den Rändern berühren, entsteht eine Art Trichter, der als Auffanggefäß für die Pollenzellen dient.

Die hier vorgeführten Gewächse, alles in allem genommen etwa 50 Arten, sind sämtlich Wasserpflanzen; es wäre aber ein Irrtum, zu glauben, daß sämtlichen Wassergewächsen derselbe Pollen zukommt, wie ihn die Wasserriemen und die Arten von *Halophila*, *Posidonia*.

Cymodocea, Najas und Zannichellia zeigen, d. h. ein Pollen, welcher der äußeren Schale der Zellhaut entbehrt, die Gestalt eines Pollenschlauches annimmt und durch die Wasserströmungen seiner Bestimmung zugeführt wird. Im Gegenteil, Tausende von Wasserpflanzen entbinden den Pollen nicht unter, sondern über dem Wasser, die Zellen desselben sind kugelig oder ellipsoidisch, besitzen auch eine deutliche äußere Schale und werden nicht durch Wasserströmungen, sondern durch den Wind oder durch Vermittelung der Insekten zu den Narben gebracht. Das gilt selbst für jene Gewächse, deren belaubter Teil zeitlich unter Wasser bleibt. Aldrovandia, Hottonia und Utricularia, zahlreiche Laichkräuter (Potamogeton) und Wasserranunkeln (Batrachium), noch vieler anderer nicht zu gedenken, bringen ihre Blüten stets über den Wasserpiegel, damit der Pollen im Bereiche der Luft aus den Antheren entbunden und von Blüte zu Blüte übertragen werden kann.

Es ist eine durch Beobachtung festgestellte Tatsache, daß, abgesehen von ungefähr 50 Arten, als deren Vorbild der Wasserriemen gelten kann, die Mehrzahl der anderen Phanerogamen einen Pollen entwickeln, für welchen der Transport und das längere Verweilen unter Wasser schädlich ist. Wird eine Pollenzelle absichtlich unter Wasser getaucht, oder wird sie in der freien Natur von Regen und Tau benetzt, so erfolgt eine Wasseraufnahme in das Innere der Zelle fast augenblicklich; die Intine wird allerwärts, wo die Cyne keinen Widerstand bildet, vorgeedrängt, und die Pollenzelle erscheint im Nu angeschwollen und aufgetrieben. Häufig wird sogar die Grenze der Dehnbarkeit überschritten; der vorgestülpte Teil der Intine platzt, das Plasma quillt hervor, zerfließt als eine feinkörnige, schleimige Masse in dem umgebenden Wasser, und damit ist die Pollenzelle vernichtet.

Dort, wo Regenzeiten und regenlose Perioden gesetzmäßig miteinander abwechseln, wie beispielsweise in den Planos von Venezuela, in den brasilischen Campos, in den trockenen Gebieten Indiens und des Sudans, vor allem aber in dem südlich des Wendekreises gelegenen Teil Australiens, wo sich der Regen ganz auf den Winter beschränkt und später monatelang ausbleibt, ist der Schutz des Pollens gegen Wassergefahr indirekt durch das Klima gegeben, oder besser gesagt, für den Pollen der in regenlosen Perioden blühenden Gewächse sind Schutzmittel gegen den Regen überflüssig. Die Bäume, welche sich in den merkwürdigen Waldsavannen Neuhollands über das Grasland erheben, ebenso die zahlreichen, in dichten Beständen wachsenden, starren und saftarmen Sträucher, welche dem an die Waldsavannen angrenzenden „Scrub“ angehören, blühen erst dann auf, wenn die Regenzeit vorüber ist, also in einer Periode, in welcher sie auch nicht mehr Gefahr laufen können, daß ihre Blüten vom Regen durchnäßt werden. Wo aber keine Gefahr ist, fällt auch die Notwendigkeit eines Schutzmittels weg, und die zahlreichen neuholländischen Mimosaeeen und Myrtazeen, ja auch die Proteazeen, welche sich ganz vorzüglich an der Zusammensetzung der eben erwähnten Gebüschdichte beteiligen, sind jeder Einrichtung bar, welche zum Schutze des Pollens dienen könnte. Diese Pflanzen behalten ihren starren Charakter auch während der Blütezeit bei; die zahlreichen Staubfäden in den Blüten der Akazien sowie der zahllosen Arten von Callistemon, Melaleuca, Eucalyptus, Calothamnus und Metrosideros ragen weit über die kleinen Blumenblätter hinaus, und auch die griffelförmigen Träger der Fruchtknoten der Proteazeen, auf deren Spitze sich der Pollen ablagert, strecken sich ungeschützt weit über die unscheinbaren Blumenblätter vor.

Vielfach anders stellt sich dagegen die Form der Blüten auf einem Gelände dar, wo die größte Zahl der atmosphärischen Niederschläge in die Blüteperiode fällt. In den mittel- und südeuropäischen Hochgebirgen, wo dieses Zusammentreffen tatsächlich stattfindet, müssen die

Gewächse, während sie blühen, täglich auf einen Regen gefaßt sein. Zudem triefen dort alle Pflanzen am frühen Morgen von Tau, und auch im Laufe des Tages hängen sich bei dem Vorüberziehen der Nebel Wassertröpfchen an Laub und Blüten an. Der an den aufgesprungenen Antheren haftende Pollen muß hier nicht selten wochenlang warten, bis einige sonnige trockene Stunden und mit ihnen Bienen und Falter kommen, welche den Pollen abholen und auf die Narben anderer Blüten übertragen. Wenn es daher irgendwo eines ausgiebigen Schutzes des Pollens gegen Nässe bedarf, so ist es hier der Fall. Überblickt man die Pflanzen, welche das niedere Buschwerk in dieser Region zusammensetzen, welcher Gegensatz zu den Gewächsen der neuholländischen Gebüschdichte! Der Heiderich (*Calluna vulgaris*) sowie die niederen Heidelbeer-, Moosbeer- und Preiselbeersträucher (*Vaccinium Myrtillus*, *uliginosum*, *Vitis idaea*) haben glockenförmige oder krugförmige Blumenkronen, die an gekrümmten Stielen überhängen, mit der Mündung der Blüten der Erde zusehen und sich wie ein Schutzdach über die versteckten, mit Pollen beladenen Antheren wölben. Auch die aus Alpenrosensträuchern (*Rhododendron*) gebildeten Bestände, welche die Flanken unserer Hochgebirge überkleiden (s. die beigeheftete Tafel „Alpenrosen und Legföhren in Tirol“), weisen Blüten auf, welche gegen den schief aufrechten Stiel unter einem stumpfen Winkel geneigt sind, der bei auffallendem Regen zu einem rechten Winkel wird, so daß die pollenbedeckten Antheren alsdann unter ein schützendes Dach gestellt erscheinen.

Auf ein solches Überwölben und Einhüllen laufen denn auch alle die zahlreichen Einrichtungen hinaus, durch welche der Pollen direkt gegen Nässe geschützt wird. Entsprechend der Mannigfaltigkeit der Einrichtungen für die Übertragung des Pollens durch Luftströmungen oder durch Falter, Hummeln, Bienen, Käfer und Fliegen, ist aber dann auch der Schutz, welcher dem Pollen gegen die Nässe geboten wird, mannigfach modifiziert. Auch darin erscheinen die Schutzmittel vielfach abgeändert, daß in dem einen Falle das Dach sich unmittelbar über den Pollen, in dem anderen über eine ganze Blumengruppe, hier über eben geöffnete, mit Pollen beladene Antheren, dort über jene Stelle der Blüte, wo aus den Antheren losgelöster Pollen zeitweilig abgelagert wurde, ausspannt, daß andererseits bald die Antherenwandungen selbst, dann wieder die Narben, die Blumen- und Deckblätter, ja selbst die Laubblätter zu Schutz und Schirm des Pollens herhalten müssen. Das letztere ist insbesondere bei den Lindenbäumen zu sehen, deren Blüten immer so gestellt sind, daß sie zur Zeit, wenn die Antheren Pollen ausbieten, von den breiten flachen Laubblättern überdacht werden. Wenn auch noch so heftige Gußregen über den Lindenbaum niederrauschen, die Regentropfen prallen doch sicher von den Flächen des Laubes ab, und es kommt nur ausnahmsweise vor, daß eine oder die andere der tausend unter den Laubblättern postierten Blüten vom Regen benetzt wird. Ähnlich verhält es sich an mehreren Malvaceen, Daphneen und Balsaminaceen. Bei der hier als Beispiel gewählten *Impatiens Nolitangere* (s. Abbildung, S. 285, Fig. 1) stehen die kleinen Blütenknospen mit ihren zarten Stielen über der Fläche des anfänglich zusammengefalteten, oberseits rinnigen Laubblattes, aus dessen Achsel sie hervorgegangen sind; später aber, wenn die Blütenknospen größer werden und ihre Stiele sich verlängern, gleiten die letzteren an der einen Seite des mit feinen Rändern noch immer aufgebogenen Laubblattes hinab und verbergen sich förmlich unter demselben. Das Laubblatt breitet sich dann flach aus und fixiert mit dem einen Lappen seiner herzförmig ausgeschnittenen Basis den abseits geneigten Blütenstiel und damit auch die von demselben getragenen Knospen. Öffnen sich dann diese Knospen und zugleich die Antheren, so sind sie gedeckt durch eine glatte



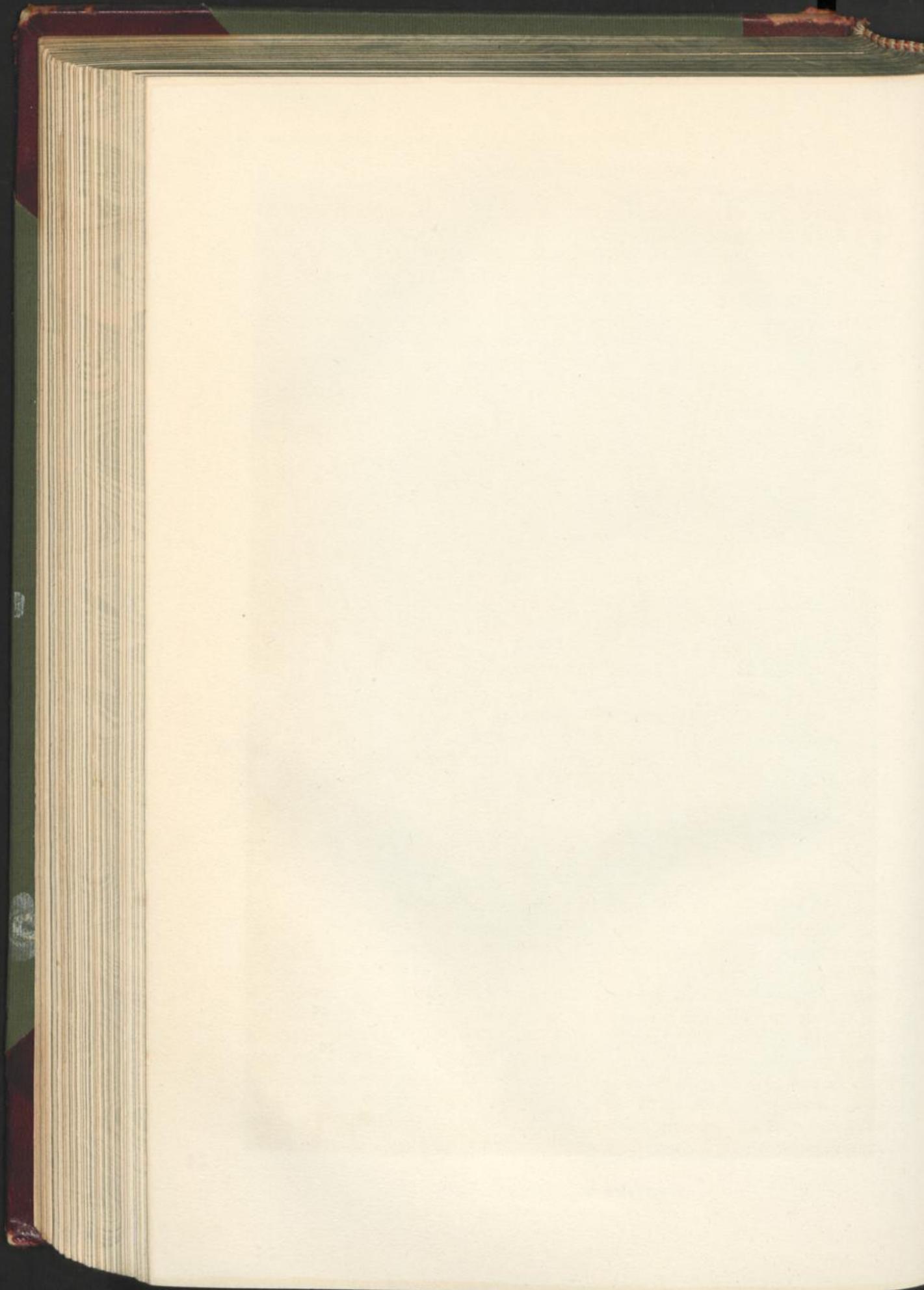
Alpenrosen und Legföhren (Tirol).  
Nach der Natur von Ernst Heyn.

Gewächse, während sie blühen, täglich auf einen Regen gefaßt sein. Zudem triefen dort alle Pflanzen am frühen Morgen von Tau, und auch im Laufe des Tages hängen sich bei dem Vorüberziehen der Nebel Wassertröpfchen an Laub und Blüten an. Der an den aufgesprungenen Antheren haftende Pollen muß hier nicht selten wochenlang warten, bis einige sonnige trockene Stunden und mit ihnen Bienen und Falter kommen, welche den Pollen abholen und auf die Narben anderer Blüten übertragen. Wenn es daher irgendwo eines ausgiebigen Schutzes des Pollens gegen Nässe bedarf, so ist es hier der Fall. Überblickt man die Pflanzen, welche das niedere Buschwerk in dieser Region zusammensetzen, welcher Gegensatz zu den Gewächsen der neuholländischen Gebüschdichte! Der Heiderich (*Calluna vulgaris*) sowie die niederen Heidelbeer-, Moosbeer- und Preiselbeersträucher (*Vaccinium Myrtillus*, *uliginosum*, *Vitis idaea*) haben glodenförmige oder frugförmige Blumenkronen, die an gekrümmten Stielen überhängen, mit der Mündung der Blüten der Erde zusehen und sich wie ein Schutzbach über die versteckten, mit Pollen beladenen Antheren wölben. Auch die aus Alpenrosensträuchern (*Rhododendron*) gebildeten Bestände, welche die Flanken unserer Hochgebirge überkleiden (s. die beigeheftete Tafel „Alpenrosen und Legföhren in Tirol“), weisen Blüten auf, welche gegen den schief aufrechten Stiel unter einem stumpfen Winkel geneigt sind, der bei auffallendem Regen zu einem rechten Winkel wird, so daß die pollenedeckten Antheren alsdann unter ein schützendes Dach gestellt erscheinen.

Auf ein solches Überwölben und Einhüllen laufen denn auch alle die zahlreichen Einrichtungen hinaus, durch welche der Pollen direkt gegen Nässe geschützt wird. Entsprechend der Mannigfaltigkeit der Einrichtungen für die Übertragung des Pollens durch Luftströmungen oder durch Falter, Hummeln, Bienen, Käfer und Fliegen, ist aber dann auch der Schutz, welcher dem Pollen gegen die Nässe geboten wird, mannigfach modifiziert. Auch darin erscheinen die Schutzmittel vielfach abgeändert, daß in dem einen Falle das Dach sich unmittelbar über den Pollen, in dem anderen über eine ganze Blumengruppe, hier über eben geöffnete, mit Pollen beladene Antheren, dort über jene Stelle der Blüte, wo aus den Antheren losgelöster Pollen zeitweilig abgelagert wurde, ausspannt, daß andererseits bald die Antherenwandungen selbst, dann wieder die Narben, die Blumen- und Deckblätter, ja selbst die Laubblätter zu Schutz und Schirm des Pollens herhalten müssen. Das letztere ist insbesondere bei den Lindenbäumen zu sehen, deren Blüten immer so gestellt sind, daß sie zur Zeit, wenn die Antheren Pollen ausbieten, von den breiten flachen Laubblättern überdacht werden. Wenn auch noch so heftige Gufregen über den Lindenbaum niederrauschen, die Regentropfen prallen doch sicher von den Flächen des Laubes ab, und es kommt nur ausnahmsweise vor, daß eine oder die andere der tausend unter den Laubblättern postierten Blüten vom Regen benetzt wird. Ähnlich verhält es sich an mehreren Malvaceen, Daphneen und Balsaminaceen. Bei der hier als Beispiel gewählten *Impatiens Nolitangere* (s. Abbildung, S. 285, Fig. 1) stehen die kleinen Blütenknospen mit ihren zarten Stielen über der Fläche des anfänglich zusammengefalteten, oberseits rinnigen Laubblattes, aus dessen Achsel sie hervorgegangen sind; später aber, wenn die Blütenknospen größer werden und ihre Stiele sich verlängern, gleiten die letzteren an der einen Seite des mit seinen Rändern noch immer aufgebogenen Laubblattes hinab und verbergen sich förmlich unter demselben. Das Laubblatt breitet sich dann flach aus und fixiert mit dem einen Lappen seiner herzförmig ausge schnittenen Basis den abseits geneigten Blütenstiel und damit auch die von demselben getragenen Knospen. Öffnen sich dann diese Knospen und zugleich die Antheren, so sind sie gedeckt durch eine glatte



Alpenrosen und Legföhren (Tirol).  
Nach der Natur von Ernst Heyn.



Laubblattfläche, über welche die niederträufelnden Regentropfen abrollen, ohne jemals die Blüte und ihren Pollen zu benetzen.

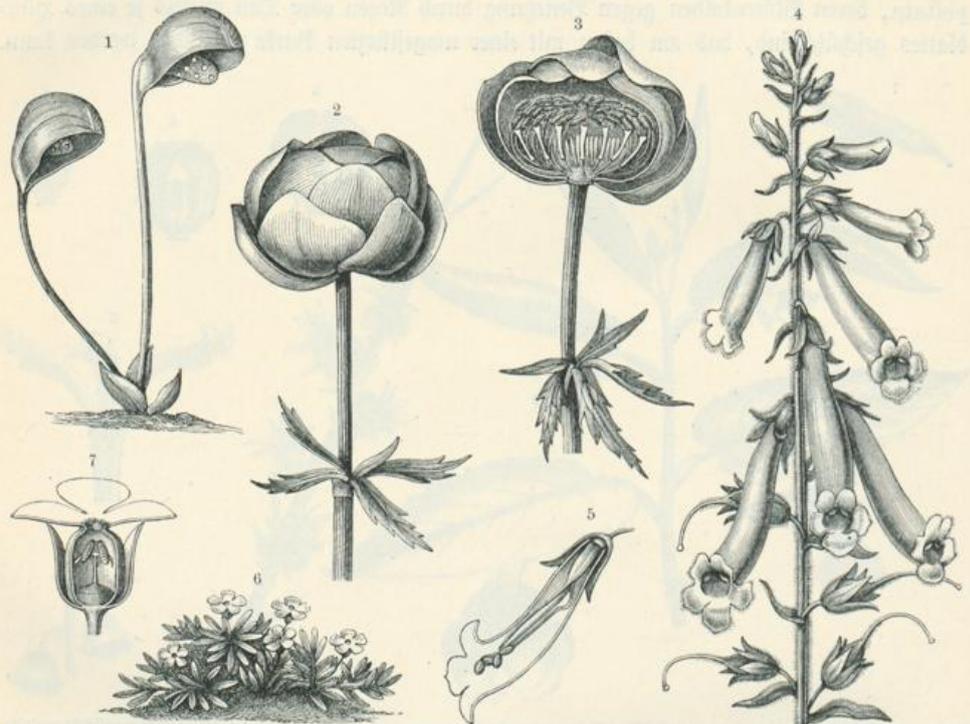
Bei vielen Aroideen wird der Blütenkolben zur Zeit, wenn der Pollen aus den aufgesprungenen Antheren hervordrängt, von dem großen gemeinschaftlichen Hüllblatte, der sogenannten Spatha, ganz überdacht, so namentlich bei dem bizarren japanesischen *Arisema ringens*, dessen Hüllblatt wie eine phrygische Mütze über den Blütenstand gewölbt ist, und nicht weniger wunderbar bei der auf S. 286, Fig. 1, abgebildeten *Ariopsis peltata*, deren Blütenkolben gegen Benetzung durch Regen oder Tau mittels je eines Hüllblattes geschützt sind, das am besten mit einer umgestürzten Barke verglichen werden kann.



Schutzmittel des Pollens gegen Nässe: 1) *Impatiens noli-tangere*; 2–5) *Hippophaë rhamnoides*; 6) *Convallaria majalis*; 7) *Euphrasia stricta*; 8) *Iris sibirica*. Fig. 1, 2, 6–8 in natürl. Größe, Fig. 3–5 etwas vergrößert. (Zu S. 284–287.)

Der zu den Myrtazeen gehörende Strauch *Genetyllis tulipifera* trägt an den Enden seiner dünnen holzigen Zweige Blütenstände, welche man beim ersten Anblicke für überhängende Tulpen halten möchte. Sieht man näher zu, so ergibt sich, daß die großen weißen, rot geäderten Blätter, die an die Blumenblätter der Tulpe erinnern, Deckblätter sind, welche die dicht zusammengedrängten Blüten wie eine Sturzglocke umhüllen, und über welche die Regentropfen wie über einen Regenschirm abfließen müssen. Bei den Pflanzungen (*Musa*, *Urania*) sind die Blüten zur Zeit der Pollenreife gleichfalls von großen Hüllblättern überdeckt, welche später, wenn der Pollen verbraucht und ein Schutz desselben überflüssig geworden ist, sich ablösen und zu Boden fallen. In den Pollenblüten des zweihäufigen Sanddorns (*Hippophaë rhamnoides*), welche in den Winkeln schuppenförmiger Deckblätter an der Basis der jungen Seitenprosse gehäuft beisammenstehen (s. obige Abbildung, Fig. 2), zeigen sich an kurzen, fadenförmigen, aufrechten Trägern vier Antheren, aus denen schon zur Zeit, wenn die Blüte noch knospenartig geschlossen ist und sich wie eine kleine Blase ausnimmt (Fig. 3),

der reichliche staubförmige Pollen ausfällt. Dieser Pollen ist orangefarbig und erfüllt nach seinem Ausfallen den Grund der Blüte (s. Abbildung, S. 285, Fig. 4 und 5). Er soll bei trockenem Winde zu den Narben der Fruchtblüten, die sich an anderen Stöcken, oft Hunderte von Schritten entfernt, entwickelten, übertragen werden. Ehe sich dieser Wind einstellt, können mehrere Tage vergehen, und es ist die Gefahr vorhanden, daß im Laufe dieser Tage der aufgespeicherte Pollen vom Regen oder Tau zum Transport durch den Wind untauglich gemacht, daß er durchnäßt und verdorben wird. Um diese Gefahr zu vermeiden, kassien die beiden



Schutzmittel des Pollens gegen Nässe: 1) *Ariopsis peltata*; 2) Blüte des *Trollius europaeus*, 3) dieselbe Blüte, die vorderen Blumenblätter weggeschnitten; 4) *Digitalis luteoecens*, 5) eine einzelne Blüte dieser *Digitalis* im Längsschnitt; 6) *Aretia glacialis*, 7) eine einzelne vergrößerte Blüte dieser *Aretia* im Längsschnitt. (Zu S. 285—287.)

schalenförmigen Hüllblätter, welche mit ihrer hohlen Seite einander zugewendet sind und eine die Antheren und den Pollen umschließende Blase bilden, an den Seiten auseinander, und es entstehen dadurch zwei gegenüberliegende spaltenförmige Öffnungen, wie an den Figuren 4 und 5 der Abbildung auf S. 285 zu ersehen ist. Am Scheitel bleiben die beiden Schalen verbunden und bilden so ein Gewölbe, welches den darunter abgelagerten Pollen vollkommen gegen die atmosphärischen Niederschläge schützt. Fällt aber ein geeigneter Wind ein, so bläst dieser den stäubenden Pollen durch die Spalten der Blase hinaus und führt ihn weithin zu den Narben anderer Sanddornstöcke.

Die auf feuchten Wiesen der arktischen Flora und auch südwärts in den Gebirgsgegenden der Alten Welt verbreiteten Arten der Gattung Trollblume (*Trollius*), von welchen eine, nämlich *Trollius europaeus*, in obenstehenden Fig. 2 und 3 abgebildet ist, sind sozusagen täglich dem Regen oder reichlichem Tau ausgesetzt. Dennoch wird der Pollen derselben niemals durch

die atmosphärischen Niederschläge benetzt. Die mit Pollen beladenen Antheren sind nämlich von den am Blütenboden entlang einer Schraubenlinie angeordneten Blumenblättern förmlich eingekapselt. Die Insekten, welche die Blüten gern besuchen, um den Honig aus den um die Pollenblätter herumstehenden gestielten Nektarien zu saugen, müssen das Dach, welches aus den zusammenschließenden und sich teilweise deckenden oberen Blumenblättern gebildet wird, durchbrechen, wenn sie in den Innenraum der Blüte kommen wollen. Kräftigeren Bienen gelingt das bei der Biegsamkeit dieser Blätter allerdings sehr leicht; niederfallende Regentropfen aber vermögen nicht einzudringen, sondern gleiten außen über die Blumenblätter herab. Auch die Blumenkronen der Lerchensporne, der Kalzeolarien, des Leinkrautes und des Löwenmaules (*Corydalis*, *Calceolaria*, *Linaria*, *Antirrhinum*) bilden eine ringsum geschlossene Hülle um die pollentragenden Antheren. Ebenso ist der Pollen der Schmetterlingsblütler bis zu dem Momente des Insektenbesuches in dem aus den beiden Blättern des sogenannten Schiffchens gebildeten Hohlraume geborgen.

Bei der Mehrzahl der Lippenblütler, bei dem Fettkraut, dem Klappertopf, dem Wachtelweizen und Augentrost (*Pinguicula*, *Rhinanthus*, *Melampyrum*, *Euphrasia*; s. Abbildung, S. 285, Fig. 7), ebenso bei dem Veilchen (*Viola*), dem Eisenhut (*Aconitum*) und noch zahllosen anderen Pflanzen, deren Blumen mit ihrer Mündung nach der Seite sehen, erscheint der Pollen zwar nicht förmlich eingekapselt, aber doch durch einen Teil der Blumenblätter überwölbt und wie durch ein Dach gegen Regen und Tau geschützt. Den seitlich gerichteten Blüten des Acanthus (*Acanthus*), welche in ihrer allgemeinen Form lebhaft an jene der Lippenblütler erinnern, aber keine vorragende Oberlippe besitzen, wird der Schutz des Pollens durch ein an Stelle der Oberlippe sich vorstreckendes Kelchblatt vermittelt. Einen seltsamen Schutz des Pollens durch Blumenblätter beobachtet man an den Blütenständen der mit den Hortensien verwandten, in Florida einheimischen *Hydrangea quercifolia* (s. Abbildung, S. 290, Fig. 8). Die zu einem schönen ansehnlichen Strauße vereinigten Blüten dieser Pflanze sind zweierlei Art; die einen enthalten Pollenblätter und Stempel, aber nur sehr kleine grünliche Blumenblätter, welche nicht imstande wären, den Pollen der neben ihnen stehenden Pollenblätter gegen Regen und Tau zu schützen; die anderen enthalten weder Pollenblätter noch Stempel, aber ihre Blumenblätter sind sehr groß, weiß gefärbt, flach ausgebreitet und so zusammengesetzt, daß sie sich an ihren aufrechten Stielen wie Regenschirme ausnehmen. Sie erheben sich von den äußersten und obersten Ästchen des Straußes und sind immer so gestellt, daß durch sie der Regen von den tiefer stehenden, in Doldenform gruppierten kleinen, aber pollenföhrnden Blüten abgehalten wird.

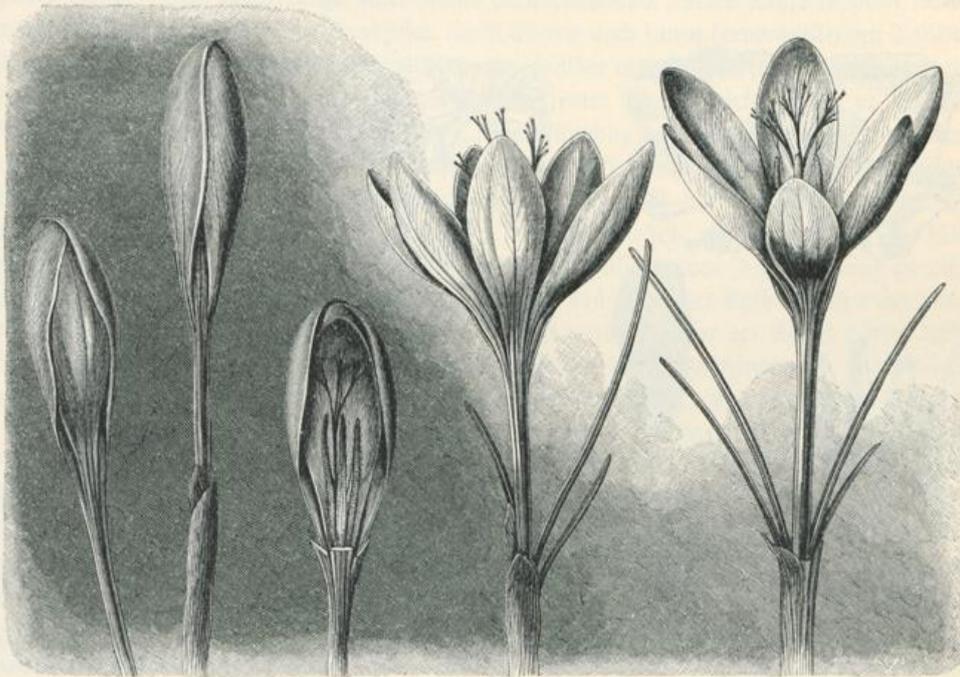
In seltenen Fällen fungieren auch die Griffel und Narben als Schutzmittel des Pollens. Am auffallendsten bei den Schwertlilien (*Iris*). Die Griffel dieser Pflanzen sind in drei Teile gespalten, und diese bilden sanft nach außen gebogene Blätter, deren jedes mit zwei gezahnten Zipfeln endigt (s. Abbildung, S. 285, Fig. 8). Die gewölbte, längs der Mittellinie gewöhnlich etwas gefielte Seite dieser blattartigen Gebilde ist nach oben, die ausgehöhlte Seite nach unten gekehrt. Dieser ausgehöhlten Seite dicht anliegend findet man eine pollenbeladene Anthere angeschmiegt, und diese ist hier so trefflich geborgen, daß sie selbst bei strömendem Regen niemals von einem Wassertropfen getroffen werden kann.

Auf einem wesentlich anderen Prinzip beruht die Ausbildung des Schutzes bei solchen Pflanzen, deren Blüten die Gestalt eines gestielten Tellers haben und deswegen von den Botanikern stieltellerförmig genannt wurden. Die hierher zu zählenden

Arten der Gattungen Phlox und Daphne und vor allem die zierlichen Arten der die nebelreiche Region des Hochgebirges bewohnenden Primulazeen aus der Gattung Mannschöld (Androsace, Aretia) sowie die hübschen Primeln mit aufrechten Blüten (z. B. *Primula farinosa*, *denticulata*, *Cashmiriana*) tragen Blumen, welche nach oben nicht überwölbt oder überdacht, sondern mit der unverschlossenen Mündung ihrer plötzlich in den ausgebreiteten Saum übergehenden Röhre gegen den Himmel gewendet sind (s. Abbildung, S. 286, Fig. 6 und 7), so daß sich Tau und Regentropfen auf dem die Mündung der Röhre umgebenden Saum ansammeln können. Es scheint unvermeidlich, daß hier ein Teil der Wassertropfen zu den in der Röhre eingefügten pollensbedeckten Antheren gelange. Und dennoch bleibt der Pollen vom Regen verschont und unbenezt; denn die Röhre ist an ihrem Übergang in den Saum ganz plötzlich zusammengeschnürt, häufig auch mit kallösen Schwielen besetzt und infolgedessen so verengert, daß zwar Insekten mit dünnem Rüssel einfahren und im Blüten Grunde Honig saugen können, daß aber die auf dem Saum etwa aufgelagerten Regen- und Tautropfen zurückbleiben müssen, weil die Luft aus der Röhre nicht entweichen kann. Nach einem Regen findet man auf jeder Blüte des auf S. 286, Fig. 6, abgebildeten, auf den Moränen vorkommenden Gletscher-Mannschöldes (*Aretia glacialis*) einen Wassertropfen gelagert, der die Luft in der engen, darunter befindlichen Röhre etwas komprimiert, aber den tiefer unten in der Röhre an den Antheren haftenden Pollen nicht erreichen kann. Bei nachfolgender Erschütterung durch den Wind rollen die Wassertropfen von dem Saume der Blumenkrone ab, oder sie verdunsten, und der Blütengrund wird dem Insektenbesuch wieder zugänglich.

In allen bisher erörterten Fällen findet zum Schutz des Pollens eine Änderung in der Lage der hierbei eine Rolle spielenden Laubblätter, Blumenblätter und blumenblattartigen Narben nicht statt. Dagegen wird bei einer langen Reihe anderer Pflanzen der Schutz des Pollens ausschließlich durch Zusammenneigen der Blumenblätter bewirkt. Es ist das insbesondere bei allen jenen Arten der Fall, welche ähnlich den zuletzt geschilderten Formen die Mündung ihrer Blüten der Einfallrichtung des Regens und Tauens zuwenden, bei welchen aber der untere röhrenförmige Teil nicht wie bei dem Mannschöld so sehr verengert ist, daß das Wasser in denselben einzudringen verhindert wäre. Solche unterwärts nicht verengerte becherförmige, beckenförmige, frugförmige, trichterförmige und röhrenförmige Blüten würden bei aufrechter Lage wahre Auffanggefäße für den Regen bilden, und es müßte das Wasser, das sich in ihnen ansammelt, alsbald den im Inneren geborgenen Pollen ertränken. Wenn sich nun solche Blüten zeitweilig schließen, d. h. wenn ihre Blumenblätter oder Hüllblätter so lange über den Innenraum gewölbt sind, als dort die Gefahr der Ansammlung von Wasser vorhanden ist, so wird dadurch mit sehr einfachen Mitteln der so notwendige Schutz des Innenraumes der Blüten gegen eine Überschwemmung erreicht. In der Tat ist dieser Schutz durch Schließen der Blüten in zahlreichen Fällen verwirklicht. Die Blüten der Zeitlosen und der Safrane (*Colchicum*, *Crocus*; s. Abbildung, S. 289), welche mit ihrem becherförmigen Saum im Frühling oder im Spätherbst über die Erde hervorkommen, die Gentianen unserer Alpenwiesen und die mit ihnen verwandten Arten der Gattung Tausendgüldenfraut (*Erythraea*), eine Menge Glockenblumen mit aufrechten Blüten (*Campanula glomerata*, *spicata*, *Trachelium*; *Specularia Speculum* usw.), die Päonien, Rosen, Leine, Opuntien, Mamillarien und Mesembryanthemen, zahlreiche Arten der Gattungen Milchstern, Atram und Stechapfel (z. B. *Ornithogalum umbellatum*, *Mandragora vernalis*, *Datura Stramonium*), die Blüten der Scerosen und Magnolien mögen als Beispiele für diese Formengruppe

aufgeführt werden. Tagsüber, im warmen Sonnenschein, sind die Becken, Kelche und Trichter dieser Blüten weit geöffnet und dann von unzähligen Insekten umschwärmt; bei Eintritt der Dämmerung und beim Fallen des Taues am kühlen Abend rücken aber die Blumenblätter wieder zusammen, schlagen sich übereinander und bilden, wie das an dem eingeschalteten Bild einer Safranblüte zu sehen ist (s. untenstehende Abbildung), ein Gewölbe, auf dessen Außenseite sich die Tauperlen reichlich ablagern können, während das Innere des Bechers gegen Nässe vollständig gesichert ist. Bei Regenwetter und an naßkalten Tagen öffnen sich diese Blüten überhaupt nicht, und es fällt so die Periode des Geschlossenseins mit der Zeit

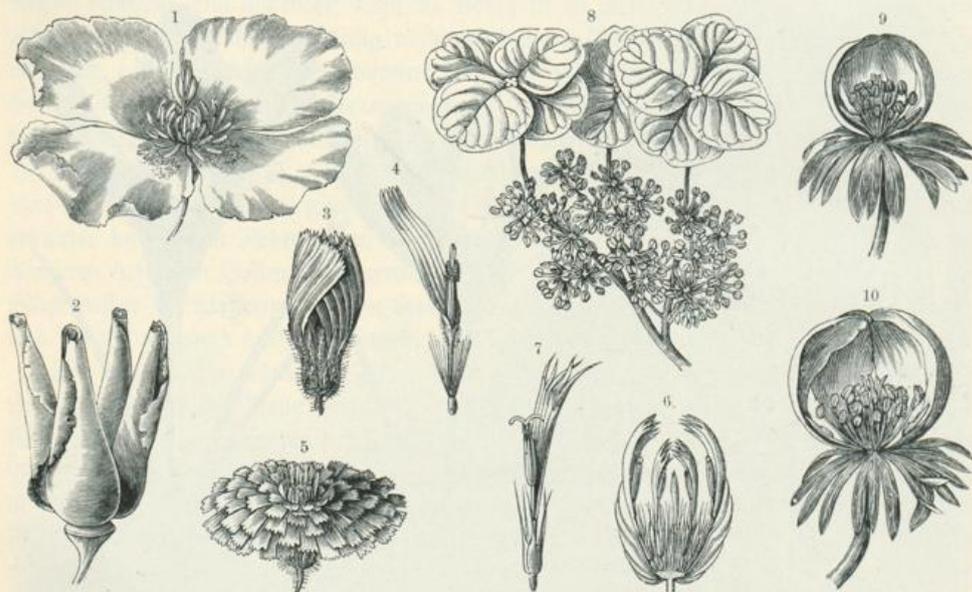


Schutzmittel des Pollens: Die Blüten eines Safrans (*Crocus multifidus*), im Sonnenschein geöffnet (rechts), in der Nacht und bei Regenwetter geschlossen (links). Die vorderen Blumenblätter von einer der drei geschlossenen Blüten weggeschnitten.

zusammen, in welcher die meisten honigsuchenden Insekten zur Nachtruhe gegangen sind oder sich zum Schutze gegen das Unwetter in ihre Schlupfwinkel zurückgezogen haben.

Von hohem Interesse ist die Erscheinung, daß die Blumenblätter, welche sich am Abend als schützender Mantel über die Antheren wölben, sich im Verlaufe der Blütezeit stark vergrößern, denn das Zusammenneigen und Öffnen der Blumenblätter kommt durch ein abwechselndes stärkeres Wachstum der Ober- und Unterseite der Blumenblätter zustande. Bei manchen Arten werden sie doppelt so lang, als sie zur Zeit des ersten Öffnens der betreffenden Blüte waren, und diese Vergrößerung hält gleichen Schritt mit gewissen Entwicklungsvorgängen der zu schützenden pollenträgenden Antheren. Bei einigen Ranunkulazeen mit aufrechten Blüten, so namentlich bei dem Leberkraut und dem auf S. 290, Fig. 9 und 10, abgebildeten Winterstern (*Eranthis*), sind die in der Blütenmitte stehenden Stempel von zahlreichen, in mehreren Schraubenumgängen zusammengedrängten Pollenblättern eingefast, und diese sind wiederum

von schalenförmigen Blumenblättern umgeben, welche sich tagsüber weit ausbreiten, nach Untergang der Sonne aber zusammenschließen und über den Pollenblättern eine Kuppel bilden. Die Antheren dieser Pflanzen öffnen sich nicht gleichzeitig, sondern nur sehr allmählich. Zuerst wird der Pollen aus den äußersten, den Blumenblättern zunächststehenden Antheren entbunden, deren Träger zu dieser Zeit noch kurz erscheinen. Begreiflicherweise genügen zur Überdachung derselben auch verhältnismäßig kurze Blumenblätter. Allmählich öffnen sich aber auch die weiter gegen die Mitte der Blüte stehenden Antheren; die Träger derselben strecken sich, und jetzt würden die Blumenblätter, deren Länge im Anfang genügt hatte, nicht mehr ausreichen, um in der Nacht ein Gewölbe über den sämtlichen mit Pollen beladenen Antheren



Schutzmittel des Pollens gegen Regen: 1) Eine im Sonnenschein geöffnete Blüte der *Eschscholtzia californica*, 2) eine bei Regenwetter geschlossene Blüte derselben Pflanze; 3) Blütenköpfchen des *Hieracium pilosella*, geschlossen, 4) eine einzelne Blüte derselben Pflanze, 5) Blütenköpfchen derselben Pflanze, geöffnet; 6) Längsschnitt durch das geschlossene Köpfchen der *Catanancho coerulea*, 7) eine einzelne diesem Köpfchen entnommene Blüte im letzten Stadium des Blühens; 8) ein Teil des Blütenstandes von *Hydrangea quoreifolia*; 9) geschlossene junge Blüte von *Eranthis hiemalis*, 10) geschlossene alte Blüte derselben Pflanze. (Zu S. 289—291.)

zu bilden. Dementsprechend verlängern sie sich von Tag zu Tag, bis endlich auch die den Stempeln zunächststehenden Antheren ihren Pollen ausgeboten und abgegeben haben. Beim Winterstern (*Eranthis*) verlängern sich auf diese Weise die Blumenblätter von 11 auf 22 und bei dem Leberraut (*Anemone Hepatica*) von 6 auf 13 mm, also auf das Doppelte ihrer ursprünglichen Länge.

Eine seltsame Art des Schließens der Blumenblätter zeigt die kalifornische Eschscholtzie (*Eschscholtzia californica*; s. obenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2). Tagsüber sind die vier goldgelben Blumenblätter weit ausgebreitet. Der Pollen fällt aus den in der Mitte der Blüte büschelförmig gruppierten Pollenblättern als mehligte Masse auf die schalenförmigen Blumenblätter und erscheint hier als eine Schicht bis zur Höhe von 1 mm aufgespeichert (s. Fig. 1). Wenn nun der Abend kommt, so werden nicht die in der Mitte stehenden Antheren geschützt, welche den Pollen bereits verloren haben, sondern es werden vier Dächer über den

abgefallenen Pollen gebildet, indem sich jedes Blumenblatt zusammenrollt und die Form einer umgekehrten Tüte annimmt (s. Fig. 2).

Die zu Köpfchen vereinigten Blumen des Löwenzahns (*Taraxacum*), des Lattichs (*Lactuca*), der Zichorie (*Cichorium*), des Rainfalats (*Lampsana*) und noch vieler anderer Korbblütler, für welche hier als Vorbild die Blüte eines Habichtskrautes (*Hieracium Pilosella*; s. Abbildung, S. 290, Fig. 4) gewählt sein mag, sind an der Basis röhrenförmig, oben aber einseitig in ein bandförmiges Gebilde verlängert, das man in der botanischen Kunstsprache Zunge (*ligula*) genannt hat. Aus dem Grunde der zungenförmigen Blume erheben sich fünf Pollenblätter, deren Antheren zu einer Röhre verwachsen sind. Diese Röhre ist schon frühzeitig erfüllt mit dem aus den Längsrissen der Antheren nach innen hervorquellenden Pollen. Auch geht durch diese Röhre der Griffel hindurch, welcher alsbald nach der Entbindung des Pollens sich verlängert und dabei wie der Stempel einer Pumpe wirkt, indem er den die Antherenröhre erfüllenden Pollen bis vor die freie Mündung der Röhre vorschiebt. Der über der Antherenröhre auf dem Griffelende ruhende Pollen soll von Insekten, welche sich auf die Blütenköpfchen setzen, abgestreift werden. Aber es ist fraglich, ob sich schon wenige Stunden, nachdem das Vorschieben des Pollens erfolgte, Insekten einstellen; und wenn auch, ein Teil des Pollens wird von den nur flüchtig über die Blüten hinstreifenden Insekten gewiß zurückgelassen. Unter allen Umständen muß der frei an der Mündung der Antherenröhre am vorgeschobenen Griffelende haftende Pollen noch geschützt werden, bevor der Abend kommt und sich Nachttau niederschlägt, oder ehe noch Regentropfen aus einer Gewitterwolke niederfallen und das Blütenköpfchen benegen. Das geschieht auch in der Tat, und zwar dadurch, daß die einseitig vorgestreckte Zunge der angrenzenden Blumenkrone zu einem die Röhre abhaltenden Schirme wird. Bei den Habichtskräutern (*Hieracium*) biegt sich die Zunge wie ein flaches Dach über den zu schützenden Pollen (s. Abbildung, S. 290, Fig. 3 und 5). Bei einem anderen Korbblütler, nämlich bei *Catananche*, wird jede Zunge, welche tagsüber im Sonnenschein flach ausgebreitet war, am Abend zu einer Hohlkehle und wölbt sich zugleich im Halbbogen über den zur selben Blüte gehörigen Pollen (s. Abbildung, S. 290, Fig. 6). Es kommen da überhaupt minutiöse Verschiedenheiten vor, welche eingehend zu behandeln hier viel zu weit führen würde. Nur das eine darf nicht übergangen werden, daß nämlich bei diesen Korbblütlern die Zungen der Blüten am Umfange des Köpfchens immer viel länger sind als jene der Mitte, und daß daher durch die Krümmung und das Zusammenneigen der langen randständigen Zungen auch der Pollen in den mittelständigen Blüten überdacht und gegen Nässe geschützt wird. Damit soll nicht gesagt sein, daß sich die kurzen Zungen in der Mitte des Köpfchens am Schutze des Pollens überhaupt nicht zu beteiligen brauchen. In den meisten Fällen richten sich auch diese auf, biegen und krümmen sich einwärts und verhindern im Verein mit den äußeren längeren das Eindringen der Nässe auf den Pollen. An den Blüten von *Catananche* ist sogar die Einrichtung getroffen, daß die langen Zungen der randständigen Blüten aufhören, sich einwärts zu krümmen, sobald in diesen Blüten kein Pollen mehr zu schützen ist, weil er bereits abgestreift wurde und diese Blüten in ihr letztes Entwicklungsstadium eingetreten sind (s. Abbildung, S. 290, Fig. 7). Da müssen natürlich die kurzen Zungenblüten in der Mitte des Köpfchens allein den Schutz ihres Pollens besorgen. Aus diesem Grunde sieht man an den älteren Köpfchen von *Catananche* am Abend nur die mittelständigen kurzen Zungenblüten zusammengeneigt, während die randständigen unbeweglich bleiben und auch während der taufeuchten Nacht geradeso wie in der Mittagssonne strahlenförmig abstehen.

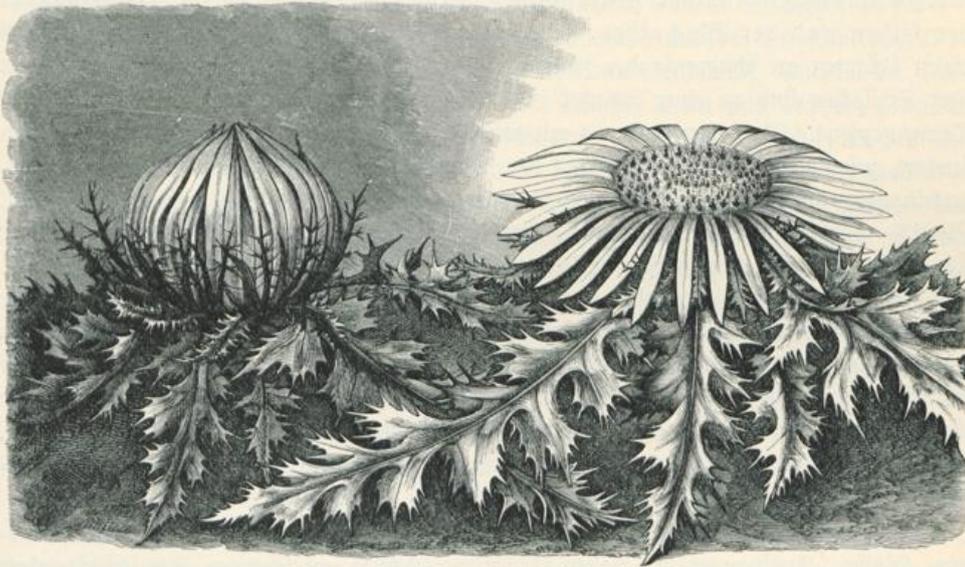
Sehr beachtenswert sind auch die Einrichtungen zum Schutze des Pollens bei jenen Korbblütlern, welche im Mittelfeld ihrer Köpfschen nur röhrenförmige Blüten tragen, während die Blüten an der Peripherie als Zungenblüten ausgebildet sind, oder wo die auf einer runden Scheibe dicht beisammenstehenden röhrenförmigen Blüten von einem Kranze starrer Hüllblätter eingefasst werden, welche den Eindruck von Blumenblättern machen. Als Vorbild der ersten Gruppe kann die Ringelblume (*Calendula*), als Vorbild der letzteren die Wetterdistel (*Carlina*) angesehen werden (s. Abbildung, S. 293). Bei diesen Pflanzen wird der Pollen aus den Röhrenblüten geradeso wie bei den früher besprochenen Zungenblüten aus der Antherenröhre durch den in die Länge wachsenden Griffel emporgehoben und erscheint über jeder Röhrenblüte als ein kleines Klümpchen dem Ende des Griffels aufgelagert. Diese Röhrenblüten vermögen aber ihren Pollen nicht selbst gegen Wetterungunst zu sichern, und es findet daher im Bereiche dieser Blütenköpfe gewissermaßen eine Teilung der Arbeit statt, so zwar, daß die zungenförmigen Blüten oder die strahlenförmigen Deckblätter des Randes, welche keinen Pollen entwickeln, zu schützenden Decken für die pollenbildenden Blüten des Mittelfeldes werden. Bei gutem Wetter stehen die randständigen Zungenblüten und Deckblätter von der Peripherie der Köpfschen strahlenförmig ab, bei schlechtem Wetter und am Abend erscheinen sie aber aufgerichtet, neigen sich über die röhrenförmigen Blüten des Mittelfeldes und bilden dann zusammengenommen entweder einen über dieses Mittelfeld sich wölbenden Hohlkegel, oder sie decken sich gegenseitig wie die Schindeln auf einem Dache, bilden wohl auch einen scheinbar unregelmäßig zusammengedrehten Schopf, sind aber immer so gestellt, daß sie die röhrenförmigen Blüten des Mittelfeldes und den von diesen exponierten Pollen gegen die Unbilden der Witterung vollständig schützen.

Merkwürdig ist, daß die Länge dieser zusammenneigenden Zungen oder Strahlen in einem gewissen Verhältnis zum Querdurchmesser der Scheibe des Köpfschens steht. Köpfschen mit großer Scheibe und zahlreichen Röhrenblüten haben längere, solche mit kleiner Scheibe und wenigen Röhrenblüten kurze Zungen am Rande. Zudem erscheinen anfänglich, wenn die Blüten in der Mitte der Scheibe noch geschlossen sind und nur die gegen den Rand stehenden Röhrenblüten ihren Pollen vorgeschoben haben, die zungenförmigen Randblüten und strahlenden Deckblätter noch kurz, weil sie nur ihre nächsten Nachbarn zu schirmen die Aufgabe haben; sobald aber auch die Blüten in der Mitte der Scheibe sich öffnen, erscheinen sie so bedeutend verlängert, daß sie auch diese zu überdecken imstande sind. Tatsächlich wächst also hier das Dach entsprechend dem Umfange der zu überwölbenden Fläche.

Die hier übersichtlich geschilderten Lageänderungen der Blumenblätter, Zungenblüten und Deckblätter, welche unter dem Namen Schließbewegungen zusammengefaßt werden, erfolgen bei den meisten Pflanzen innerhalb 30—50 Minuten; bei einigen aber auch viel rascher. Bisweilen spielt sich der Vorgang des Schließens binnen wenigen Minuten ab. An Alpenpflanzen kommt es vor, daß sich die Blüten im Laufe einer Stunde mehrmals schließen und öffnen. Die Wärme, welche ein flüchtiger Sonnenblick den Blumen der *Gentiana nivalis* zugeführt hat, genügt, um die Ausbreitung der azurblauen Kronenzipfel zu veranlassen; kaum ist aber die Sonne hinter einer Wolke verschwunden, so drehen sich diese Zipfel schraubig übereinander und schließen, einen Hohlkegel bildend, zusammen. Bricht die Sonne wieder durch, so ist auch die Blumenkrone binnen einigen Minuten neuerdings geöffnet. Bei den Pflanzen, deren Blumenkrone die Gestalt eines Trichters, einer Röhre oder eines Beckens hat, wie beispielsweise bei dem Stechapfel, den Gentianen und dem Venuspiegel (*Datura*,

Gentiana, Specularia), finden beim Schließen die kompliziertesten Faltungen, Biegungen und Drehungen statt; in der Regel stimmt aber die Lage, welche die Blumenblätter bei dieser Gelegenheit annehmen, mit jener überein, welche sie schon in der Knospe zeigten. Überhaupt machen die meisten nächtlich geschlossenen Blüten und Blütenköpfe den Eindruck, als ob sie sich noch in der Knospenlage befänden.

In allen den Fällen, wo trockene, nicht mehr aus lebendigen Zellen bestehende Deckblätter als Schutzorgane dienen, können die Bewegungen nicht mehr durch Wachstum zustande kommen. Als nächste Ursache solcher Schließbewegungen sind ohne Zweifel Änderungen in der Spannung der betreffenden Gewebeschichten anzusehen. Diese aber werden vornehmlich durch Schwankungen des Feuchtigkeitszustandes der Luft veranlaßt. Bei der Wetterdistel (*Carlina*



Schutzmittel des Pollens: Die Blütenköpfe der Wetterdistel (*Carlina acaulis*), im Sonnenschein geöffnet (rechts), in der Nacht und bei Regenwetter geschlossen (links). (Zu S. 292 und 293.)

*acaulis*) beruht das Öffnen und Schließen nur auf diesen Verhältnissen, und die Wärme spielt nur insofern eine Rolle, als in den Gegenden, wo die Wetterdistel wächst, mit zunehmender Wärme auch die relative Feuchtigkeit der Luft abzunehmen pflegt. Man benutzte darum auch die großen, von kurzen, dicken und steifen Stengeln getragenen und dem Boden aufliegenden Blütenköpfe der *Carlina acaulis* als Hygrometer und Wetteranzeiger und prophezeit dann, wenn die trockenen Deckblätter, welche die Röhrenblüten des Köpfchens umgeben, strahlenförmig abstehen, trockenes Wetter und hellen Himmel, wenn aber diese hygroskopischen Deckblätter sich aufrichten und zu einem Hohlkegel zusammenschließen, feuchtes Wetter und trüben Himmel (s. obenstehende Abbildung). Für die Pflanze selbst haben diese Bewegungen der strahlenförmigen Deck- oder Hüllblätter folgende Bedeutung. Am Tage, in warmer trockener Luft, sind die Strahlen nach auswärts gebogen, weit ausgebreitet, wenden ihre silberweiße Innenseite dem Himmel zu und schimmern im Lichte der Sonne so lebhaft, daß sie weithin sichtbar sind. Sie wirken dann als Anlockungsmittel für Insekten, welche eingeladen werden, aus den unscheinbaren röhrenförmigen Blüten der Mitte den Honig zu saugen, zugleich aber auch den

in diesen Blüten an die Mündung der Antherenröhre vorgeschobenen Pollen abzuholen und auf andere Blüten zu übertragen. Es kommen auch zu den geöffneten Blütenköpfen der Wetterdisteln immer zahlreiche Hummeln geflogen, welche Honig saugen und dabei den Pollen mitschleppen. Ziele jetzt plötzlich Regen ein, so würden die Scheibenblüten unvermeidlich benetzt werden, und der Pollen wäre vernichtet. Da aber die Deckblätter sehr hygroskopisch sind, richten sie sich selbst bei geringer Zunahme der Luftfeuchtigkeit, welche dem Regen vorausgeht, empor, krümmen sich einwärts und vereinigen sich zu einem schützenden festen Zelt, an dessen glatter Außenseite die niederfallenden Regentropfen abprallen und ablaufen, ohne Unheil zu stiften.

Auf Änderungen der Form und Lage gewisser Gewebe der Pollenblätter infolge von Wasseraufnahme und Wasserabgabe beruht auch der Schutz gegen Nässe, welcher dem Pollen in den Blüten der Platanen und zahlreicher Nadelhölzer, insbesondere der Eiben und der Wacholder, geboten wird. Die Pollenbehälter befinden sich bei diesen Pflanzen an schuppen- oder schildförmig verbreiterten Trägern, und diese Schuppen oder Schildchen sind an einer Spindel in ähnlicher Weise befestigt wie die Schuppen eines Tannenzapfens. Sie haben auch das mit den Schuppen eines Zapfens gemein, daß sie, befeuchtet, zusammenschließen und sich mit den Rändern berühren, während sie, ausgetrocknet, auseinander rücken, so daß sich klaffende Spalten zwischen ihnen bilden (s. Abbildung, S. 299, Fig. 15—18). Aus diesen klaffenden Spalten kann bei Erschütterung der Blütenstaub, welcher sich in den kugeligen kleinen Pollenbehältern an der Innenseite der Schuppen ausgebildet hat, sehr leicht herausfallen, was aber, wie später noch ausführlicher erörtert werden wird, nur dann für die Pflanze von Vorteil ist, wenn trockenes Wetter herrscht. Bei feuchter Witterung, und besonders bei Regen, wäre ein solches Ausfallen des stäubenden Pollens gleichbedeutend mit Vernichtung desselben. Damit nun diese Gefahr abgewendet werde, schließen sich die Spalten, und zwar dadurch, daß die Schuppen durch Aufnahme von Feuchtigkeit anschwellen, sich mit ihren Rändern berühren und so die an ihrer Innenseite angehefteten kleinen Pollenbehälter und den Pollen überdecken und verhüllen.

Im Gegensatz zu den bisher geschilderten Blüten, in welchen der Pollen durch Krümmen, Wölben, Ausspannen und Falten blattartiger Gebilde und schuppen- oder schildförmiger Fortsätze des Konnektivs der Pollenblätter gegen Nässe und Wind geschützt wird, erfolgt bei einer anderen, der Zahl nach kaum geringeren Abteilung von Blütenformen derselbe Schutz in noch einfacherer Weise dadurch, daß beckenförmige oder becherförmige Blüten infolge von Krümmungen der Stiele und Stengel nickende hängende Lagen annehmen. Gewöhnlich erfolgen diese Krümmungen kurz vor dem Aufblühen, und es bleibt die Blüte dann so lange in umgekehrter Lage, als ihr Pollen des Schutzes bedarf. Bei zahlreichen Glockenblumen (z. B. *Campanula barbata*, *persicifolia*, *pusilla*), Nachtschattengewächsen und Skrofulariaceen (z. B. *Atropa*, *Physalis*, *Scopolia*, *Digitalis*), Primulaceen und Asperifoliaceen (z. B. *Cortusa*, *Soldanella*, *Mertensia*, *Pulmonaria*), Alpenrosen, Wintergrünen und Heidelbeeren (*Rhododendron*, *Moneses*, *Vaccinium*), Ranunculaceen und Dryadaceen (z. B. *Aquilegia*, *Geum rivale*) und an vielen lilienartigen Gewächsen (z. B. *Fritillaria*, *Galanthus*, *Leucojum*, *Convallaria*, s. Abbildung, S. 285, Fig. 6) sieht man die Blütenknospen an aufrechten Stielen mit der noch geschlossenen Mündung dem Himmel zugewendet. Ehe sich aber die Blüte noch ganz öffnet, krümmen sich die Stiele abwärts, und es erscheint dadurch die Mündung der von dem Stiele getragenen Blüte mehr oder weniger gegen den Boden gerichtet. Ist die Blütezeit vorüber, wo der Schutz der im Inneren der Blüte geborgenen,

pollenbedeckten Antheren überflüssig ist, so strecken sich in den meisten Fällen (z. B. *Digitalis*, *Soldanella*, *Moneses*, *Fritillaria*, *Geum rivale*) die Stiele wieder gerade, und die aus den Blüten hervorgegangenen Früchte, zumal wenn es Trockenfrüchte sind, werden wieder von aufrechten Stielen getragen. Dieser Vorgang, welcher durch die Abbildung auf S. 286, Fig. 4 und 5, anschaulich gemacht ist, spielt sich, wie gesagt, an Hunderten den verschiedensten Familien angehörenden Pflanzen und in den verschiedensten Modifikationen ab.

Bei einigen Pflanzen mit traubenförmig zusammengestellten Blüten krümmen sich vor dem Aufblühen nicht die Blütenstiele, sondern es krümmt sich die Spindel, von welcher die Blütenstiele ausgehen, wodurch die ganzen Trauben oder Ähren nickend und überhängend werden. Die Blüten kommen dann sämtlich in eine umgekehrte Lage, und die Blumenblätter schützen wie ein Dach den an den Antheren haftenden Pollen. So verhält es sich z. B. mit den Blüten des Kirschlorbeers (*Prunus Laurocerasus*) und der Traubenkirchweide (*Prunus Padus*), des Sauerdorns (*Berberis*) und der Mahonie (*Mahonia*). Auch an den ährenförmigen Blütenständen der Walnuß, der Birken, Haseln, Erlen und Pappeln (*Juglans*, *Betula*, *Corylus*, *Alnus*, *Populus*) ändert sich die Lage der Ährenspindel kurz vor dem Aufspringen der Antheren, um dadurch einen Schutz für den durch das Aufspringen freierwerdenden Pollen zu vermitteln. Im jugendlichen Zustande sind die Pollenblüten dieser Pflanzen dicht gedrängt und bilden fest zusammenschließend eine steife, aufrechte zylindrische Ähre. Vor dem Aufblühen streckt sich aber die Spindel der Ähre, sie wird überhängend, und die von ihr getragenen, nun etwas auseinander gerückten Blüten erhalten dadurch eine umgekehrte Lage, so daß die aus kleinen Vorblättern und Perigonblättern zusammengesetzte Blütendecke nach oben, die Antheren nach unten zu stehen kommen (s. Abbildung, S. 274). Die Antheren, welche jetzt unter der Blütendecke wie unter einem Dach aufgehängt erscheinen, öffnen sich, ihr Pollen kollert und scheidet aus den Öffnungen heraus, stäubt aber nicht sogleich in die freie Luft, sondern lagert sich, senkrecht herabfallend, zunächst in muldenförmigen Vertiefungen ab, welche an der nach oben gefehrten Rückseite der einzelnen Blüten ausgebildet sind. Hier bleibt er liegen, bis bei trockenem Wetter ein Windstoß kommt, der ihn auf eine später noch ausführlicher zu besprechende Weise zu den Narben hinweht. Bis dahin aber ist er auf seiner Ablagerungsstätte gegen Regen und Tau durch die über ihm stehenden Blüten derselben Ähre geschützt, und die Decke jeder Blüte ist somit einerseits ein Depot für den Pollen der höher gestellten Blüten und zugleich ein schützendes Dach für den auf den muldenförmig vertieften Rücken der tiefer gestellten Blüten aus den Antheren hinabgefallenen Pollen, wie das durch die oben erwähnte Abbildung der Walnußblüten anschaulich dargestellt wird.

Von hohem Interesse sind solche Blüten und Blütenstände, welche nur periodisch in eine umgekehrte Lage versetzt werden, und deren Stiele sich, entsprechend dem Wechsel von Tag und Nacht und dem Wechsel von schlechtem und gutem Wetter, beugen, strecken und wenden, und daher recht eigentlich als wetterwendische bezeichnet werden könnten. Es gehören in diese Abteilung Formen aus den verschiedensten Familien, die aber das eine gemeinsam haben, daß ihre Blüten oder Blütenstände von verhältnismäßig langen Stielen getragen werden, und daß ihr Honig und Pollen den anfliegenden Insekten im Grunde seichter Becken, flacher Schalen oder auch auf ebenen Scheiben dargeboten wird. Wenn sich solche Blüten und Blütenstände tagsüber und bei gutem Wetter aufrichten und ihre weite Mündung der Sonne zuwenden, so werden sie von jenen Insekten, welche es vermeiden, in das Innere überhängender Glocken und Röhren von untenher

einzudringen, und welche nur auf weit offene und leicht zugängliche Blumen von obenher angefliegen kommen, auch reichlich besucht, und dadurch wird die so wichtige Übertragung des Pollens vermittelt. Wenn sie dagegen in der Nacht und bei regnerischem Wetter, also zu einer Zeit, in welcher die Insekten ohnedies nicht schwärmen, überhängend werden, so wird dadurch ihr Pollen und Honig gegen Wetterungunst geschützt, und es erscheint so durch die periodische Bewegung der Achse ein doppelter Vorteil erreicht.

Bei zahlreichen Glockenblumen und Storchschnabelgewächsen, aus deren Reihe die weitverbreiteten Arten *Campanula patula* und *Geranium Robertianum* für die untenstehende



Schutzmittel des Pollens: 1) Die Blüten eines Storchschnabels (*Geranium Robertianum*) bei Tage an aufrechten Stielen, 2) die Blüten derselben Pflanze während der Nacht und bei Regenwetter an gekrümmten Stielen, in gestürzter Lage; 3) Blüte einer Glockenblume (*Campanula patula*) bei Tage an aufrechtem Stiel, 4) Blüte derselben Pflanze während der Nacht und bei Regenwetter an gekrümmtem Stiel, in gestürzter Lage; 5) Blütenköpfchen einer Skabiose (*Scabiosa lucida*) bei Tage an aufrechtem Stiel, 6) Blütenköpfchen derselben Pflanze während der Nacht und bei Regenwetter an gekrümmtem Stiel, in gestürzter Lage. (Zu S. 295—297.)

Abbildung (Fig. 1—4) als Beispiele gewählt wurden, ferner bei vielen Arten der Gattungen Sauerklee, Mohn, Adonis, Muschelblümchen, Hahnenfuß, Windröschen, Fingerkraut, Miere, Hornkraut, Steinbrech, Sonnenröschen, Anoda, Nachtschatten, Gauchheil, Sperrkraut und Tulpe (z. B. *Oxalis lasiandra*, *Papaver alpinum*, *Adonis vernalis*, *Isopyrum thalictroides*, *Ranunculus acer*, *Anemone nemorosa*, *Potentilla atrosanguinea*, *Stellaria graminea*, *Cerastium chloraefolium*, *Saxifraga Huetiana*, *Helianthemum alpestre*, *Anoda hastata*, *Solanum tuberosum*, *Anagallis phoenicea*, *Polemonium coeruleum*, *Tulipa silvestris*) krümmen sich die Stiele der einzelnen Blüten, bei der oben abgebildeten Skabiose (*Scabiosa lucida*; Fig. 5 und 6) sowie bei mehreren Korbbliütlern (*Bellis*, *Doronicum*, *Sonchus*, *Tussilago* usw.) die Stiele der Blütenköpfchen, bei mehreren Doldenpflanzen (z. B. *Astrantia alpina*, *carniolica* usw.) die Träger der Dolden und bei einigen

Schotengewächsen (z. B. *Draba aizoides*, *Arabis Turrita*, *Cardamine pratensis*, *Sisymbrium Thalianum*) die Spindeln der Trauben. Bei den genannten Scabiosen und Korbblütlern werden durch die Achsenkrümmung die ganzen Blütenstände periodisch in eine gestürzte Lage versetzt, und es erscheinen nun die randständigen, zungenförmigen, strahlenden Blüten der Köpfechen und bei den erwähnten Dolbenpflanzen die verhältnismäßig großen Hüllen der einzelnen Döldchen als schützendes Dach für den Pollen der mittelständigen Blüten. Erwähnenswert ist noch der Umstand, daß bei einigen Weidenröschen (z. B. *Epilobium hirsutum*, *montanum*, *roseum*) nicht die Stiele der Blüten, sondern die stielartigen langen unterständigen Fruchtknoten sich periodisch bald abwärts krümmen, bald wieder gerade strecken, wodurch die einer flachen Schale vergleichbaren Blumen bald nickend, bald aufrecht erscheinen. Ebenso ist hier der Erscheinung zu gedenken, daß die Krümmungen der Blütenstiele oder der sie vertretenden Fruchtknoten aufhören, sobald der Pollen aus den betreffenden Blüten auf die eine oder andere Art entfernt wurde und ein Schutz desselben nicht mehr nötig ist. Die Blütenstiele der *Saxifraga Huetiana* krümmen sich nur so lange, als pollenbedeckte Antheren in den von ihnen getragenen Blüten zu schützen sind, und die langen Fruchtknoten der genannten Weidenröschen biegen sich nur an zwei aufeinander folgenden Abenden bogenförmig der Erde zu, am dritten Abend, wenn kein Pollen mehr gegen Regen und nächtlichen Tau in Sicherheit zu bringen ist, bleiben sie aufrecht und krümmen sich nicht.

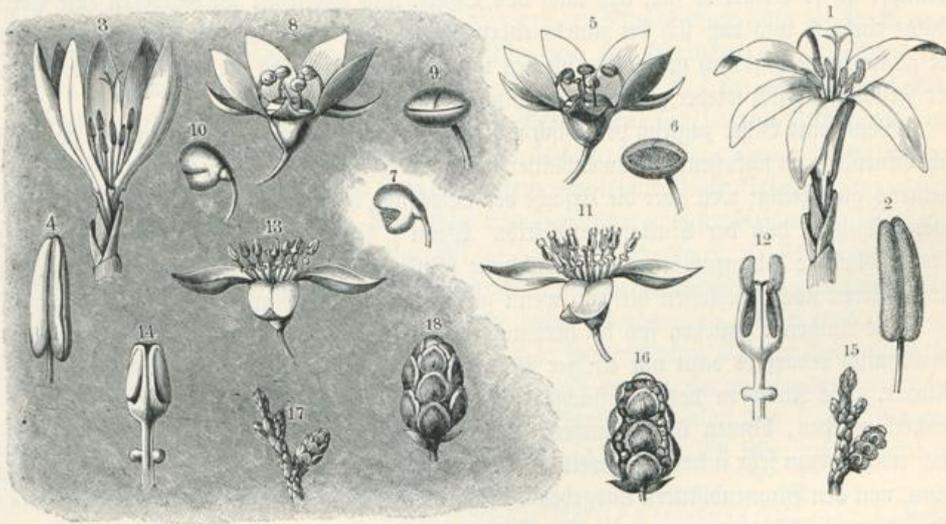
Dieses Krümmen der Stiele und das Nicken der Blüten bereits vor Eintritt des Regens macht fast den Eindruck, als ob die betreffende Pflanze das Herannahen des Unwetters zu ahnen und sich schon im vorhinein in ihrem Verhalten so einzurichten vermöchte, daß ihr durch die Unbilden der Witterung nachträglich kein Schade erwächst. Das Landvölk ist auch solcher Ansicht und betrachtet demnach mit gutem Grunde die erwähnten Krümmungen der Stiele und das Nicken der Blüten und Blütenstände als Anzeichen eines nahe bevorstehenden Regens. Es läßt sich aber, wie gesagt, dieser Vorgang mechanisch in der Weise erklären, daß durch die Windstöße, welche dem Regen gewöhnlich vorhergehen, und durch die von denselben veranlaßten Erschütterungen eine Änderung in der Spannung der Gewebeschichten des Stengels angeregt wird, und daß die Spannungsänderung als eine längere Zeit anhaltende Krümmung des Stengels auch äußerlich zur Erscheinung kommt. Es läßt sich übrigens diese nachhaltige Krümmung des Stengels auch künstlich hervorrufen, indem man den durch die Belastung mit Wassertropfen veranlaßten Zug sowie die Erschütterung durch Regen und Wind nachahmt. Wenn man z. B. die zur Mittagszeit straff aufrechten Blütenstiele verschiedener Arten von Sauerflee (*Oxalis*), den Schaft einer Tulpe (*Tulipa*), die langen Köpfechenstiele von *Doronicum*, die blütenträgenden Stengel von *Astrantia major*, *Cardamine pratensis* und *Primula cortusoides* umbiegt und einige Zeit in dieser Lage erhält, oder wenn man sie schüttelt, schwenkt und beklopft, so tritt alsbald eine Änderung in der Spannung der Gewebe ein, welche sich darin zeigt, daß diese Stiele und Stengel gekrümmt und die früher aufrechten und dem Lichte zugewendeten Blüten und Blütenköpfechen nickend werden und gegen die Erde sehen. Versucht man dann die Stiele wieder gerade zu strecken, so läuft man Gefahr, dieselben zu zerbrechen. Es dauert dann immer einige Stunden, bis sich diese Starre löst, bis sich jene Spannungen, welche vor Ausübung des mechanischen Reizes vorhanden waren, wiederherstellen und die Stiele und Stengel wieder gerade werden.

Die geschilderten mannigfachen Änderungen in der Richtung und Lage der Blumenblätter, Deckblätter, Blütenstiele und Stengel, welche sich unter dem Wechsel von Tag und

Nacht, Windstille und Sturmwind, Sonnenschein und trübem Himmel vollziehen, bedingen häufig innerhalb sehr kurzer Zeitabschnitte ein ganz und gar abweichendes Bild der Vegetationsdecke. An warmen Sommertagen, bei heiterem Himmel und ruhiger Luft ist das Grün der Wiesen mit unzähligen offenen Blumen geschmückt. Die sternförmig ausgebreiteten sowie die becher- und beckenförmigen Blüten und Blütenstände der Windröschen, Hahnenfüße, Fingerkräuter, Gentianazeen und Korbblütler, alle sind sie weit aufgetan, so daß die obere, heller gefärbte Seite ihrer Blumen weithin sichtbar ist. Die Mehrzahl derselben wendet sich der Sonne zu, so daß die Farbe des offenen Blumenraumes um so leuchtender hervortritt; mehrere der Blüten und Blütenstände, wie z. B. die der Sonnenröschen (*Helianthemum*), gehen geradezu mit der Sonne und sind am frühen Morgen nach Südost, am Mittag nach Süd und nachmittags nach Südwest gewendet. Unzählige Fliegen, Bienen, Hummeln und Falter summen und schwärmen um die besonnten Blüten. Der Abend kommt. Die Sonne ist hinter den Bergen gesunken, ein kühler Luftstrom senkt sich zu Tal, und reichlicher Tau schlägt sich auf Laub und Blüten nieder. Das Insektenvolk ist verstummt und hat sich in seine Schlupfwinkel zur Nachtruhe zurückgezogen, und auch die Blüten scheinen in Schlaf zu versinken. Die Blumenblätter falten und legen sich zusammen, die Blütenköpfchen schließen sich, Blüten und Blütenstände neigen sich gegen die Erde, werden überhängend und weisen dem Beschauer die unscheinbar gefärbte Außenfläche ihrer Blütendecken. Die Wiese, triefend vom Tau, ist die ganze Nacht hindurch in einen Zustand der Erstarrung verfallen, aus dem sie erst wieder durch die wärmenden Sonnenstrahlen des nächsten Morgens erlöst wird. Ein ähnlicher Wechsel des Bildes stellt sich ein, wenn böses Wetter im Anzuge ist, wenn der Wind über die Wiese fährt und vom trübem Himmel Regen auf die blütenbedeckten Pflanzen herabfällt. Auch dann haben die meisten Blumen die dem Verderben ausgesetzten Teile zeitig genug verdeckt und eingehüllt und können das Unwetter ohne wesentliche Benachteiligung ihres Pollens überstehen.

Nur verhältnismäßig wenige Pflanzen unserer Wiesen machen den Eindruck, als ob sie von diesem Wechsel äußerer Verhältnisse gar nicht berührt würden. Manche scheinen der Schutzmittel ihres Pollens gegen Durchnässung ganz entraten zu können; denn ihre Pollenbehälter bleiben, nachdem sich einmal die Blüten geöffnet haben, frei und unbedeckt, und zwar selbst dann, wenn reichlicher Tau oder Regen fällt. So ragen z. B. die von langen Fäden getragenen Antheren der Begericharten und Kugelblumen (*Plantago* und *Globularia*) bei gutem und schlechtem Wetter aus den kleinen, zu dichten Ähren und Köpfchen vereinigten Blüten hervor, und es scheint ihr Pollen bei feuchter Witterung unvermeidlich dem Verderben ausgesetzt. Sieht man aber näher zu, so stellt sich heraus, daß es auch diesen Pflanzen an einer Schutteinrichtung für den Pollen nicht gebricht. Die Antheren selbst sind es, welche den aus ihrem Gewebe entwickelten Pollen in Sicherheit bringen, und zwar dadurch, daß die bei trockenem Wetter aufgesprungenen Antherenfächer, an deren Öffnungen der Pollen exponiert ist, in taureichen Nächten und bei feuchter Witterung sich wieder schließen und ihren Pollen dabei wieder inkapseln. Der neuerdings eingekapselte reife Pollen ist dann in der Anthere gerade so gut gegen Nässe geschützt, wie er es zur Zeit seiner Entwicklung war; denn durch die Wand der Antherenfächer hindurch vermag Regen und Tau keinen nachteiligen Einfluß auf die im Inneren geborgenen Pollenzellen auszuüben. Kommt wieder trockenes warmes Wetter, so öffnet sich die Anthere wieder, und zwar in derselben Weise, wie sie sich zum erstenmal geöffnet hatte. Es wiederholen sich dabei genau alle die Vorgänge, welche bei früherer Gelegenheit (vgl. S. 272) dargestellt

wurden. Sind es einfächerige Antheren, welche mit einer Querspalte aufspringen, wie die des Frauenmäntelchens (*Alchimilla*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 5—10), so öffnen und schließen sich ihre Ränder wie die Lippen eines Mundes; sind es Antheren, welche mit Klappen aufspringen, wie die des Lorbeers (*Laurus nobilis*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 11—14), so schlagen sich die Klappen wieder herab und drücken den an sie angeklebten Pollen wieder in die offenen Nischen der Antheren zurück; und sind es Antheren, welche sich mit Längsrissen öffnen, und deren Wände sich wie Flügeltüren nach außen bewegen und dabei zurückrollen, wie jene des Bergflachses und der Lichtblume (*Thesium*, *Bulbocodium*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 1—4), so erfolgt in feuchter Luft wieder die umgekehrte Bewegung, und es schließen die beiden Flügeltüren wieder vollständig zusammen.



Schutzmittel des Pollens: 1) Blüte der Lichtblume (*Bulbocodium*) im Sonnenschein und in trockener Luft, mit geöffnetem Perigon und geöffneten Antheren, 2) eine Anthere aus dieser Blüte, 3) Blüte der Lichtblume (*Bulbocodium*) in feuchter Luft, das Perigon halb geöffnet, die Antheren geschlossen, 4) eine Anthere aus dieser Blüte; 5) Blüte des Frauenmäntelchens (*Alchimilla vulgaris*) in trockener Luft, mit geöffneten Antheren, 6) und 7) Antheren aus dieser Blüte, 8) Blüte des Frauenmäntelchens (*Alchimilla vulgaris*) bei Regenwetter, mit geschlossenen Antheren, 9) und 10) Antheren aus dieser Blüte; 11) Blüte des Lorbeers (*Laurus nobilis*) in trockener Luft, mit geöffneten Antheren, 12) eine Anthere aus dieser Blüte, 13) Blüte des Lorbeers (*Laurus nobilis*) bei Regenwetter, mit geschlossenen Antheren, 14) eine Anthere aus dieser Blüte; 15) Pollenblüten von *Juniperus virginiana* in trockener Luft, 16) dieselben vergrößert, 17) Pollenblüten von *Juniperus virginiana* bei Regenwetter, 18) dieselben vergrößert. Fig. 1, 3, 15 und 17 in natürl. Größe, die anderen Figuren 2—8fach vergrößert. (Zu S. 294 und 299.)

Im arktischen Gebiet und in der alpinen Region unserer Hochgebirge, wo zur Blütezeit der meisten Gewächse reichliche atmosphärische Niederschläge fallen, ist die Zahl solcher Pflanzen mit periodisch sich öffnenden und schließenden Antheren nicht groß, und es sind neben den schon erwähnten Arten des Bergflachses und des Frauenmäntelchens nur noch die Wegetiche, die Kugelblumen und die Ranunkulazeen, zumal jene mit pendelnden Antheren (*Thalictrum*), zu erwähnen, an welchen sich dieser Vorgang besonders deutlich abspielt. Viel öfter scheint diese Schutzrichtung für den Pollen in wärmeren Gegenden, zumal in subtropischen und tropischen Gebieten, vorzukommen; wenigstens zeigen die Zimtbäume, der Kampferbaum, der Lorbeer, überhaupt die lorbeerartigen Gewächse, ferner die Aralien und Zykadeen, die Arten der Gattung *Ricinus* und *Euphorbia*, die Zistrofen (*Cistus*), der Weinstock (*Vitis*) und wohl die meisten rebenartigen Gewächse, der Tulpenbaum und die Magnoliazeen

(Liriodendron, Magnolia), ferner von Nadelhölzern die Gattung *Cephalotaxus* in ausgezeichneter Weise dieses periodische Öffnen und Schließen der Antheren.

Es ist dieses Öffnen und Schließen die Folge von Veränderungen im Feuchtigkeitszustande der Luft und beruht auf der Zusammenziehung und Ausdehnung jener hygroskopischen Zellen, welche sich unter der Oberhaut der Antherenwandung ausgebildet haben, und die in dem vorhergehenden Kapitel bereits besprochen wurden. Der Einfluß der Wärme hat bei ihnen ähnlich wie bei den Bewegungen der Deckblätter an den Blütenköpfchen der Wetterdistel nur insofern eine Bedeutung, als mit dem Steigen und Fallen der Temperatur auch die relative Feuchtigkeit der Luft sich ändert. Da unter gewöhnlichen Verhältnissen der Gang der Temperatur sowie die Zunahme und Abnahme der Feuchtigkeit an den Wechsel von Tag und Nacht geknüpft ist, so erklärt es sich, daß auch das Öffnen und Schließen der Antheren eine Periodizität einhält, und daß sich bei zunehmender Feuchtigkeit am Abend die Antheren schließen, die ganze Nacht hindurch geschlossen bleiben und erst nach Aufgang der Sonne bei abnehmender Feuchtigkeit sich wieder zu öffnen beginnen.

Wenn eine Blüte zugleich periodisch sich öffnende und schließende Antheren und periodisch sich öffnende und schließende Blumenblätter besitzt, so erfolgen die entsprechenden Bewegungen meistens gleichzeitig; weil aber die Ursache der Bewegung hier und dort verschieden ist, kann es auch geschehen, daß der Einklang ausbleibt. Wenn z. B. nach längerem Regen ein warmer Sonnenblick die Blumenblätter der Lichtblume (*Bulbocodium*) geöffnet hat, so können doch die Antheren noch geschlossen bleiben, wenn gleichzeitig die Feuchtigkeit der Luft noch groß ist.

Die Antheren schließen sich bei herannahender Gefahr viel rascher als die Blumenblätter. Gewöhnlich bedarf es dazu nur einiger Minuten; in manchen Fällen auch nur einer halben Minute. Die Antheren des Bergglases (*Thesium alpinum*) schließen sich, nachdem sie befeuchtet wurden, binnen 30 Sekunden. Bei dieser Pflanze ist der Vorgang des Schließens auch noch darum sehr interessant, weil die Befeechtung der Antherenwand durch ein eigentümliches, von den Blumenblättern ausgehendes Haarbüschel vermittelt wird, was hier in gedrängtester Kürze geschildert werden soll. Die Blüten des Bergglases sind mit dem offenen Saum ihrer Blumen dem Himmel zugewendet. In dieser Stellung erhalten sie sich unverändert Tag und Nacht, auch bei gutem und schlechtem Wetter. Die von obenher fallenden Regentropfen sowie der in hellen Nächten gebildete Tau kommen daher unvermeidlich auf die offenen Blüten. Es ist aber bei der Form des Saumes und infolge des Umstandes, daß das Gewebe desselben nicht benetzbar ist, verhindert, daß sofort die ganze Blüte durchnäßt wird; Regen und Tau lagern ihre Wasserperlen auf dem Saum ab, und die Antheren werden anfänglich nicht unmittelbar betroffen. Dennoch schließen sich die Antheren sehr rasch nach der Auflagerung der Wasserperlen, was sich dadurch erklärt, daß die Blumenblätter mit den vor ihnen stehenden Antheren durch ein Bündel aus gedrehten Haaren verbunden sind, welches sich nicht nur durch leichte Benetzbarkeit auszeichnet, sondern auch wie ein Docht das Wasser zu der Anthere hinleitet und dadurch das Schließen der Antherenwände veranlaßt.

Einen eigentümlichen durch die Antherenwände vermittelten Schutz des Pollens beobachtet man bei mehreren distelartigen Pflanzen und bei den Flockenblumen (*Onopordon*, *Centaurea*). Der Bau der Antherenröhre und die Entbindung des Pollens in den Hohlraum derselben, der Bau des Griffels und die Einlagerung desselben in die Antherenröhre sind bei diesen Pflanzen nicht wesentlich anders als bei den auf S. 291 besprochenen Korbblütlern, aber ein wesentlicher Unterschied besteht darin, daß der Pollen nicht durch den sich verlängernden Griffel,

sondern durch die sich verkürzenden fadenförmigen Träger der Antherenröhre vor die Mündung dieser Röhre geschoben wird. Die fadenförmigen Träger der Antherenröhre, gemeinlich Staubfäden genannt, ziehen sich bei *Onopordon* und *Centaurea* in Folge mechanischer Reize zusammen; sie verkürzen sich und ziehen bei dieser Gelegenheit die Antherenröhre in die Tiefe. Da die Antherenröhre wie ein Futteral den Griffel umgibt, der Griffel aber sich weder verkürzt noch in seiner Lage ändert, so wird nach dem Herabziehen der Antherenröhre das obere Ende des Griffels sichtbar, und auch der Pollen, welcher dem Griffel aufgelagert ist, wird entblößt und erscheint als eine krümelige Masse auf der Griffelspitze oberhalb der Antherenröhre. Wurde der mechanische Reiz auf die Staubfäden durch ein auf dem Blütenköpfchen sich herumtummelndes Insekt ausgeführt, so wird der krümelige Pollen von den Insekten abgestreift, und die ganze Vorrichtung ist augenscheinlich darauf berechnet, daß dieselben Insekten, welche durch Anstreifen mit dem Rüssel oder mit den Klauen ihrer Füße die Verkürzung der Staubfäden, das Hinabziehen der Antherenröhre und das Heraustreten des Pollens veranlassen, auch mit dem Pollen beladen werden. Bis zur Zeit des Insektenbesuches ist der Pollen aber versteckt in dem aus den Antheren gebildeten Futteral, und das ist für ihn insofern von Vorteil, als er dort gegen Regen und Nachttau geschützt wird. Die in Rede stehenden Korbblietler haben aufrechte Blütenköpfchen; *Onopordon* hat an diesen weder zungenförmige, bewegliche Strahlenblüten noch strahlende, sich schließende Deckblätter; *Centaurea* hat randständige Blüten, aber es geht ihnen die Fähigkeit ab, sich als schützende Decke über die auf dem Mittelfelde stehenden Röhrenblüten zu wölben. Die Stiele der Köpfchen werden bei schlechtem Wetter weder überhängend noch nickend, kurz gesagt, es entbehrt der Pollen dieser Korbblietler der so mannigfachen Schutzmittel, welche bei anderen Gattungen derselben Familie vorkommen, und die im vorhergehenden besprochen wurden. Dafür aber übernimmt bei ihnen die Antherenröhre selbst den Schutz des entbundnen Pollens, und zwar bis zu dem Augenblick, in welchem sich jene Insekten auf die Blüten setzen, die berufen sind, den Pollen abzuholen.

Erwähnenswert ist auch der Umstand, daß im Kreise derselben Pflanzenfamilie nicht immer das gleiche Schutzmittel zur Ausbildung gekommen ist. Das eine Familienmitglied schützt sich nach dieser, das andere nach jener Weise. Besonders deutlich kommt diese Erscheinung bei den verschiedenen Gattungen der Nachtschattengewächse und bei den mannigfaltigen Arten der Gattung *Campanula* zur Geltung. Bei den Nachtschattengewächsen findet sich folgender Wechsel der Schutzmittel nach den Gattungen. Die Blüten der Kartoffel (*Solanum tuberosum*) falten sich nachmittags zusammen und erhalten durch Krümmen der Blütenstiele über Nacht eine umgekehrte Lage, aber nur über Nacht; denn am anderen Morgen streckt sich der Blütenstiel gerade, und es entfaltet sich auch wieder die Blumenkrone. Die Blüten der Tollkirsche (*Atropa Belladonna*) bleiben im Verlaufe der ganzen Blütezeit in gestürzter Lage, und ihre Blumenkronen brauchen sich daher auch nicht periodisch zu schließen und zu öffnen; die Blüten des Atrains (*Mandragora vernalis*) bleiben aufrecht, aber während der Nacht und bei regnerischem Wetter schließen die Zipfel der aufrechten Blumenkrone über den pollensbedeckten Antheren im Blütengrunde zusammen. Was die Glockenblumen (*Campanula*) anlangt, so sind diejenigen, welche sehr lange Blütenstiele haben, wie z. B. *Campanula carpathica* und die auf S. 296, Fig. 3 und 4, abgebildete *Campanula patula*, nur in der Nacht und bei schlechtem Wetter überhängend, im Sonnenschein und bei gutem Wetter aufrecht und zeigen ausgesprochene periodische Krümmungen der Achsen; bei

anderen Glockenblumen mit kürzeren Stielen, z. B. *Campanula persicifolia*, *pusilla*, *rotundifolia*, werden die Blüten vor dem Ausblühen nickend und bleiben in dieser Lage während der ganzen Blütezeit, und bei Glockenblumen, deren Blüten an sehr kurzen Stielen dicht gedrängt in Knäueln beisammen stehen, wie z. B. an *Campanula Cervicaria*, *glomerata* und *spicata*, findet überhaupt eine Krümmung der Achsen nicht statt, sondern die Blüten bleiben zu allen Zeiten aufrecht, schützen sich aber gegen den einfallenden Regen dadurch, daß die Mündung der Glocke durch Einwärtsbiegen und Zusammenneigen der Zipfel der Blumenkrone verschlossen wird. Bei dem mit den Glockenblumen zunächst verwandten Venusspiegel (*Specularia*) endlich schließt sich die Blüte dadurch, daß tiefe Falten in der Blumenkrone entstehen.

Wenn Einrichtungen, welche gleichzeitig mehreren Zwecken dienen, geschildert werden sollen, so wäre es unklug und für das Verständnis nachteilig, alles, was über dieselben zu sagen ist, auf einmal bringen zu wollen. Es ist in solchen Fällen viel zweckmäßiger, immer nur ein Ziel im Auge zu behalten, selbst auf die Gefahr hin, von dem flüchtigen Leser der Einseitigkeit geziehen zu werden. Diese Bemerkung gilt ganz besonders für die soeben besprochenen Schutzmittel des Pollens gegen Nässe; denn es steht außer Frage, daß die meisten der geschilderten Einrichtungen neben dem angegebenen auch noch irgendeinen anderen Vorteil für die betreffende Pflanze zu bieten imstande sind. Wenn ein an der Basis mit Honig gefüllter Blütenbecher unverdeckt dem einfallenden Regen zugewendet bliebe, so würde der Honig in demselben alsbald verwässert werden, und dann würde dieser für die Insekten kein Anlockungsmittel mehr bilden. Hiernach ist man berechtigt, anzunehmen, daß das Absperren des Zuganges zum Blütengrunde, die Verengerung der Blumenröhre und auch das Nickendwerden der honigführenden Blüten nicht nur den Pollen, sondern auch den Honig gegen Verderbnis durch Nässe schützen, worauf schon der Begründer der Blütenbiologie, C. Sprengel, hingewiesen hat.

Wir haben überhaupt schon mehrfach hervorgehoben, daß Ansichten über zweckmäßige Einrichtungen nicht immer zwingend sein können, weil fast immer Fälle gefunden werden, welche zu der allgemeinen Ansicht nicht passen. Wir verschweigen daher nicht, daß auch Beobachtungen gemacht worden sind, nach welchen den Pollenkörnern mancher Pflanzen eine größere Widerstandsfähigkeit gegen Benetzung mit Wasser tatsächlich zukommt. Zu ihnen gehören Vertreter der *Papaveraceen*, *Rapparideen*, *Nymphäazeen*, *Askulinen*, *Kraffulazeen*, *Primulazeen*, *Campanulazeen*, *Lobeliazeen*, *Liliazeen* usw. Aber es stellte sich dann auch heraus, daß bei diesen Pflanzen mechanische Schutzeinrichtungen gegen Regen fehlen. Daß durch diese Fälle die Frage nach der Schutzbedürftigkeit des Pollens im allgemeinen verneint würde, darf man wohl nicht behaupten, dafür spricht das Verhalten der meisten Pollenkörner zum Wasser. Dagegen wären eher solche Fälle anzuführen, wo Blüten mit gegen Regen sehr empfindlichem Pollen, z. B. die der meisten *Valeriana*-Arten und *Dipsazeen*, eines Schutzes entbehren. Es wäre in solchen Fällen noch die Untersuchung auf die Frage nach einem etwaigen Ersatz größerer Schutzmittel durch verborgene auszu dehnen. Immerhin ist das Hervorheben solcher Ausnahmen für die Biologie wichtig, um zu verhüten, daß die Wissenschaft nicht in bloßen Schematismus verfalle.

## 4. Die Kreuz- und Selbstbefruchtung der Blüten.

### Kreuzbefruchtung.

Während Goethe in Karlsbad weilte, brachte ein junger Gärtner täglich Bündel blühender Pflanzen den beim Brunnen versammelten Kurgästen. Herren und Frauen interessierten sich lebhaft dafür, die Namen dieser Pflanzen mit Hilfe der Schriften des damals weithin berühmten schwedischen Botanikers Linné zu ermitteln. Man nannte dieses Auffuchen der Namen „Bestimmen“ oder „Determinieren“ der Pflanzen, und das wurde auch von Dilettanten als eine Art Rätselspiel und als ein anmutiger, anregender Zeitvertreib mit großem Eifer betrieben. Im Kreise der Fachmänner fand Linné eine Anerkennung, wie sie selten einem Mitlebenden gezollt zu werden pflegt. Seine Methode hatte sich im Fluge die ganze gebildete Welt erobert, und sein „System“ war zur Alleinherrschaft gelangt. Allerdings erhoben sich auch, und zwar vorzüglich aus dem Kreise der Dilettanten, vereinzelte Stimmen gegen die neue Lehre. Goethe erzählt, daß mehrere der Karlsbader Gäste die Beschäftigung mit der Pflanzenwelt nach der Anleitung des schwedischen Botanikers als geistlose Spielerei bezeichneten, welche weder dem Verstande noch der Einbildungskraft genügen und niemand auf die Dauer befriedigen könne. Offenbar hatte auch Goethe die Schwäche der Linnéschen Methode erkannt. Das Zählen und die Beschäftigung mit Zahlen war ohnedies keine Sache nicht, auch nicht das auf unscheinbare Merkmale begründete Auseinanderhalten der Formen; ihn fesselte weit weniger das, was die Pflanzen unterschied, als vielmehr das, was sie gemeinsam hatten, und was die gesamte Pflanzenwelt zu einer vielgliederigen Einheit verband, und es ist begreiflich, daß er sich für die Linnésche Botanik niemals recht erwärmen konnte.

Aber so künstlich und dogmatisch das Linnésche System sein mochte, so hatte es doch auf eine wichtige Eigenschaft der Blüten aufmerksam gemacht, nämlich daß die Verteilung der Geschlechter nicht in allen Blüten dieselbe ist. Die meisten Blüten enthalten männliche und weibliche Geschlechtsorgane, sie sind Zwitterblüten. In seiner 21. und 22. Klasse dagegen hatte Linné eine Menge Pflanzen vereinigen können, welche Blüten mit nur einer Art von Geschlechtsorganen besäßen, entweder nur Staubfäden oder nur Fruchtknoten. Je nachdem diese eingeschlechtigen Blüten auf derselben Pflanze auftreten, wie bei den Eichen und den meisten Koniferen, oder auf verschiedene Pflanzen verteilt sind, wie bei Weiden und Pappeln, unterschied Linné einhäufige und zweihäufige Pflanzen (Monoecia und Dioecia).

Die eingeschlechtigen Pflanzen können schon der Anlage nach eingeschlechtig sein, oder es erst durch mangelhafte Ausbildung des einen Geschlechts werden. Im letzteren Falle sind die Organe des anderen Geschlechts nur unvollkommen ausgebildet und nicht funktionsfähig (abotiert). Solche Blüten sehen dann aus wie Zwitterblüten, sind es aber nicht, weshalb man sie Scheinzwitter genannt hat. Merkwürdigerweise gibt es auch Pflanzen, welche alle diese drei Blütenformen nebeneinander erzeugen, z. B. die Ahorne und Eichen. Linné nannte sie polygam und vereinigte sie in der 23. Klasse seines Systems.

Diese eben aufgezählten Blütenformen sind aber durch zahlreiche Übergänge verbunden. In den Zwitterblüten des Knäuels (*Scleranthus*) sieht man nicht selten von den vier Pollenblättern zwei oder drei fehlgeschlagen; die Pollenblätter stehen zwar an der ihnen zukommenden Stelle, aber die Antheren sind geschrumpft und entbehren des geschlechtsreifen Pollens; nur eines oder zwei der Pollenblätter sind gut ausgebildet. Von den acht Pollenblättern der

beliebten Zierpflanze *Clarkea pulchella* bilden gewöhnlich nur die vier zwischen den Kronenblättern stehenden einen befruchtungsfähigen Pollen aus, während die anderen vier verkümmerte Antheren besitzen. Bisweilen sind aber 5, 6, 7, ja selbst sämtliche Antheren fehlgeschlagen. Das unter dem Namen Hühnerdarm bekannte Unkraut *Stellaria media* zeigt in zwei fünfgliederigen Wirteln zehn Pollenblätter; aber nur selten tragen diese sämtlich Antheren mit befruchtungsfähigem Pollen, gewöhnlich sind die fünf des inneren und gar nicht selten auch ein paar des äußeren Wirtels verschrumpft und ohne Pollen. Die Blütenköpfechen der Becherblume (*Poterium polygamum*) enthalten neben reinen Fruchtblüten und reinen Pollenblüten auch echte Zwitterblüten. In den reinen Pollenblüten sind meistens 16 Pollenblätter ausgebildet; die Zwitterblüten enthalten 8, 7, 6 und allmählich abnehmend mitunter auch nur ein Pollenblatt. Die anderen Pollenblätter sind hier nicht verkümmert, sondern sind gar nicht angelegt und fehlen vollständig; tatsächlich ist von ihnen nicht die geringste Spur zu finden. Man kann solche Blüten ohne weiteres als Übergänge von echten Zwitterblüten zu eingeschlechtigen Blüten ansehen; denn man denke sich das Ausbleiben der Pollenblätter noch weitergehend, als soeben geschildert wurde, und nehme an, es wäre auch das letzte Pollenblatt nicht angelegt worden, so würde sich die fragliche Blüte nicht mehr als Zwitterblüte, sondern als reine Fruchtblüte darstellen.

Ungemein mannigfaltig sind auch sonstige Abstufungen in der Geschlechtlichkeit der Blüte. Die Kragdistel (*Cirsium*), die Manna-Esche (*Fraxinus Ornus*), der Spargel (*Asparagus officinalis*), die Dattelpflaume (*Diospyros Lotus*), die Weinrebe (*Vitis vinifera*), mehrere Stachiosen, Steinbreche, Baldriane usw. entfalten teilweise Blüten, welche man im ersten Augenblicke für echte Zwitterblüten zu halten versucht ist. Nicht nur, daß in ihnen deutliche, wohl ausgebildete Fruchtanlagen vorhanden sind, auch Pollenblätter sind zu sehen, in deren Antheren mehr oder weniger Pollenzellen zur Entwicklung gelangt sind; aber Versuche, welche mit solchem Pollen angestellt wurden, haben ergeben, daß er, auf die Narben gebracht, keine Pollenschläuche entwickelt, und solche Blüten sind also trotz alledem nicht echte Zwitter, sondern nur Scheinzwitter. Dasselbe gilt von einem Teile der Blüten in den Rispen der Rosskastanien (*Aesculus, Pavia*) und einiger Arten des Ampfers (*Rumex alpinus, obtusifolius* usw.) sowie von den Blüten im Mittelfelde der Köpfechen des Huflattichs, der Ringelblume und der Pestwurz (*Tussilago, Calendula, Petasites*), welche auch das Ansehen echter Zwitterblüten haben, aus deren Fruchtanlagen aber niemals Früchte mit keimfähigem Samen werden, weil die Narben nicht danach eingerichtet sind, daß der auf sie gebrachte geschlechtsreife Pollen Schläuche treiben könnte. Dagegen gibt es wieder viele Pflanzen, in deren Blüten bald die Fruchtanlage, bald wieder die Pollenblätter so sehr verkümmert sind, daß man sie erst bei sorgfältigster Untersuchung zu entdecken vermag. Die Taglilientelke (*Lychnis diurna*) zeigt auf einigen ihrer Stöcke Blüten mit wohl ausgebildeten Fruchtanlagen und belegungsfähigen Narben, aber die Pollenblätter derselben sind verschwindend klein, bilden dreieckige Gewebekörper in der Länge von kaum 1 mm und tragen an Stelle der Anthere ein kleines, glänzendes Knötchen ohne Pollen. Auf den anderen Stöcken entfaltet dieselbe Lichtnelke Blüten mit zehn Pollenblättern, deren lange, bandförmige Träger von großen Antheren mit geschlechtsreifen Pollen abgeschlossen sind; aber an Stelle der Fruchtanlage sieht man ein winziges Knötchen mit zwei Spitzen, durch welche die Narben angedeutet sind. Ähnlich verhält es sich auch mit den Blüten einiger Baldriane (*Valeriana dioica, simplicifolia* usw.). In den Trauben des Bergahorns (*Acer Pseudoplatanus*) kann man alle erdenklichen Abstufungen von Scheinzwitterigen

Pollenblüten mit verhältnismäßig großen Fruchtanlagen zu solchen, in denen die Anlagen der Früchte verkümmert sind oder ganz fehlen, beobachten.

Wie bereits erwähnt, begnügten sich die Botaniker ehemals damit, die Pflanzen mit Rücksicht auf die Verteilung der Geschlechter in solche mit zwittrigen, einhäufigen, zweihäufigen und polygamen Blüten zu unterscheiden; diese Unterscheidung entspricht aber dem jetzigen Standpunkt unserer Kenntnisse nicht mehr. Es soll nun im nachfolgenden der Versuch gemacht werden, eine annähernde Übersicht über die hier in Frage kommenden äußerst verwickelten Verhältnisse zu geben und dabei, soweit wie möglich, die alte Einteilung zu berücksichtigen.

Als erste Gruppe mag diejenige vorangestellt werden, deren Arten an allen Stöcken ausschließlich echte Zwitterblüten entwickeln. Ist diese Gruppe auch nicht so umfangreich, wie zur Zeit Linnés angenommen wurde, so ist sie doch gewiß die ansehnlichste und umfaßt jedenfalls mehr als ein Drittel aller Phanerogamen. Als Beispiele können der Flieder, Hartriegel, Gelbsterne, Seidelbast, die Wasserviole, die Linde und das Windröschen gelten. Hieran schließt sich eine zweite Gruppe von Arten, deren Stöcke neben echten Zwitterblüten auch scheinzwittrige Fruchtblüten tragen, wie beispielsweise *Oxyria digyna* und *Geranium lucidum*. Die dritte Gruppe umfaßt jene Pflanzenarten, deren Stöcke neben echten Zwitterblüten auch scheinzwittrige Pollenblüten entwickeln. Während die zweite Gruppe nur spärlich vertreten ist, zählen in die dritte Hunderte von Arten aus den verschiedensten Familien. Besonders hervorzuheben sind der Lederblumenstrauch (*Ptelea trifoliata*), der Wiesenknöterich (*Polygonum bistorta*), die Koffkastanien (*Aesculus pavia*), einige Aralien (z. B. *Aralia nudicaulis*), mehrere Arten des Labkrautes und des Waldmeisters (z. B. *Galium cruciata*, *Asperula taurina*) und besonders viele Doldenpflanzen. Bei den letzteren ist die Anordnung und Verteilung der zweierlei Blüten für jede Gattung genau geregelt und hängt mit den Vorgängen bei der Übertragung des Pollens und mit der Kreuzung und der schließlichen Selbstbestäubung auf das innigste zusammen. Bei *Anthriscus* enthalten die Döldchen der mittelständigen Dolbe vorwiegend echte Zwitterblüten, welche von einigen wenigen scheinzwittrigen Pollenblüten eingesaft werden; die Döldchen der seitenständigen Dolbe dagegen sind nur aus scheinzwittrigen Pollenblüten zusammengesetzt. Bei *Caucalis* sind die mittelständigen Döldchen ausschließlich aus scheinzwittrigen Pollenblüten aufgebaut, während die anderen Döldchen aus zwei echten Zwitterblüten und 4—7 scheinzwittrigen Pollenblüten gebildet werden. Bei *Astrantia* enthalten die großen mittelständigen Döldchen zwölf von einigen wenigen scheinzwittrigen Pollenblüten umgebene echte Zwitterblüten, die seitenständigen kleineren Döldchen dagegen nur scheinzwittrige Pollenblüten. *Athamanta cretensis*, *Chaerophyllum aromaticum* und *Meum Mutellina* zeigen in sämtlichen Döldchen eine mittelständige echte Zwitterblüte, diese wird von scheinzwittrigen Pollenblüten und diese werden wieder von echten Zwitterblüten eingesaft. *Chaerophyllum cicutaria* und *Laserpitium latifolium* enthalten in sämtlichen Döldchen kurzgestielte scheinzwittrige Pollenblüten, welche von langgestielten echten Zwitterblüten eingesaft sind. *Turgenia latifolia* zeigt in sämtlichen Döldchen 6—9 scheinzwittrige nichtstrahlende Blüten in der Mitte und 5—8 echte Zwitterblüten, die zugleich strahlend sind, am Umfang, und bei *Sanicula europaea* sind in jedem Döldchen drei mittelständige echte Zwitterblüten von 8—10 scheinzwittrigen Pollenblüten umgeben. In der vierten Gruppe beherbergt jeder Stock neben echten Zwitterblüten auch reine Fruchtblüten. Hierher gehört eine große Menge von Korbblütlern, als deren Vorbild die Asters angesehen werden können (Aster,

Bellidiastrum, Stenactis, Solidago, Bupthalmum, Inula, Arnica, Doronicum usw.). Die röhrenförmigen Blüten des Mittelfeldes sind in jedem Köpfechen echte Zwitter, die zungenförmigen Blüten des Umkreises dagegen reine Fruchtblüten. Dieselbe Verteilung der Geschlechter findet man auch bei jenen Korbblütlern, für welche als Vorbilder die Gattungen Homogyne und Helichrysum gelten können, deren randständige Blüten nicht zungenförmig, sondern fädlich sind. Außer bei den genannten Korbblütlern wird diese Anordnung nur selten beobachtet. Die fünfte Gruppe begreift jene Arten, welche an sämtlichen Stöcken neben echten Zwitterblüten auch reine Pollenblüten ausbilden. Beispiele sind der Germer (Veratrum), die Kaiserkrone (*Fritillaria imperialis*), die Schlangenzunge (*Calla palustris*) und zahlreiche Gräser aus den Gattungen *Andropogon*, *Arrhenatherum*, *Hierochloa*, *Holcus* und *Pollinia*. Einer sechsten Gruppe werden jene Arten zugezählt, welche an sämtlichen Stöcken neben scheinzwittrigen Pollenblüten reine Fruchtblüten tragen, aber der echten Zwitterblüten entbehren. In diese Gruppe gehören die Ringelblume (*Calendula*), der Hufslattich (*Tussilago*) und die Falschblume (*Micropus*). Im Mittelfelde des Köpfechens stehen bei diesen Korbblütlern röhrenförmige scheinzwittrige Pollenblüten, im Umkreise zungenförmige oder fädliche reine Fruchtblüten. Auch das Edelweiß (*Gnaphalium Leontopodium*) sowie die Pestwurz (*Petasites*) reihen sich in diese Gruppe. Die Verteilung in den einzelnen Köpfechen ist aber bei diesen beiden zuletztgenannten Pflanzen eigentümlicher Art und von jener der anderen oben erwähnten Korbblütler abweichend. Von dem Edelweiß findet man nämlich dreierlei Formen. Bei der einen enthält das mittlere Köpfechen des ganzen Blütenstandes nur scheinzwittrige Pollenblüten, während die um dasselbe herumstehenden Köpfechen aus reinen Fruchtblüten zusammengesetzt sind, bei der zweiten Form ist das mittelständige Köpfechen gleichfalls ganz und gar aus scheinzwittrigen Pollenblüten gebildet, aber in den Köpfechen des Umkreises sind die scheinzwittrigen Pollenblüten von reinen Fruchtblüten umgeben, und bei der dritten Form enthalten sämtliche Köpfechen scheinzwittrige Pollenblüten, welche von reinen Fruchtblüten eingefaßt sind. Bei der Pestwurz zeigen alle Köpfechen im Mittelfelde scheinzwittrige Pollenblüten und am Umfange reine Fruchtblüten, aber merkwürdigerweise wechselt die Zahl dieser Blüten nach den Stöcken. Es gibt Stöcke, die sehr viele scheinzwittrige Pollenblüten und nur sehr wenige reine Pollenblüten in ihren Köpfechen haben und umgekehrt. Diese zweierlei Stöcke weichen in ihrem äußeren Ansehen sehr auffallend ab, und man könnte darum die Pestwurz bei flüchtiger Betrachtung auch für zweihäufig halten. Die siebente Gruppe begreift alle die Arten, welche an sämtlichen Stöcken neben reinen Pollenblüten reine Fruchtblüten entwickeln, und die man früher insbesondere einhäufig nannte. Beispiele für diese umfangreiche Gruppe sind: Eiche (*Quercus*; s. Abbildung, S. 307), Hasel (*Corylus*; s. Abbildung, S. 371), Erle (*Alnus*; s. Abbildung, S. 361), Walnuß (*Juglans*; s. Abbildung, S. 274), Kiefer (*Pinus*; s. Abbildung, S. 368), mehrere Urtigineen (z. B. *Urtica urens*), zahlreiche Aroideen (*Arum*, *Ariopsis*, *Arisema*, *Richardia* usw.), viele Palmen, eine Menge Sumpf- und Wasserpflanzen (*Myriophyllum*, *Sagittaria*, *Sparganium*, *Typha*, *Zannichellia*), einige Gräser (*Heteropogon*, *Zea Mays*) und besonders viele wolfsmilchartige und Kürbisartige Gewächse. Die Arten der achten Gruppe zeigen an jedem Stöcke nebeneinander dreierlei Blüten, echte Zwitterblüten, scheinzwittrige Fruchtblüten und scheinzwittrige Pollenblüten. Hierher gehören verschiedene Ahorne (z. B. *Acer Pseudoplatanus* und *platanoides*), Sumache (z. B. *Rhus Cotinus* und *Toxicodendron*), Lorbeer (z. B. *Laurus nobilis* und *Sassafras*), mehrere Ampfer

(z. B. *Rumex alpinus* und *obtusifolius*), ferner das Glaskraut (*Parietaria*) und auch einige Steinbreche (z. B. *Saxifraga controversa* und *tridaactylites*). Als Vorbild für die neunte Gruppe, zu welcher alle Arten gehören, die an ein und demselben Stocke nebeneinander echte Zwitterblüten, reine Fruchtblüten und reine Pollenblüten tragen, mag unsere heimische Esche (*Fraxinus excelsior*; s. Abbildung, S. 364) angesehen werden.

Es folgen nun jene Gruppen, an deren Arten zwei- oder dreierlei Blüten auf zwei oder mehrere Stöcke verteilt sind. Die Arten der zehnten Gruppe tragen auf dem einen Stocke echte Zwitterblüten, auf dem anderen scheinzwittrige Fruchtblüten. In diese Gruppe gehören zahlreiche Baldriane (z. B. *Valeriana montana*, *saliunca*, *supina*), einige Dipsazeen (z. B. *Scabiosa lucida*, *Knautia arvensis*), mehrere Steinbreche (z. B. *Saxifraga aquatica*), die gepflanzte Weinrebe (*Vitis vinifera*), viele Nelfengewächse (z. B. *Dianthus glacialis* und *prolifer*, *Lychnis viscaria*, *Silene noctiflora*) und insbesondere sehr zahlreiche Lippenblütler (z. B. *Calaminta*, *Glechoma*, *Marrubium*, *Mentha*, *Origanum*, *Prunella*, *Thymus*). In die elfte

Gruppe werden jene Arten zusammengefaßt, welche auf dem einen Stocke echte Zwitterblüten, auf dem anderen scheinzwittrige Pollenblüten entwickeln, wie das bei zahlreichen Ranunculazeen (z. B. *Anemone baldensis*, *Pulsatilla alpina*, *vernalis*, *Ranunculus alpestris*, *glacialis*), an mehreren Dryadazeen (z. B. *Dryas octopetala*, *Geum montanum* und *reptans*), desgleichen bei mehreren Rebenarten (z. B. *Vitis silvestris*, *macrocirrha*) der Fall ist. Die zwölfte Gruppe begreift die Arten, welche an dem einen Stocke scheinzwittrige Fruchtblüten, an dem anderen scheinzwittrige Pollenblüten entwickeln. Das wurde beobachtet bei den



Vorbild einer einhäufigen Pflanze: 1) Stieleiche (*Quercus pedunculata*), am oberen Teil des Zweiges Fruchtblüten, am unteren Teil Pollenblüten, 2) eine einzelne Fruchtblüte derselben Pflanze, 3) drei Pollenblüten derselben Pflanze. Fig. 1 in natürl. Größe, Fig. 2 und 3 vierfach vergrößert. (Zu S. 306.)

Arten des Kreuzdorns aus der Gattung *Carvispina* (*Rhamnus cathartica*, *saxatilis*, *tinctoria*), bei verschiedenen netzenartigen Gewächsen (z. B. *Lychnis diurna* und *vespertina*), bei dem Spargel (*Asparagus officinalis*), der Rosenwurz (*Rhodiola rosea*), der Alpenjohannisbeere (*Ribes alpinum*) und der Krausdistel (*Cirsium*). Auch das Katzenpfötchen (*Gnaphalium dioicum*) und die ihm verwandten Arten der Gattung *Kuhrkraut* (*Gnaphalium alpinum*, *carpathicum*) gehören hierher. Der dreizehnten Gruppe gehören die zahlreichen Arten an, welche auf dem



Vorbild einer zweihäufigen Pflanze: Bruchweide (*Salix fragilis*), 1) Zweig mit Fruchtblüten, 2) Zweig mit Pollenblüten. Natürl. Größe.

einen Stocke reine Fruchtblüten, auf dem anderen reine Pollenblüten tragen, und welche von Linné zweihäufig genannt wurden. Beispiele sind: das Meerträubel (*Ephedra*), die Zykadeen, der Wacholder, die Eibe und der Ginkgo (*Juniperus*, *Taxus*, *Ginkgo*), zahlreiche Seggen (z. B. *Carex Davalliana*, *dioica*), die Vallisnerie (*Vallisneria*; s. Abbildung, S. 118), der Hanf und der Hopfen (*Cannabis*, *Humulus*), der Papiermaulbeerbaum (*Broussonetia papyrifera*; s. Abbildung, S. 363), das Bingelkraut (*Mercurialis*), einige Ampfer (*Rumex Acetosa*, *Acetosella*), der Sanddorn (*Hippophaë*), die Pappeln (*Populus*) und die Weiden (*Salix*), von welchen oben eine Abbildung eingeschaltet ist. Die vierzehnte Gruppe begreift alle jene Arten, welche auf einem Stocke echte Zwitterblüten, auf

einem zweiten Stöcke scheinzwittrige Fruchtblüten und auf einem dritten Stöcke scheinzwittrige Pollenblüten tragen. Die nelkenartigen Gewächse liefern für diese Gruppe viele Beispiele; namentlich wären hervorzuheben: *Saponaria ozymoides*, *Silene acaulis*, *nutans*, *Otites*, *Saxifraga*. Seltener findet sich diese Verteilung bei *Gentiana*seem, wie z. B. bei *Gentiana ciliata*. An diese Gruppe schließt sich noch eine fünfzehnte an, in welche jene Arten zu stellen sind, deren dreierlei verschiedene Blütenformen auf verschiedenen Stöcken in vierfacher Weise gruppiert sind, so daß man viererlei Formen unterscheiden kann. Als Vorbild für dieselben möge die Bocksbart-Spierstaude (*Spiraea Aruncus*) vorgeführt sein. Diese Pflanze entwickelt echte Zwitterblüten, scheinzwittrige Fruchtblüten und Pollenblüten, in deren Mitte noch ein kleiner, spitzer Gewebekörper als letzter Rest einer verkümmerten Fruchtanlage zu sehen ist, und welche daher noch als scheinzwittrige Pollenblüten angesehen werden können. Diese dreierlei Blüten sind nun in folgender Weise verteilt. Einige Stöcke tragen nur scheinzwittrige Fruchtblüten, andere nur scheinzwittrige Pollenblüten, wieder andere neben echten Zwitterblüten auch scheinzwittrige Pollenblüten, und dann gibt es auch noch Stöcke, deren sämtliche Blüten echte Zwitterblüten sind.

Dieser Überblick ist noch beizufügen, daß einige Arten, wenn auch nur selten, Abweichungen von ihrer gewöhnlichen Verteilung der Geschlechter zeigen. So z. B. findet man von der zweihäufigen Nesseln (*Urtica dioica*) mitunter Stöcke, welche reine Fruchtblüten und reine Pollenblüten nebeneinander tragen. Bei den Weiden wird bisweilen dasselbe beobachtet. Die Wirbelborste (*Clinopodium vulgare*) hat der Mehrzahl nach an sämtlichen Stöcken einer Gegend echte Zwitterblüten, aber es gibt auch Stöcke, bei welchen in einigen Blüten die Antheren ganz oder teilweise verschwunden sind. *Vitis cordata*, von welcher im Wiener Botanischen Garten nur Stöcke mit Pollenblüten gezogen werden, entwickelte viele Jahre hindurch tatsächlich nur Pollenblüten, aber in vereinzelt Jahren erschienen an diesen Stöcken neben den Pollenblüten auch noch echte Zwitterblüten. Bei den mit Fruchtblüten besetzten Stöcken des zweihäufigen Bingelkrautes (*Mercurialis annua*) wurden wiederholt einzelne Pollenblüten beobachtet, und bei *Lychnis diurna* und *vespertina* findet man mitunter auch reine Pollenblüten und vereinzelt echte Zwitterblüten. In den Blütenständen des *Ricinus communis* kommen ab und zu zwischen den reinen Fruchtblüten und reinen Pollenblüten einzelne echte Zwitterblüten vor, und an manchen Stöcken der *Saponaria ozymoides* hat man nebeneinander scheinzwittrige Pollenblüten, scheinzwittrige Fruchtblüten und echte Zwitterblüten gesehen.

Daß die Blüte das Organ der Fortpflanzung sei, darüber war man sich zu Linnés Zeiten einig und fand besonders bei den Zwitterblüten die Einrichtungen zu diesem Zweck besonders geeignet. Was könnte zweckmäßiger sein, als daß männliche und weibliche Organe in jeder Blüte dicht nebeneinander stehen. Die Übertragung des Pollens auf die Narbe, jagte man sich, könne gar nicht ausbleiben.

Aber die obige Zusammenstellung zeigt, daß die im Linnéschen Pflanzensystem zum Ausdruck gebrachte Annahme, daß die weitaus größte Zahl der Phanerogamen nur Zwitterblüten tragen, keine Bestätigung erfährt, und damit fällt auch die scheinbare Zweckmäßigkeit der Zwitterblüte.

Da sich herausstellt, daß vielmehr die räumliche Trennung der Geschlechter in der Pflanzenwelt eine sehr weitverbreitete Erscheinung ist, so kann die Befruchtung nicht in der gedachten einfachen Weise vor sich gehen. Es muß notwendig, um eine Befruchtung herbeizuführen, die Übertragung des Pollens einer Blüte auf die Narbe einer anderen stattfinden, ein Vorgang, den man als Kreuzung bezeichnet. Und in der Tat hat die neuere Forschung ergeben,

daß die Kreuzung nicht nur bei den eingeschlechtlichen Blüten, sondern sogar in den meisten Fällen bei den Zwitterblüten nicht bloß stattfindet, sondern notwendig ist. Erst durch diese ganz allgemeine Tatsache wird auch die so überaus merkwürdige Mitwirkung der Insekten als Überträger des Pollens von einer Blüte auf die andere verständlich.

Die Erkenntnis dieses überraschenden Verhältnisses der Blumen und Insekten hat sich erst langsam Bahn gebrochen, obwohl schon 1761—66 der Mitbegründer der Lehre vom Geschlecht der Pflanzen, Jos. Gottlieb Kölreuter, ein Zeitgenosse Linnés, ausgesprochen hat, daß die Bestäubung der Blüten durch Insekten bewirkt und damit von diesen Tieren, wenn auch ohne Absicht, das wichtigste Geschäft für die Pflanzen übernommen würde.

Viel bewunderungswürdiger und umfassender waren aber die Beobachtungen des Rektors an der Großen Schule in Spandau, Christ. Conr. Sprengel, der nach unablässigen, genauen Naturbeobachtungen, wie sie damals sonst niemand betrieb, ungefähr 500 verschiedene Blütenbestäubungen, die er aufs scharfsinnigste erläuterte, in einem mit Abbildungen erschienenen Werke: „Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen“, 1793 beschrieb. Er entdeckte dabei die Dichogamie der Blüten, die später erläutert werden wird, und sprach es schon klar aus, daß der Insektenbesuch nicht zweckloser Zufall sei, sondern daß anscheinend die Natur es nicht haben wolle, daß irgendeine Blume durch ihren eigenen Staub befruchtet werde. Aber was war der Erfolg dieses genialen Beobachters? Als Rektor fand Sprengel keine andere Zeit für seine Exkursionen zum Beobachten, als Sonntags. Darum mußte er einigemal die Predigt versäumen, was den Zorn der geistlichen Oberbehörde erregte. Obwohl eine Revision den ausgezeichneten Zustand der Schule ergab, wurde Sprengel 1794 durch Reskript des geistlichen Departements seines Amtes enthoben und mußte durch Privatunterricht seine Pension von ganzen 150 Talern zu vermehren suchen, so daß er zu weiteren Werken nicht gelangen konnte. In welcher Weise er die ihm angetanen Leiden zu vergelten wußte, möge man daraus entnehmen, daß er bei seinem Tode dem Waisenhaus in Berlin 5000 Taler vermachte. Aber ein gleicher Vorwurf wie die Staatsregierung trifft die Wissenschaft. Sie dankte ihm, indem sie sein Werk diskreditierte und es endlich vergaß.

Erst 1858 zog ein größeres, wenn auch ebenso stilles Genie, Charles Darwin, Sprengels Arbeit wieder in den Kreis der Beachtung, als er begann, auf seinen Pfaden fortwandelnd, die Blütenbiologie von neuem zu begründen. Durch zahlreiche in größeren Werken niedergelegte Beobachtungen bestätigte Darwin Sprengels grundlegende Beobachtungen, die er durch viele neue bedeutend vermehrte, und die bald andere Forscher, besonders Hermann Müller, antrieben, sich ihm anzuschließen.

Durch alle diese Arbeiten mußte sich immer mehr die Überzeugung Bahn brechen, daß durchgängig eine Kreuzung verschiedener Blüten angestrebt, eine Selbstbestäubung durch die verschiedensten Hilfsmittel ausgeschlossen wird und höchstens dann bei manchen Pflanzen eintritt, wenn die Kreuzung durch widrige Bedingungen verhindert wird. Über diese verschiedenen Hilfsmittel, die Kreuzbefruchtung ins Werk zu setzen, geben die folgenden Schilderungen Auskunft.

Eine Kreuzung durch Bestäubung kann in zweierlei Weise zwischen gleichartigen Pflanzen vor sich gehen. Die beiden sich geschlechtlich kreuzenden Blüten können als unmittelbare Nachbarn auf ein und demselben Stock stehen. Man spricht dann von Nachbarbestäubung (Geitonogamie); oder beide Blüten gehören zwar derselben Art an, stammen aber von verschiedenen Stöcken. Dann nennt man die Bestäubung eigentliche Kreuzung (Xenogamie). Zweifellos ist die Nachbarbestäubung die einfachere Kreuzungsmethode. Der Weg, den die

Pollenkörner bis zur Narbe der anderen Blüte zurücklegen müssen, ist bei ihr kurz, oft so kurz, daß sogar Wind und Insektenhilfe entbehrt werden könnten.

Wenn die zu Köpfchen, Knäueln, Dolben, Büscheln, Ähren und Trauben vereinigten Blüten so nahe beisammenstehen, daß die Narben der einen Blüte mit den pollenbedeckten Antheren der anderen Blüte leicht zusammenkommen können, so sind dadurch die Bedingungen einer Kreuzung dieser nachbarlichen Blüten gegeben. Und da diese Art der Kreuzung tatsächlich sehr verbreitet ist und sich bei gewissen Arten mit großer Regelmäßigkeit immer und immer in allen aufeinander folgenden Generationen wiederholt, so ist man wohl berechtigt, die soeben genannten Formen der Blütenstände mit der Geitonogamie in Verbindung zu bringen und anzunehmen, daß die Kreuzung benachbarter Blüten eines Stockes ganz wesentlich durch die Form der Blütenstände sich entwickelt hat.

Wie nicht anders zu erwarten, ist diese Kreuzung bei den Korbblütlern, deren Blüten in Köpfchen so dicht beisammenstehen, daß man den ganzen Blütenstand bei flüchtiger Betrachtung für eine einzelne Blüte halten könnte, in der reichhaltigsten Weise entwickelt, und es dürfte daher das Zweckmäßigste sein, bei der Besprechung der Geitonogamie diese umfangreiche, mehr als 10 000 Arten umfassende Pflanzenfamilie voranzustellen. Es gibt eine ganze Abteilung Korbblütler, deren Köpfchen nur Zungenblüten enthalten. Mit dem Namen Zungenblüten bezeichnen die Botaniker bekanntlich jene Blüten, deren Blumenkrone nur am Grunde röhrig ist, während sich das freie Ende verflacht und ähnlich einer Zunge weit vorstreckt. Bei der Gattung Hasenkohl (*Prenanthes*) wird jedes Köpfchen nur aus fünf solchen Zungenblüten zusammengesetzt. Aus jeder Blüte ragt eine Antherenröhre empor, aus der ein dünner, langer Griffel hervorsteht. Der Griffel ist an der Außenseite mit steifen, aufwärts gerichteten Börstchen, den sogenannten Fegehaaren, besetzt, und wenn er sich nach dem Öffnen der Blüte in die Länge streckt, so wird der schon frühzeitig in das Innere der Antherenröhre entleerte Pollen mittels der Fegehaare herausgebürstet. Man sieht dann über die entleerte Antherenröhre einen langen Griffel vorragen, der von dem auflagernden Pollen ganz gelb gefärbt ist. Die beiden Äste des Griffels, welche das Narbengewebe tragen, schließen anfänglich zusammen, trennen sich aber bald, und das Narbengewebe der inneren Seite der Griffeläste wird dadurch entblößt. Kommen jetzt Insekten angeflogen, welche von anderen Stöcken Pollen mitbringen, so kann das Narbengewebe mit diesem Pollen belegt werden. Der an den Fegehaaren an der Außenseite der Griffeläste haftende Pollen kommt dagegen in diesem Stadium noch immer nicht auf die Narben. Sobald aber die zungenförmigen Blumenkronen zu welken und zu schrumpfen beginnen, spreizen die beiden Griffeläste weit auseinander, drehen und krümmen sich wie kleine Schlangen nach der Seite und abwärts, nähern sich auch anderen Griffeln, und da ist es unvermeidlich, daß die Griffeläste der einen Blüte mit dem noch immer auf den Fegehaaren lagernden Pollen der anderen in Berührung kommen und belegt werden.

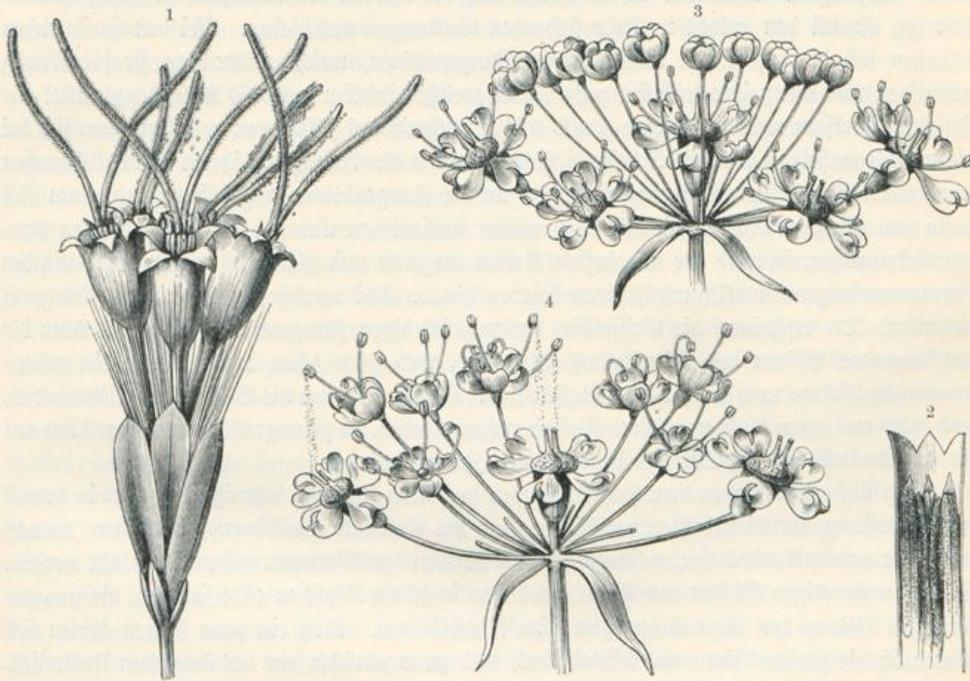
Genau derselbe Vorgang vollzieht sich an den Blüten des Lattichs (*Lactuca*), der Milchdistel (*Mulgedium*) und des Knorpelsalates (*Chondrilla*), nur sind hier die Köpfchen etwas reichblütiger und in 2—3 Schraubenumgängen geordnet. Auch krümmen sich die Griffeläste nicht schlangenförmig, sondern werden nur spreizend und rollen sich etwas zurück, was aber vollständig genügt, um sie mit jenen der benachbarten Blüten in Berührung zu bringen und sich kreuzen zu lassen. Bemerkenswert ist auch noch, daß bei dem Hasenkohl die zungenförmigen Blumenkronen am Schluß der Blütezeit sich nach außen rollen, während jene des Lattichs und der anderen aufgezählten Korbblütler zusammenschließen und eine Umhüllung

der sich kreuzenden Griffeläste bilden. Der Bocksbart (*Tragopogon*), das Habichtskraut (*Hieracium*), der Pippau (*Crepis*), die Schwarzwurzel (*Scorzonera*), der Löwenzahn (*Leontodon*), das Pfaffenröhrlein (*Taraxacum*) und noch zahlreiche andere Korbblütler, für welche die genannten als Vorbild dienen können, enthalten in einem Köpfschen bis zu 100 in mehreren Schraubenumgängen geordnete Zungenblüten (s. Abbildung, S. 290, Fig. 5). Die Zungen der Blumenkronen gehen am Morgen auseinander, am Abend zusammen, und ähnlich wie die Zungen sieht man auch die Antherenröhren und Griffel morgens etwas gegen den Umfang des Köpfschens geneigt, abends wieder aufgerichtet und einander genähert. Diese Annäherung wird schließlich zu einer unmittelbaren Berührung, und da die Entwicklung der Blüten vom Umfange gegen die Mitte des Köpfschens so voranschreitet, daß die Narben der äußeren Blüten schon belegungsfähig sind, wenn aus den inneren Blüten eben erst der Pollen aus der Antherenröhre vorgeschoben wurde, so kommt es bei dieser Berührung unausweichlich zur Kreuzung der benachbarten Blüten. Hiermit steht auch im Zusammenhange, daß die zungenförmigen Blumenkronen eines Köpfschens von ungleicher Länge sind. Würden sie gleichlang sein, so wäre die erwähnte Berührung und Kreuzung unmöglich; es würden zwischen die Griffel der äußeren und inneren Blüten die zungenförmigen Blumenkronen als hemmende Scheidewände eingeschoben sein. Das ist nun dadurch vermieden, daß die inneren Zungen um so viel kürzer sind, als notwendig ist, daß die Griffel sich aneinanderlegen können. Bei vielen hierhergehörigen Pflanzen, so z. B. bei dem Bocksbarte (*Tragopogon*), wird die Geitonogamie auch noch dadurch gefördert, daß in jedem Köpfschen die Blüten des äußeren Umganges genau zwischen zwei Blüten des nächstinneren Umganges zu stehen kommen. Bei dem Zusammen-schließen des Köpfschens legt sich infolgedessen von den beiden das Narbengewebe tragenden, spreizenden und bogenförmigen Griffelästen der eine links und der andere rechts an die pollensbedeckten Griffel der vor ihnen stehenden Blüten.

Unter den Korbblütlern mit ausschließlich röhrenförmigen Blüten finden sich verhältnismäßig nur wenige Arten, bei welchen die in einem Köpfschen vereinigten Blüten miteinander eine Kreuzung eingehen. Die auffallendsten hierher zu zählenden Arten sind jene der Gattung Wasserdoß (z. B. *Eupatorium aromaticum* und *cannabinum*; s. Abbildung, S. 313, Fig. 1 und 2). Die Köpfschen derselben sind sehr armbütig; jene des *Eupatorium cannabinum* enthalten fünf Blüten, welche sich nacheinander im Laufe von 5—8 Tagen öffnen. In jedem Köpfschen stehen demzufolge stets ältere und jüngere Blüten dicht nebeneinander. Die Griffel sind abweichend von jenen der anderen Korbblütler gestaltet; sie sind bis zur Hälfte in zwei lange sädliche Äste gespalten, und diese Äste tragen nur an der Basis das belegungsfähige Narbengewebe; der andere Teil bis zum freien Ende ist dicht mit kurzen Börstchen, den schon wiederholt erwähnten Fegehaaren, besetzt. Solange die Griffeläste in der Antherenröhre stecken (s. Abbildung, S. 313, Fig. 2), erscheinen sie parallel und schließen fest zusammen; auch nachdem sie sich verlängert und weit über die Antherenröhre vorgeschoben haben, sieht man sie noch eine Zeitlang zusammengelegt. Da bei dem Vorschieben die Fegehaare den Pollen aus der Antherenröhre ausgebürstet haben, sind sie an der äußeren Seite dicht mit Pollen bedeckt. Das dauert aber nur kurze Zeit; alsbald trennen sich die Griffeläste und spreizen unter einem Winkel von 40—50 Grad auseinander. Hierbei ist es unvermeidlich, daß die Griffeläste wie Schwertklingen sich kreuzen, daß der Pollen von den Fegehaaren abgelöst wird, abfällt und auf das belegungsfähige Narbengewebe gelangt. Auch das kommt vor, daß die aneinanderliegenden und mit Pollen bedeckten Griffeläste, wenn sie über die

Antherenröhre vorgeschoben werden, den Griffelast einer älteren Nachbarblüte, der wie ein Schlagbaum sich quer in den Weg stellt, anstreifen und bei dieser Gelegenheit ihren Pollen an das Narbengewebe dieses quergestellten Griffelastes abgeben.

Bei dem Alpenlattich (*Homogyne*) sind die auf dem ebenen Boden des Köpfchens beisammenstehenden Röhrenblüten von ungleicher Länge. Die randständigen Blüten sind etwas kürzer als die mittelständigen, so daß die Griffeläste der ersteren tiefer zu stehen kommen als die der letzteren. Das genügt aber noch nicht, um den Pollen, welcher sich von den höher



Geitonogamie mit haftendem Pollen: 1) Kreuzung der Griffeläste benachbarter Blüten in dem Köpfchen von *Eupatorium canubinum*, 2) Längsschnitt durch den oberen Teil einer Blüte von *Eupatorium*; die beiden Griffeläste sind parallel und stecken noch in der Antherenröhre, welche wiederum von dem Saume der Blumentrone umgeben ist; 3) Köpfchen von *Chaerophyllum aromaticum*; die echten Zwitterblüten sind geöffnet, die scheinzwittrigen Pollenblüten noch geschlossen; 4) dasselbe Köpfchen; von den echten Zwitterblüten sind die Pollenblätter abgefallen, die scheinzwittrigen Pollenblüten haben sich geöffnet, aus den schrumpfenden Antheren der letzteren fällt Pollen auf die Narben der ersteren. Sämtliche Figuren etwas vergrößert. (Zu S. 312—317.)

gestellten Griffelästen ablöst und abfällt, auf das Narbengewebe der tiefer stehenden Griffeläste zu bringen; denn diese letzteren sind etwas weiter am Umfange des Köpfchens aufgepflanzt, und es ist daher notwendig, daß sich die pollentragenden Griffel gegen den Umfang des Köpfchens neigen, wenn der von ihnen getragene Pollen an die richtige Stelle kommen soll. Das geschieht auch in der Tat. Die anfänglich geraden und aufrechten Griffel krümmen sich um einen Winkel von 70—90 Grad auswärts, und zwar bevor noch die beiden von ihnen getragenen Griffeläste spreizend werden und den aus der Antherenröhre vorgeschobenen Pollen abwerfen. Auf diese Weise gelangt der später abfallende Pollen unvermeidlich auf die tiefer stehenden Narben der älteren Blüten. Bisweilen kommt es auch vor, daß die noch mit Pollen bedeckten spreizenden Griffeläste jüngerer Blüten mit dem Narbengewebe an den Griffelästen älterer Blüten in unmittelbare Berührung kommen, und daß auch auf diese Weise eine Geitonogamie stattfindet.

Die Blütenköpfschen des Huflattichs (*Tussilago*) sowie jene der Ringelblume (*Calendula*) sind aus zweierlei Blüten zusammengesetzt. Das Mittelfeld trägt röhrenförmige scheinzwittrige Pollenblüten, und am Umfange des Köpfschens stehen zungenförmige reine Fruchtblüten. Die zuletztgenannten blühen früher auf als die Blüten des Mittelfeldes und können daher anfänglich nur mit dem Pollen aus anderen in der Entwicklung mehr vorgeschrittenen Köpfschen belegt werden. Als bald wird aber auch der Pollen aus den von den Zungenblüten eingefassten Blüten des Mittelfeldes vorgehoben und erscheint als ein kleines Klümpchen der Antherenröhre aufgelagert. Wie nun dieser Pollen auf die Narben der benachbarten Zungenblüten gelangt, ist bei den beiden in Rede stehenden Gattungen verschieden. Bei den Huflattichen schließen sich die zahlreichen randständigen Zungenblüten, welche unter Tag strahlenförmig abstanden und durch ihre lebhaft gelbe Farbe weithin sichtbar und als Anlockungsmittel für Insekten wirksam waren, zwischen 5 und 6 Uhr nachmittags zusammen und krümmen sich bei dieser Gelegenheit so über die Scheibenblüten, daß eine Berührung mit ihrem Pollenklümpchen unvermeidlich ist. Der Pollen wird hierbei an die Zungenblüten angeheftet, und wenn sich dann am nächsten Morgen die Köpfschen wieder aufschließen und sich die Zungenblüten auswärts krümmen, so wird der angeheftete Pollen losgelöst und gleitet zu den an der Basis der Zungen aufragenden belegungsfähigen Narben hinab. Bei der Ringelblume ist der Vorgang einfacher. Da erscheinen die Griffeläste der randständigen Zungenblüten einwärts über die angrenzenden Blüten des Mittelfeldes gekrümmt, und zwar schon dann, wenn die zuletztgenannten Blüten noch sämtlich geschlossen sind. Öffnen sich nun die Blüten des Mittelfeldes, und wird aus ihren Antherenröhren Pollen emporgehoben, so gelangt dieser unvermeidlich auf die darüberstehenden Narben der benachbarten Zungenblüten.

Im äußeren Ansehen dem Huflattich und den Ringelblumen sehr ähnlich, aber in betreff der Verteilung der Geschlechter verschieden sind die Goldbrute (*Solidago*), die Aster (*Aster*) und viele andere Korbblütler, welche unter dem Namen der Asterineen zusammengefaßt werden. Die röhrenförmigen Blüten des Mittelfeldes sind in jedem Köpfschen echte Zwitter, die zungenförmigen Blüten des Randes dagegen reine Fruchtblüten. Nach ein paar Tagen öffnen sich aber auch die Zwitterblüten des Mittelfeldes, und zwar zunächst jene des äußersten Umkreises. Der Pollen wird aus denselben emporgehoben, und während das geschieht, neigen sich die betreffenden Blüten etwas auswärts, so daß der in Form kleiner Klümpchen auf der Antherenröhre lagernde Pollen entweder unmittelbar mit den belegungsfähigen Narben der randständigen Blüten in Berührung kommt, oder auf kurzem Wege zu denselben hinabfällt.

Bei sehr vielen Korbblütlern (z. B. *Doronicum glaciale* und *scorpioides*, *Senecio cordatus* und *Doronicum*, *Telekia* und *Bupthalmum*, *Anthemis* und *Matricaria*) ist der Boden, auf welchem die Blüten des Köpfschens beisammenstehen, anfänglich flach oder nur wenig gewölbt, erhebt sich aber im Verlaufe des Blühens so bedeutend, daß er die Form einer Halbkugel oder selbst eines Kegels annimmt. In den Köpfschen von *Doronicum* beträgt diese Erhöhung z. B. 1 cm, und verhältnismäßig noch ausgiebiger ist sie bei den Arten der Gattung *Anthemis* und *Matricaria*. Die nächste Folge dieser Umwandlung des Blütenbodens ist natürlich auch eine Änderung in der Richtung der auf dem Blütenboden stehenden Röhrenblüten. Es kommt vor, daß Blüten, welche auf dem Blütenboden des sich öffnenden Köpfschens senkrecht stehen, späterhin eine nahezu wagerechte Stellung einnehmen. Das Merkwürdigste dabei ist aber, daß diese Veränderungen gleichen Schritt halten mit der fortschreitenden Entwicklung der Blüten. Bekanntlich öffnen sich in den köpfschenförmigen Blütenständen die randständigen Blüten

zuerst und jene der Mitte zuletzt (vgl. S. 187). Die Blüten jedes äußeren Umkreises sind daher immer schon weiter vorgeschritten als jene des nächstfolgenden inneren Umkreises, und wenn an den äußeren das belegungsfähige Narbengewebe bereits aufgeschlossen ist, wird an den inneren erst der Pollen aus der Antherenröhre vorgeschoben und von den sich trennenden Griffelästen abgestoßen. Dabei ist nun die wunderbare Einrichtung getroffen, daß infolge der früher erwähnten Veränderungen des Blütenbodens, auf welchem die Blüten beisammenstehen, die belegungsfähigen Narben der äußeren Blüten genau in die Falllinie des Pollens der inneren Blüten kommen. Bisweilen bedarf es übrigens gar nicht des Pollenfalles; denn die Blüten stehen so dicht neben- und übereinander, daß die spreizenden Narben der älteren mit dem Pollen der jüngeren Blüten pünktlich in Berührung kommen.

Ähnlich wie bei den Korbblütlern sind auch bei den Doldenpflanzen viele kleine Blüten so dicht zusammengedrängt, daß eine Berührung und Verbindung der Narben und des Pollens benachbarter Blüten leicht erfolgen kann. Tatsächlich zeigen die Doldenpflanzen eine Mannigfaltigkeit der zur Geitonogamie führenden Einrichtungen, die kaum geringer ist als jene, welche die Korbblütler aufweisen. Zunächst treffen wir eine Gruppe, für welche die Gattungen *Mannstreu* (*Eryngium*) und *Hacquetia* (*Hacquetia*) als Vorbilder gelten können. Die Arten dieser Gruppe zeigen köpfchenförmig zusammengestellte Blüten, welche von großen Hüllblättern umgeben sind. Sämtliche Blüten sind zwittrig und protrogyn<sup>1</sup>. Noch sind die Pollenblätter hakenförmig einwärts gekrümmt, die Antheren geschlossen und die Blumenblätter zusammengelegt, und doch ragen bereits die von klebrigen, glänzenden Narben abgeschlossenen langen Griffel weit aus der Knospe hervor. Zu dieser Zeit können die Narben nur mit dem Pollen anderer Stöcke belegt werden. Später strecken sich die Träger der Antheren in die Länge und werden gerade, die Antheren springen auf, und aus den gebildeten Rissen kommt Pollen zum Vorschein. Dieser gelangt mit den noch immer belegungsfähigen Narben der älteren Blüten entweder sofort oder doch alsbald in Berührung; denn die langen Griffel haben sich inzwischen noch mehr als im Beginn des Blühens nach der Seite geneigt, und ihre Narben sind dadurch in das Bereich der Nachbarblüten gelangt, wo es unausweichlich ist, daß sie entweder an die pollenedeckten Antheren streifen oder mit dem aus den schrumpfenden Antheren abfallenden krümeligen Pollen belegt werden.

Einigermaßen abweichend von dieser Gruppe der Doldenpflanzen verhalten sich die Gattungen *Sanikel* (*Sanicula*), *Sternadolde* (*Astrantia*) und *Laserkraut* (*Laserpitium*). Die Abweichungen werden insbesondere dadurch bedingt, daß bei den Arten dieser drei Gattungen neben den zwittrigen Blüten auch Pollenblüten vorkommen. Bei dem *Sanikel* besteht jedes Döldchen aus drei mittelständigen echten Zwitterblüten und 8—10 kranzförmig um die ersteren gruppierten Pollenblüten. Die Zwitterblüten sind protrogyn, kommen zuerst zur Entwicklung, und es können daher im Beginn des Blühens die Narben nur mit Pollen von anderen Stöcken belegt werden. Später strecken sich die Pollenblätter der Zwitterblüten gerade und ragen so wie die Griffel weit aus den Blüten heraus. Da aber die Griffel senkrecht in die Höhe stehen und die Antherenträger eine schräge Richtung einhalten, so kommen Antheren und Narben derselben Blüte doch nicht zusammen. Dagegen erfolgt bald darauf eine Kreuzung der Zwitterblüten mit den benachbarten Pollenblüten, und zwar in folgender Weise. Die Pollenblätter der Zwitterblüten welken und fallen ab, die Griffel spreizen nun weit

<sup>1</sup> Protrogynisch nennt man Blüten, deren Staubgefäße sich zuerst, protrogyn solche, deren Narben sich zuerst entwickeln.

auseinander und krümmen sich in sanftem Bogen nach außen, wodurch die noch immer belegungsfähigen Narben in das Bereich der im Kreise herumstehenden Pollenblätter kommen, die sich inzwischen geöffnet haben und deren Antheren reichlichen Pollen ausbieten. Eine Belegung der Narben ist nun unvermeidlich, sei es durch gegenseitige Berührung der Narben und Antheren oder durch Abfallen des Pollens aus den schrumpfenden Antheren. Die Anordnung der Blüten bei der Sternadolbe (*Astrantia*) stimmt mit jener bei dem Sanikel darin überein, daß jedes Döldchen neben Zwitterblüten auch Pollenblüten enthält, daß zuerst die Zwitterblüten zur Entwicklung kommen, daß diese proterogyn sind, und daß daher die klebrigen Narben der allerersten in einer bestimmten Gegend aufgehenden Blüten nur mit Pollen anderer Arten belegt werden können. Später spreizen die Griffel der Zwitterblüten auseinander, und die Narben holen sich gewissermaßen den Pollen aus den Antheren der benachbarten Pollenblüten, welche inzwischen aufgesprungen sind. Das Laserkraut (*Laserpitium*) zeigt zwar im allgemeinen dieselbe räumliche Verteilung der Blüten wie der Sanikel und die Sternadolbe, unterscheidet sich aber dadurch, daß die Zwitterblüten in der weitschweifigen großen Dolde nicht proterogyn, sondern proterandrisch sind. Die Geitonogamie erfolgt nichtsdestoweniger auf dieselbe Weise wie bei der Sternadolbe, nämlich dadurch, daß die Narben an der Spitze der spreizenden Griffel sich den Pollen aus den Antheren der benachbarten Pollenblüten holen. Da die proterandrischen Zwitterblüten früher zur Entwicklung kommen als die Pollenblüten, so trifft die Belegungsfähigkeit der Narben in den ersteren mit der Entbindung des Pollens aus den Antheren der letzteren genau zusammen.

Einen auffallenden Gegensatz zu den bisher besprochenen Doldenpflanzen, bei welchen sich zum Zweck der Geitonogamie die Narben der einen Blüte durch Verlängern, Krümmen und Hinübergreifen des Griffels in das Gebiet der Nachbarblüten den Pollen sozusagen selbst holen, bilden diejenigen, deren Griffel und Narben ihre ursprüngliche Lage beibehalten, wo dagegen die Pollenblätter sich strecken und verlängern und eine solche Lage annehmen, daß der von ihren Antheren entbundene Pollen auf die Narben nachbarlicher Blüten gelangt. Eine Gruppe hierhergehöriger Arten, für welche die auf den europäischen Hochgebirgen weitverbreitete Dickrippe (*Pachypleurum*) als Beispiel gewählt sein mag, entwickelt am Ende des Stengels eine einzige flache Dolde, deren Blüten durchgehends Zwitterblüten sind. Diese Zwitterblüten sind proterogyn; ihre klebrigen Narben vermögen bereits zu einer Zeit Pollen aufzunehmen, wenn die Antheren der zuständigen Pollenblätter noch geschlossen sind. In dieser ersten Periode des Blühens kann also nur eine Kreuzung mit den Blüten anderer Stöcke stattfinden. Später strecken sich die Pollenblätter gerade, stehen fast sternförmig nach allen Seiten ab, und die von langen Fäden getragenen Antheren kommen so in das Bereich der Nachbarblüten. Da die Narben noch immer belegungsfähig sind, so ist es unvermeidlich, daß ein Teil des aus den aufspringenden Antheren hervorquellenden Pollens einer jeden Blüte auf die Narben der Nachbarblüten zu liegen kommt. Wenig abweichend ist der Vorgang, welcher sich in den Dolden des Roskümmeles (*Siler*) vollzieht, obgleich die Blüten dieser Pflanze nicht proterogyn wie jene der Dickrippe, sondern ausgesprochen proterandrisch sind. Die zu einer Dolde vereinigten Blüten des Roskümmeles entwickeln sich nicht wie jene der Dickrippe zu gleicher Zeit, sondern die Entwicklung schreitet vom Umfang der Dolde nur sehr allmählich gegen die Mitte vor, und in Folge dieses Entwicklungsganges springen die Antheren der inmitten einer Dolde stehenden Blüten erst dann auf, wenn die am Umfang stehenden Blüten bereits ihren Pollen verloren haben und die Narben daselbst belegungsfähig

geworden sind. Da die fadenförmigen Antherenträger so lang sind, daß sie bis zur Mitte der randständigen Nachbarblüten reichen, so wird dort auch ein Teil des krümeligen, aus den schrumpfenden Antheren ausfallenden Pollens auf die inzwischen belegungsfähig gewordenen Narben abgesetzt, und es erfolgt auf diese Weise sehr regelmäßig Geitonogamie.

Die Dickrippe und der Kofkümmel sowie alle jene Doldenpflanzen, für welche die beiden genannten Gattungen als Vorbilder gewählt wurden, beherbergen in ihren Dolden nur Zwitterblüten und unterscheiden sich dadurch von den Arten der Gattungen Augenwurz (*Athamanta*), Bärwurz (*Meum*) und Kälberkropf (*Chaerophyllum*; s. Abbildung, S. 313, Fig. 3 u. 4), in deren Dolden Zwitterblüten und Pollenblüten gemengt sind. Erst dann, wenn aus den Zwitterblüten die Pollenblätter sich abgelöst haben und abgefallen sind, und nachdem die Narben ein paar Tage hindurch im belegungsfähigen Zustand auf den Pollen aus anderen Stöcken gewartet haben, öffnen sich in den Pollenblüten die inzwischen über die Blumenblätter weit vorgeschobenen Antheren und lassen den Pollen auf die Narben der Zwitterblüten herabfallen. Der Erfolg dieses Vorganges ist um so sicherer, als die Zahl der Pollenblüten immer erheblich größer ist als jene der Zwitterblüten. Die Dolde von *Chaerophyllum aromaticum*, welche auf S. 313 abgebildet wurde, umfaßt z. B. neben einer mittelständigen und 3—5 randständigen Zwitterblüten 20 Pollenblüten, und es kommen daher auf 8—12 Narben ungefähr 100 Antheren. Überdies nehmen bei diesen Doldenpflanzen die Zwitterblüten zur Zeit des Aufblühens der Pollenblüten eine solche Lage ein, daß die Belegung ihrer Narben mit dem ausfallenden Pollen geradezu unvermeidlich ist.

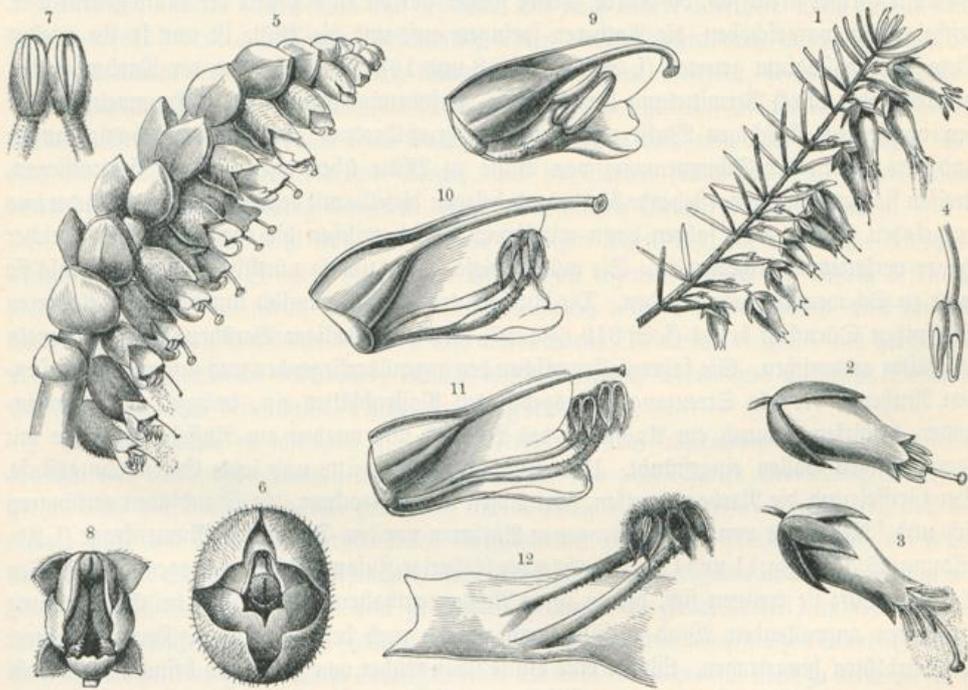
Einen der merkwürdigsten Fälle der Geitonogamie beobachtet man bei jenen Doldenpflanzen, für welche die Gattungen Kerbel (*Anthriscus*), Fenchel (*Foeniculum*), Koriander (*Coriandrum*), Merf (*Sium*) und Birkwurz (*Ferulago*) als Vorbilder dienen können. Alle Arten dieser Gattungen zeigen zweierlei Blütenstände. Die zuerst aufblühenden Dolden enthalten vorherrschend echte Zwitterblüten, aber nur vereinzelte Pollenblüten; die später aufblühenden umfassen dagegen ausschließlich Pollenblüten. Die Zwitterblüten, welche zuerst an die Reihe kommen, sind vollkommen protogynisch; die von sehr kurzen Fäden getragenen Antheren werden eine nach der anderen in die Mitte der Blüte gestellt, springen dort auf und bieten ihren Pollen aus; tags darauf fällt das betreffende Pollenblatt ab. Nachdem alle fünf Pollenblätter abgefallen sind, sieht man die Narben belegungsfähig werden. Sie verharren in diesem Zustand ein paar Tage und sind während dieser Zeit auf Kreuzung mit dem Pollen anderer Stöcke angewiesen. Nun kommen auch die Dolden, welche ausschließlich Pollenblüten tragen, zur Geltung. Die Seitenstengel, welche von diesen Dolden abgeschlossen werden, sind mittlerweile in die Höhe gewachsen und haben dabei eine solche Richtung eingehalten, daß ihre Dolden über die belegungsfähigen Narben der Zwitterblüten zu stehen kommen und gewissermaßen obere Stockwerke in dem Bauwerke des ganzen Blütenstandes bilden. Wenn nun die Antheren der im oberen Stockwerke stehenden Pollenblätter sich öffnen, und wenn daraufhin die Wände dieser Antheren schrumpfen, so wird der Pollen abgestoßen und fällt, dem Gesetze der Schwere folgend, in winzigen krümeligen Klümpchen senkrecht herab. Die Narben der tiefer stehenden älteren Blüten kommen auf diese Weise in einen förmlichen Pollenregen, und man überzeugt sich leicht, daß die Mehrzahl dieser Narben auch wirklich mit dem herabfallenden Pollen belegt wird.

Die bisher geschilderten Fälle der Geitonogamie bei den Korbblütlern und Doldenpflanzen können als Vorbilder für zahlreiche Pflanzen anderer Familien angesehen werden.

Zumal bei den Sternkräutern, Kaprifoliaceen, Kornazeen, Skrofulariaceen, Polygonaceen und Aroideen, deren Blüten in Köpfchen, Knäueln, Büscheln, Ähren und Trauben dicht gedrängt beisammenstehen, wiederholen sich die besprochenen Vorgänge mitunter bis auf die kleinste Kleinigkeit. So z. B. verlängern, spreizen und krümmen sich die beiden Griffel in den proterandrischen gebüschelten Blüten der Waldmeisterart *Asperula taurina* ganz ähnlich wie jene des Lasterkrautes; sie gelangen infolge dieser Lageänderung auch in das Bereich jüngerer Nachbarblüten, in welchen noch Pollen ausgetrieben wird, und ihre Narben kommen dort auch richtig mit Pollen in Berührung. Dieser Vorgang wird bei der genannten Waldmeisterart noch wesentlich dadurch unterstützt, daß die zuletzt zur Entfaltung kommenden Blüten Pollenblüten sind. Bei dem roten Holunder (*Sambucus racemosa*), bei den verschiedenen Arten der Gattung Hartriegel (*Cornus florida*, *mas. sanguinea*), bei jenen Weinreben (*Vitis*), welche echte Zwitterblüten tragen, bei der strauchblütigen Lysimachie (*Lysimachia thyrsoiflora*) sowie bei mehreren Spierstaudeen (*Spiraea*) erinnert der Vorgang der Geitonogamie an jenen, welcher sich bei dem Roskümmelein (*Siler trilobum*) abspielt, indem die Richtung des Griffels und die Lage der Narbe unverändert bleiben, aber die fadenförmigen Träger der Antheren sich strecken und krümmen und den Pollen auf die Narben der Nachbarblüten ablagern. An den verschiedenen Arten des Schneeballes (*Viburnum Lantana*, *Opulus*) ist zudem noch die Einrichtung getroffen, daß der von den übergreifenden Antheren der Nachbarblüten sich ablösende Pollen in den Grund der beckenförmigen Blumenkrone fällt, wo sich eine große polsterförmige Narbe befindet.

Alle diese Pflanzen haben krümeligen Pollen, der bei ruhendem Winde lotrecht auf die Narben benachbarter Blüten herabfallen kann, bei dessen Übertragung Luftströmungen keine große Rolle spielen. An sie reiht sich eine Gruppe von Pflanzen mit zwitterigen Blüten, bei welchen die Geitonogamie vorwiegend durch Luftströmungen vermittelt wird. Es wird dieser Gewächse später gedacht werden, wo ausführlich auf die Einteilung in tierblütige und windblütige Pflanzen eingegangen werden wird. Die hierhergehörigen Arten sind jedoch beides, anfänglich sind sie tierblütig, später windblütig. Der in den Alpenländern von den Talsöhlen bis hinauf zu den höchsten Kuppen der Kalkberge verbreitete Frühlingsheiderich (*Erica carnea*), welcher als Vorbild für ein paar hundert Ericaceen dienen kann, wird viel und gern von Bienen besucht, und wie die Erfahrung lehrt, werden gelegentlich dieser Besuche vielfache Kreuzungen der Blüten teils desselben, teils verschiedener Stöcke veranlaßt. Aber noch viel häufiger findet bei dieser Pflanze Kreuzung benachbarter Blüten mittelst Luftströmungen statt. Wie das kommt, soll mit Zuhilfenahme der Abbildung, S. 319, Fig. 1—4, erläutert werden. Die reihenförmig gruppierten Blüten sind mit ihrer Mündung sämtlich nach einer Seite und zugleich schräg abwärts gewendet (s. Abbildung, S. 319, Fig. 1). Ihre Entwicklung beginnt zu oberst an den Zweigen und schreitet von da allgemach nach unten fort. Gleichzeitig mit dem Öffnen der Blumenkrone kommt die Narbe in Sicht. Dieselbe wird von dem sich verlängernden Griffel über den Saum der Blumenkrone weit vorgeschoben. Die um den Griffel herumstehenden Antheren sind noch geschlossen und stecken ganz oder halb verborgen in der Blumenkrone (Fig. 2). Wenn jetzt Bienen angeflogen kommen, um im Blüten Grunde Honig zu saugen, so ist es bei der eigentümlichen Stellung des Griffels unvermeidlich, daß die Narbe gestreift wird. Für den Fall, daß die Bienen von anderen Ericen Pollen mitgebracht haben sollten, erfolgt sofort eine Kreuzung verschiedener Stöcke. Mittlerweile haben sich auch an den Antheren große Löcher ausgebildet (s. Abbildung, S. 319, Fig. 3). Da

aber die Öffnungen der benachbarten Antheren genau aufeinander passen und in dieser Lage durch die an der Mündung etwas verengerte Blumenkrone wie von einem Ringe zusammengehalten werden, so bleibt der Pollen in den Antherenfächern aufgespeichert, und erst dann, wenn eine Erschütterung der Antheren stattfindet, fallen die Pollentetraden als Staub heraus. Die Erschütterung der Antheren findet aber jedesmal statt, wenn Bienen ihren Rüssel zu dem Honig des Blütengrundes einführen, und es werden daher dieselben Bienen, welche bei dem Anflug zuerst an die vorstehende Narbe anstreifen, im nächsten Augenblick an Rüssel, Kopf und



Geitonogamie mit stäubendem Pollen: 1) *Erica carnea*, Zweig mit einseitig gestellten Blüten, 2) Blüte dieser Pflanze im ersten Entwicklungsstadium, 3) dieselbe Blüte im letzten Entwicklungsstadium, 4) ein einzelnes Pollenblatt der *Erica carnea*; 5) *Lathraea squamaria*, oberer Teil des Blütenstandes, 6) vordere Ansicht der soeben geöffneten Blüte, 7) zwei Antheren aus dieser Blüte, deren Fächer noch geschlossen sind, 8) vordere Ansicht einer Blüte in späterem Entwicklungsstadium, 9–11) Längsschnitte durch drei Blüten, welche sich im ersten, zweiten und dritten Entwicklungsstadium befinden, 12) zwei Antheren, aus deren Fächern der stäubende Pollen ausgefallen ist. Fig. 1 und 5 in natürl. Größe, die anderen Figuren etwas vergrößert. (Zu S. 318–321.)

Brust mit Pollen bestreut. Besucht die bestäubte Biene kurz danach die Blüten anderer Stöcke, so muß Kreuzung erfolgen. Die bestäubten Narben welken stets nach ein paar Tagen ab und sind dann nicht mehr fähig, Pollen aufzunehmen. Dagegen verlängern sich in derselben Blüte die Staubfäden und schieben die von ihnen getragenen Antheren vor die Mündung der Blumenkrone. Dadurch verlieren diese Antheren ihren Zusammenhalt, trennen sich, und der Pollen fällt aus ihren Fächern bei der leisesten Erschütterung heraus (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4). Es genügt ein unbedeutendes Schwanken des blüentragenden Zweiges, um jetzt das Ausfallen des stäubenden Pollens zu veranlassen. Die noch immer belegungsfähigen klebrigen Narben der jüngeren Blüten, und zwar sowohl jene in der unmittelbaren Nachbarschaft an denselben Zweigen als auch die entfernter stehenden an anderen Zweigen des gleichen Stockes, werden unvermeidlich mit dem stäubenden Pollen belegt.

An dem Blütenstand der Schuppenwurz (*Lathraea Squamaria*) spielt sich die Kreuzung im großen und ganzen in derselben Weise ab. Die Blüten sind ähnlich jenen des Frühlingsheiderichs einseitig nach jener Gegend gewendet, von welcher ein Anflug von Insekten zu erwarten steht (s. Abbildung, S. 319, Fig. 5). Sie sind proterogyn, die Narben entwickeln sich also zuerst (s. S. 319, Fig. 6, 7 und 9). In dieser Zeit kann die Narbe nur mit Pollen anderer schon weiter entwickelter Stöcke derselben Art bestäubt werden. Blumenkrone, Griffel und Antherenträger wachsen noch fortwährend in die Länge; der bisher hakenförmig gekrümmte Griffel streckt sich, die Narbe, welche früher vor die enge Pforte der Blüte gestellt war, erscheint nun vorgeschoben, die Antheren springen auf, und die Blüte ist nun in ihr zweites Entwicklungsstadium getreten (s. S. 319, Fig. 8 und 10). Die Belegung der Narben erfolgt zu dieser Zeit durch Vermittelung der Insekten. Erfahrungsgemäß sind es Hummeln, welche den von einem fleischigen Wulst unterhalb des Fruchtknotens abgetriebenen Honig saugen und den Pollen der Schuppenwurz von Blüte zu Blüte übertragen. Wenn sie anfliegen, streifen sie zunächst die vorstehende Narbe und belegen dieselbe mit dem Pollen, den sie anderswo aufgeladen haben, und fahren dann mit ihrem Rüssel zwischen die oberwärts mittels weicher Haare verketteten Antheren ein. Sie müssen diesen Weg um so pünktlicher einhalten, als sie sonst zu Schaden kommen würden. Die Antherenträger sind nämlich unterhalb der Antheren mit spigen Dörnchen besetzt (s. S. 319, Fig. 10), deren nachteiliger Berührung die Hummeln sorgfältig ausweichen. Sie fahren also zwischen den gegenüberliegenden und zusammenschließenden Antheren der als Streuzangen ausgebildeten Pollenblätter ein, drängen diese auseinander, bewirken dadurch ein Ausfallen des Pollens und werden am Rüssel und Kopfe mit dem mehligem Pollen eingestäubt. Und nun kommt die dritte und letzte Entwicklungsstufe. Der Griffel und die Narbe verwelken, schrumpfen und vertrocknen, die Staubfäden verlängern sich und schieben die von ihnen getragenen Antheren vor den Saum der Blumenkrone (s. Abbildung, S. 319, Fig. 11 und 12). Hier hört der bisherige Zusammenhalt der gegenüberstehenden Antheren auf; sie trennen sich, der in ihren Nischen enthaltene Pollen wird bei Erschütterung durch den anprallenden Wind entführt und zu den noch belegungsfähigen Narben jüngerer Nachbarblüten hingetragen. Wurde eine Blüte schon früher von Hummeln besucht, so ist wohl nur noch wenig Blütenstaub in den Nischen der Antheren vorhanden; fand jedoch kein Insektenbesuch statt, so sind die aus der Blüte herausgeschobenen Antheren noch reichlich mit Pollen erfüllt, und dieser wirbelt dann auch in Form kleiner Wölkchen zu den Narben der jungen Blüten im oberen Teile der Achse empor. Die Geitonogamie kommt demnach hier wie in so vielen anderen Fällen erst gegen Ende des Blühens zustande. Bei *Clandestina rediflora*, *Bartschia alpina* und einigen anderen Rhinanthazeen sind die Vorgänge ganz ähnlich.

Was mag nun allen diesen wunderbaren Einrichtungen, welche die Kreuzbefruchtung erzwingen, für eine gemeinsame Bedeutung zugrunde liegen?

Sowohl Sprengel als Darwin gewannen eine bestimmte Meinung darüber, die sie auch beide in ähnliche Worte faßten: die Natur wolle es anscheinend nicht haben, daß Blumen sich selbst befruchten, oder die Natur schrecke vor beständiger Selbstbefruchtung zurück. Solche psychologischen Auffassungen der Natur genügen aber der Forschung nicht, und Darwin war viel zu sehr Naturforscher, um nicht selbst nach einer Antwort auf die Frage zu suchen, warum in der Natur so verfahren werde?

Darwin und seine Mitarbeiter stellten zu dem Ende umfassende Versuche darüber an, wie eigener und fremder Pollen auf die Blüte einwirke, und förderten eine Menge interessanter

Tatsachen ans Licht. Schon Koelreuter und Gärtner hatten festgestellt, daß manche Pflanzen sich bei Bestäubung mit ihrem eigenen Pollen als völlig unfruchtbar erwiesen, also keine Samen erzeugen. So *Verbascum phoeniceum*, *Lobelia fulgens* und gewisse *Passifloren*. Diesen konnte man *Tabernaemontana echinata*, *Corydalis cava*, *Hypecoum grandiflorum*, *Papaver alpinum*, *Reseda odorata* und *lutea*, *Senecio cruentus*, *Thunbergia alata*, *Wistaria sinensis*, *Lysimachia nummularia*, *Diclytra spectabilis*, *Hoya carnosa*, *Tecoma grandiflorum*, *Dentaria bulbifera*, *Secale cereale* (Roggen), *Papaver Rhoeas* und *somniferum*, *Lilium bulbiferum* und *croceum* und noch andere anreihen. Man nannte solche Pflanzen selbststerile Pflanzen. Erstaunlich waren die Beobachtungen, welche ergaben, daß bei verschiedenen tropischen Orchideen, Arten wie *Oncidium*, *Notylia*, *Gomesa*, *Sigmatostalix*, *Burlingtonia*, die Pollenmassen sogar auf Narben des gleichen Stockes wie tödliche Gifte wirken. Bei *Notylia* tritt gar keine Pollenschlauchbildung ein, und nach zwei Tagen schon sind die Pollenmassen und Narben schwarz, und die Blüten fallen ab. In solchen Fällen muß demnach eine Kreuzung eintreten, wenn die Pflanzen Samen bilden sollen.

Diesen Beispielen steht nun eine Anzahl Pflanzen gegenüber, bei denen eine Kreuzung offenbar nicht unbedingt nötig ist, da ihre Blüten mit eigenem Pollen mit Erfolg befruchtet werden können. Man nennt sie selbstfertile Pflanzen, und zu ihnen gehören unter anderen *Salvia Horminum*, *Hordeum vulgare* und *trifurcatum*, *Triticum vulgare* und *turgidum*, *Avena sativa*, *Adonis aestivalis*, *Linum usitatissimum*, *Hieracium alpinum*, *Papaver dubium*, *Fumaria officinalis*, *Phaseolus vulgaris*.

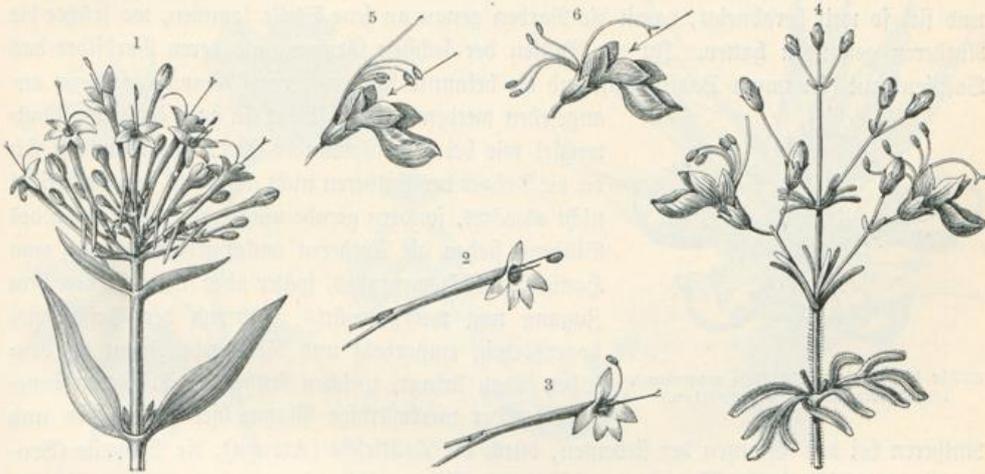
Danach könnte es scheinen, als ob die Kreuzung kein allgemeines biologisches Gesetz, sondern nur eine ungleichmäßig verbreitete Tatsache von zweifelhafter Bedeutung sei. Zehn Jahre lang hat Darwin daran gewendet, um in mühsamen Versuchen festzustellen, daß das letztere nicht der Fall sei. Vergleichende Versuche mit zahlreichen Pflanzenarten, bei denen diese teils mit eigenen Pollen befruchtet, teils gekreuzt wurden, ergaben das übereinstimmende Resultat, daß die Nachkommen von gekreuzten Pflanzen an Fruchtbarkeit, an Gewicht und Kraft der Entwicklung den aus selbstbefruchteten Blüten entstandenen Pflanzen in verschiedenem Grade, aber durchweg auffallend überlegen sind. Obwohl es mechanisch nicht zu erklären ist, ist nicht zu verkennen, daß durch die ganze organische Welt eine Entwicklungsrichtung zum Vollkommeneren erkennbar ist, und wenn man bildlich von Zielen der Natur reden will, so ist auch die Kreuzung ein solches Ziel nach besser organisierten Nachkommen. Mit unserer Auffassung steht es nicht im Widerspruch, daß Pflanzen nebenher auch durch Selbstbestäubung sich befruchten können, eine Fähigkeit, die ihre großen Vorteile in den Fällen hat, wo Kreuzung durch äußere Verhältnisse, durch Mangel an Insekten oder Fehlen von solchen, gehemmt ist. Zuerst wird die Kreuzung angestrebt; kann sie nicht eintreten, so begnügen sich viele Pflanzen mit Selbstbestäubung.

Dem entsprechen nun alle die zahlreichen Blüteneinrichtungen, welche entweder dahin zielen, eine Kreuzung herbeizuführen oder die Selbstbestäubung zu verhindern, was zum gleichen Erfolge führt. In der Nachbarbestäubung haben wir die einfachste Methode kennen gelernt, Kreuzung herbeizuführen. Wir wollen nun auch die noch merkwürdigeren Einrichtungen betrachten, welche dazu dienen, die Selbstbestäubung nach Möglichkeit oder ganz zu verhindern. Am vollkommensten ist das letzte geschehen durch Entstehung eingeschlechtiger, monözischer oder diözischer Blüten, wo sich die Sache von selbst versteht. Hier kann ohne Kreuzung überhaupt keine Befruchtung eintreten. Bei Zwitterblüten gibt es sehr verschiedene Methoden, um die Selbstbestäubung zu verhindern.

In einigen Fällen erscheint die Kreuzung durch die gegenseitige Stellung und Lage der in einer echten Zwitterblüte vereinigten zweierlei Geschlechtsorgane angestrebt. Wenn in einer Blüte vom Beginn bis zum Schlusse des Blühens die Narbe eine solche Lage einnimmt, daß sie zwar von den einkehrenden Insekten gestreift, aber mit dem Pollen der zunächststehenden Antheren von selbst nicht belegt werden kann, so darf von der betreffenden Blüte wohl angenommen werden, daß sie auf Kreuzung, nicht auf Selbstbestäubung berechnet sei. So verhält es sich z. B. bei der weißen Lilie (*Lilium candidum*), der Taglilie (*Hemerocallis flava* und *fulva*), der Berglilie (*Anthericum*) und zahlreichen Zwiebelpflanzen des Kaplandes (*Amaryllis*, *Albuca* usw.). Die Blüten dieser Pflanzen sind nach der Seite gerichtet, und der Griffel ragt so weit über die mit Pollen beladenen Antheren hinaus, daß seine Narbe von diesem Pollen zu keiner Zeit etwas erhält. Wenn dagegen von anderen Blüten kommende Tiere den weit vorragenden Griffel als Anflugstange benutzen, so ist eine Belegung der Narbe mit fremdem Pollen, also eine Kreuzung unvermeidlich. Dasselbe gilt von verschiedenen Asperifoliaceen (z. B. *Echium*), Skrofulariaceen (z. B. *Paederota Ageria*), Winden (z. B. *Convolvulus sepium*), Kaprifoliaceen (z. B. *Linnaea borealis*), Rhodorazeen (z. B. *Rhododendron Chamaecistus*) und Kakteen (z. B. *Mamillaria*). Auch mehrere himmelwärts gerichtete Blüten (z. B. *Lilium bulbiferum*, *Glaucium luteum*, *Gentiana verna*) zeigen dasselbe Verhältnis ihrer Antheren und Narben. In den Blüten des Seidelbastes (*Daphne Mezereum*) bildet die Narbe den Abschluß eines im Grunde der Blumenröhre stehenden Fruchtknotens, und die Antheren sind der Blumenröhre oberhalb der Narbe eingefügt. In aufrechten Blüten mag bisweilen etwas Pollen aus diesen Antheren, zumal bei dem Schrumpfen derselben am Ende der Blütezeit, auf die Narbe hinabfallen; aber die Mehrzahl der Seidelbastblüten steht wagerecht von den Zweigen weg, und in diesen ist es kaum möglich, daß der Pollen von selbst auf die Narben kommt, obschon der Abstand der Antheren und Narben nicht mehr als ein paar Millimeter beträgt. Die Blüten des Seidelbastes sind aber so reichlich von Bienen besucht, daß die meisten Narben mit fremdem Pollen belegt werden und insofern vielfache Kreuzungen stattfinden. Bei der Mehrzahl der Orchideen kann der Pollen aus seinem Versteck nur durch Insekten herausgezogen werden und wird von diesen kaum jemals auf die dicht nebenanstehende, sondern regelmäßig auf die Narbe einer anderen Blüte übertragen.

Eine andere, die Selbstbestäubung verhindernde und die Kreuzung erzielende Einrichtung ist der Platzwechsel der Antheren und Narben in Zwitterblüten. Er stellt eine der wichtigsten zur Kreuzung der Zwitterblüten führenden Einrichtungen dar und kann eigentlich nur im Hinblick auf dieses Ziel verstanden werden. Im wesentlichen vollzieht sich dieser Platzwechsel in folgender Weise. Jene Stelle, welche eine Zeitlang von der belegungsfähigen Narbe eingenommen wurde, erscheint späterhin von den pollenbeladenen Antheren besetzt und umgekehrt. Da diese Stelle dicht an dem Wege liegt, der den honigsaugenden Insekten zur Einfahrt dient, so streifen die Insekten in der einen Blüte nur die Narben, in der anderen nur die Antheren, was dann unvermeidlich zur Kreuzung führt. Entweder wird dieser Platzwechsel durch Neigen, Krümmen und Verschieben der Antherenträger oder durch ähnliche Richtungsänderungen der Griffel veranlaßt. Auch kommt es vor, daß sowohl die Antherenträger als die Griffel in derselben Blüte ihre Lage ändern und ihre Stelle förmlich vertauschen. Es lassen sich nicht weniger als zehn verschiedene Fälle des Platzwechsels unterscheiden. Bei einer Gruppe von Pflanzen, für welche der Zwerglauch (*Allium Chamaemoly*) als Beispiel genannt sein mag, sieht man inmitten der eben geöffneten Blüte die belegungsfähige Narbe, während die Antheren

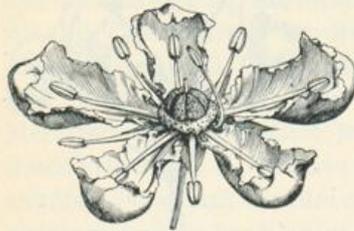
seitlich an die Perigonblätter ange drückt sind. Später, wenn die Antheren sich geöffnet haben und Pollen ausbieten, rücken sie infolge eigentümlicher Bewegung ihrer fadenförmigen Träger gegen die Mitte vor, stellen sich dicht vor die Narbe und bilden einen gelben Knäuel, welcher von den in die Blüte fliegenden Insekten notwendig gestreift werden muß, während früher ebendort nur die Narbe gestreift werden konnte. Bei einer zweiten Gruppe, in welche mehrere Gentianen (*Gentiana asclepiadea*, *ciliata*, *Pneumonanthe*), die meisten Malvazeen (*Abutilon*, *Malva*), die zahlreichen Arten des Eisenhutes (*Aconitum*), die Funkie (*Funkia*) und die Spornblume (*Centranthus*) gehören, sieht man in den jungen Blüten dicht an dem zum Honig führenden Wege den Pollen ausgeboten; bald nur von einer einzigen Anthere (s. untenstehende Abbildung, Fig. 1—3), bald von fünf oder sechs, mitunter auch von sehr vielen, die



Pflanzwechsel der Antheren und Narben: 1) Blütenstand der Spornblume (*Centranthus ruber*), 2) einzelne Blüte der Spornblume kurze Zeit nach der Entknospung, 3) dieselbe Blüte in einem späteren Blütenstadium; 4) Blütenstand des *Teucrium orientale*, 5) einzelne Blüte derselben Pflanze, kurze Zeit nach der Entknospung, 6) dieselbe Blüte in einem späteren Stadium. Fig. 1 und 4 in natürl. Größe, Fig. 2, 3, 5 und 6 etwas vergrößert. (Zu S. 323 und 324.)

zusammengenommen ein ganzes Bündel darstellen. Die Narben stehen anfänglich versteckt hinter oder unter den Antheren. Später krümmen sich die Träger der Antheren im Halbbogen zurück, und die Narben werden entblößt. Ist nur eine einzige Narbe vorhanden, welche bisher hinter der Anthere versteckt war, wie bei der Spornblume, so wird natürlich nur diese einzige Narbe entblößt (s. die Abbildung, Fig. 2 und 3). Wenn nun Insekten zum Honig gelangen wollen, so streifen sie an die entblößten Narben gerade so, wie sie früher an die Antheren streifen mußten. Die dritte Gruppe umfaßt die Arten der Gattungen Schwertel (*Gladiolus*), Acanthus (*Acanthus*), Pentstemon (*Pentstemon*) und Salbei (*Salvia*; s. Abbildung, S. 457). In den seitlich gestellten Blüten dieser Pflanzen liegen Griffel und Narben dem dachförmigen Teile der Blumen oberhalb der Antheren angeschmiegt, später aber neigt und krümmt sich der Griffel herab, und es kommen dadurch die Narben an die Zufahrtslinie zum Honig zu stehen, so zwar, daß die Insekten in den jungen Blüten Pollen aufladen, in den alten Blüten Pollen abladen und Kreuzungen veranlassen. Bei der vierten Gruppe, in welche die Gattungen *Allionia* und *Phalangium* gehören, steht im Beginn des Blühens die Narbe am Ende des weit vorgestreckten Griffels vor den Antheren, und wenn jetzt Insekten die

Blüten anfliegen, so ist es unvermeidlich, daß sie zunächst diese Narbe berühren. Später biegt sich der Griffel unter einem Winkel von 80—90 Grad nach der Seite, wodurch die Narbe aus dem zum Honig führenden Wege geschafft wird. Wenn jetzt Insekten anfliegen, so kommen sie nur mit den pollensbedeckten Antheren in Berührung. In den Blüten der fünften Gruppe, für welche die Gattung Gamander (*Teucrium*; s. Abbildung, S. 323, Fig. 4—6) als Beispiel gelten kann, zeigt der Platzwechsel eine gewisse Ähnlichkeit mit jenem der Spornblume, insofern nämlich, als auch hier die fadenförmigen Antherenträger in der ersten Zeit des Blühens so gestellt sind, daß sich ihre Antheren den zum Blütengrund einfliegenden Insekten in den Weg legen, späterhin aber zurückkrümmen, den Insekten aus dem Wege gehen und zugleich die Narben entblößen; aber es besteht doch andererseits ein bemerkenswerter Unterschied, indem bei dem Gamander auch der Griffel seine Richtung und Lage ändert, sich bogenförmig krümmt und sich so weit herabneigt, damit die Narben genau an jene Stelle kommen, wo früher die Antheren gestanden hatten. In den Blüten der sechsten Gruppe, als deren Vorbilder das Basilienkraut (*Ocimum Basilicum*) und die bekannte Kletterpflanze *Cobaea scandens* an-

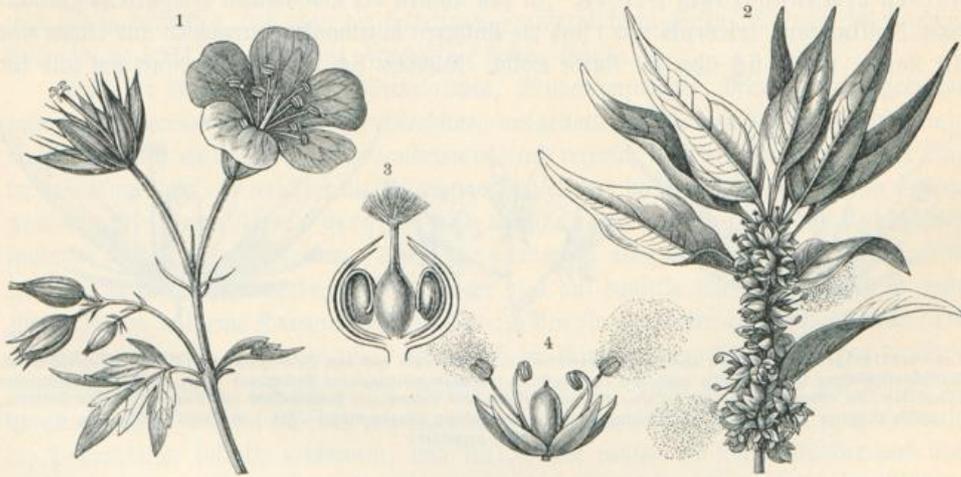


Blüte der Weinraute (*Rosa graveolens*), dreifach vergrößert. (Nach Bailton.)

angesehen werden mögen, findet ein ganz ähnlicher Platzwechsel wie bei dem Gamander statt, nur krümmen sich da die Träger der Antheren nicht aufwärts und die Griffel nicht abwärts, sondern gerade umgekehrt; im Anfang des Blühens stehen die Antheren entlang dem Zugang zum Honig des Blütengrundes, später aber sinken sie von dem Zugang weg nach abwärts, während der Griffel sich bogenförmig emporhebt und die Narbe genau an denselben Platz bringt, welchen früher die Antheren innehatten. Der merkwürdige Platzwechsel der Narben und

Antheren bei den Pflanzen der siebenten, durch die Tollkirsche (*Atropa*), die Skopolie (*Scopolia*), das Bilsenkraut (*Hyoscyamus*) und den Mraun (*Mandragora*) vertretenen Gruppe ist durch die Abbildung auf S. 473, Fig. 8 und 9, erläutert. In den jungen Blüten steht die Narbe in der Mitte der Blüten, und es sind die Antheren an die Wand der Blumenkrone gelehnt, in den alt gewordenen Blüten stehen die Antheren in der Blütenmitte, und es hat sich der Griffel an die Wand gedrückt. Für die achte Gruppe gelten als Beispiele die strauchförmigen Geißblattarten *Lonicera alpigena*, *nigra* und *Xylosteum* sowie die Gattung *Scrophularia*. Ihre Blüten sind seitwärts gerichtet; anfänglich ragt der gerade Griffel aus der Mitte der Blüte hervor, und die Narbe erscheint unmittelbar neben die zum Honig führende Zufahrtslinie gestellt, die Antheren stehen bei *Lonicera* noch oberhalb dieser Linie und befinden sich bei *Scrophularia* am Ende halbkreisförmig zurückgekrümmter Träger in der Höhlung der frugförmigen Blumenkrone geborgen. Später wird die Narbe von der erwähnten Zufahrtslinie weggerückt, und zwar dadurch, daß sich der Griffel bogenförmig oder knieförmig abwärts krümmt; dagegen erscheinen jetzt die Antheren an der bisher von der Narbe eingenommenen Stelle, was durch eine entsprechende Streckung und Richtungsänderung der Antherenträger geschieht. Die Nieswurz (*Helleborus*), welche als Vorbild für die neunte Gruppe dienen kann, hat verhältnismäßig große, honigreiche Blüten. Der Honig befindet sich nicht wie bei den anderen im vorhergehenden besprochenen Pflanzen in der Blütenmitte, sondern wird in tütenförmigen Behältern ausgeschieden, welche im Umkreise der Pollenblätter stehen. Dementsprechend steuern die honigaugenden Insekten auch nicht der Mitte, sondern dem Umkreise der Blüten zu, und

hieraus erklärt sich weiterhin, daß die Narben und Antheren, welche von den Insekten gestreift werden sollen, in einen entsprechenden Umfang gestellt sind. Nach dem Öffnen der Blume erscheinen die Griffel zunächst spreizend und so gekrümmt, daß die Narben über den Honigbehältern stehen. Die Antheren sind in der Blütenmitte zusammengedrängt und werden von den anfliegenden Insekten nicht berührt. Später strecken sich die Griffel gerade und bewegen sich gegen die Mitte der Blüte, dagegen haben sich die Träger der Antheren verlängert und dabei eine solche Richtung eingehalten, daß die Antheren über die Honigbehälter zu stehen kommen und dort von den honigsaugenden Insekten gestreift werden müssen. Für die zehnte Gruppe soll die Weinraute (*Ruta*; s. Abbildung, S. 324) als Beispiel gewählt sein. Die Blüte enthält zehn Antheren, welche von steifen, sternförmig gruppierten Fäden getragen werden.



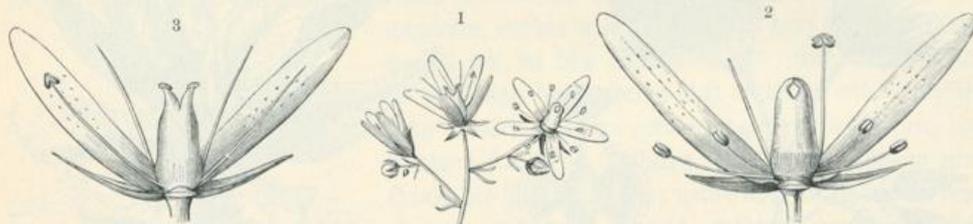
Vollkommen dichogame Blüten: 1) *Geranium silvaticum* mit vollkommen proterandrischen Blüten; 2) *Parietaria officinalis* mit vollkommen proterogynen Blüten, 3) einzelne Blüte der *Parietaria* mit belegungsfähiger pinselförmiger Narbe und eingeschlagenen geschlossenen Antheren, 4) dieselbe Blüte in einem späteren Entwicklungsstadium, die Narbe ist abgefallen, die Antherenträger haben sich gestreckt, und die Antheren schleudern den stäubenden Pollen aus. Fig. 1 und 2 in natürl. Größe, Fig. 3 und 4 etwas vergrößert. (Zu S. 325 und 326.)

Von diesen Fäden biegt sich zunächst einer in die Höhe, stellt die von ihm getragene Anthere in die Mitte der Blüte an die Zufahrtslinie, welche zu dem von einem fleischigen Ring an der Basis des Stempels abgesonderten Nektar führt, erhält sich so nahezu einen Tag, biegt sich aber dann wieder zurück und nimmt die frühere Lage ein. Während sich das erste Pollenblatt zurückbiegt, erhebt sich ein zweites und macht wieder denselben Weg hin und zurück. Und so geht das fort, bis nach und nach alle zehn Antheren in der Mitte der Blüte gestanden haben. Wenn endlich auch das zehnte Pollenblatt sich wieder zurückgebogen hat, so ist in der Blütenmitte die inzwischen belegungsfähig gewordene Narbe an demselben Platz zu sehen, wo früher der Reihe nach die Antheren ihren Pollen ausgeboten haben.

Ein an den Platzwechsel der Narben und Antheren sich anschließender, die Kreuzung von Zwitterblüten fördernder Vorgang ist das Ablösen und Abfallen der Narben zur Zeit des Öffnens der um die Narbe herumstehenden Antheren. Als Vorbild für diesen Fall kann das zu den Nesseln gehörige Glaskraut (*Parietaria*; s. obenstehende Abbildung, Fig. 2—4) dienen. In den Zwitterblüten dieser Pflanze entwickelt sich die Narbe immer schon vor dem Öffnen der Blume, und man sieht darum zu Beginn des Blühens die sprengwedelförmige Narbe

aus der grünlichen Blütenknospe herausragen (s. Abbildung, S. 326, Fig. 3). Die gekrümmten Träger der Antheren sind zu dieser Zeit wie Uhrfedern gespannt und von den zusammenschließenden kleinen grünlichen Blumenblättern verdeckt. Ehe noch diese Antherenträger aufschwellen und ihren Pollen als Staub in die Lüfte streuen, welkt die Narbe und schrumpft zusammen, der Griffel löst sich von dem Fruchtknoten mitsamt der verdorrten Narbe ab, und der Fruchtknoten endigt dann zur Zeit der Entbindung des Pollens aus den Antheren mit einem Spitzchen, welches nichts anderes als der verdorrte Rest des abgefallenen Griffels ist (Fig. 4).

Bei weitem häufiger als das Ablösen und Abfallen der Narbe bei beginnendem Ausstäuben des Pollens aus den geöffneten Antheren ist umgekehrt das Abfallen der Antheren und Pollenblätter zur selben Zeit, in welcher die danebenstehenden Narben belegungsfähig werden. In den Blüten der Balsaminen (*Impatiens glandulosa*, *Nolitangere*, *tricornis* usw.) sind die Antheren miteinander verwachsen und bilden eine Art Kappe, welche sich über die Narbe wölbt. Nachdem sich die Blüte geöffnet hat und für



Rundblättriger Steinbrech (*Saxifraga rotundifolia*): 1) ein Astchen aus dem Blütenstande mit Blüten auf verschiedenen Entwicklungsstufen; 2) Längsschnitt durch eine einzelne Blüte mit aneinanderliegenden Narben und einem den Pollen ausbietenden Pollenblatte; ein anderes Pollenblatt hat seine Anthere verloren, und weitere vier Pollenblätter haben noch geschlossene Antheren; 3) dieselbe Blüte in einem späteren Entwicklungsstadium, die Narben belegungsfähig. Fig. 1 in natürl. Größe, Fig. 2 und 3: 4—5fach vergrößert.

die anfliegenden Insekten zugänglich geworden ist, springen sofort die Antheren auf, und man sieht am Eingang der Blüte nur die aus den aufgesprungenen Antheren gebildete Kappe. Späterhin lösen sich die Träger der Antheren ab, und die Antherenkappe fällt aus der Blüte heraus. Nun erst sieht man in der Mitte der Blüte die Narbe, welche inzwischen empfängnisfähig wurde. Die großblütigen Arten der Gattung Storchschnabel (z. B. *Geranium argenteum*, *pratense*, *silvaticum*; s. Abbildung, S. 325, Fig. 1) zeigen ein ähnliches Verhalten. Fast gleichzeitig mit dem Öffnen der Blüte springen ein paar der bisher von den Kronenblättern verdeckten Antheren auf. In einer bestimmten Reihenfolge öffnen sich dann auch die übrigen und bieten nun sämtlich Pollen aus. Die Narben in der Mitte der Blüte schließen noch zusammen. Sobald sie sich zu trennen beginnen, fallen die Antheren von ihren Trägern ab, und man sieht nun die fünf belegungsfähigen spreizenden Narben nur noch von den der Antheren beraubten pfriemenförmigen Trägern umgeben. Dasselbe gilt von jenen Steinbrechen, für welche die obenstehend in Fig. 1 abgebildete *Saxifraga rotundifolia* als Vorbild dienen kann. Nach dem Auseinandergehen der Blumenblätter sieht man mehrere Tage hindurch ein seltsames Spiel der Pollenblätter. Sobald sich eine Anthere öffnet, richtet sich ihr Träger straff in die Höhe (s. die Abbildung, Fig. 2), bleibt jedoch nur kurze Zeit in dieser Lage, neigt sich vielmehr schon am nächsten oder zweitnächsten Tage seitwärts und hält wieder jene Richtung ein, welche er früher eingenommen hatte. Die von ihm getragene Anthere fällt ab, oder, wenn sie als verchrumpftes Gehäuse an der Spitze des Fadens zurückbleibt,

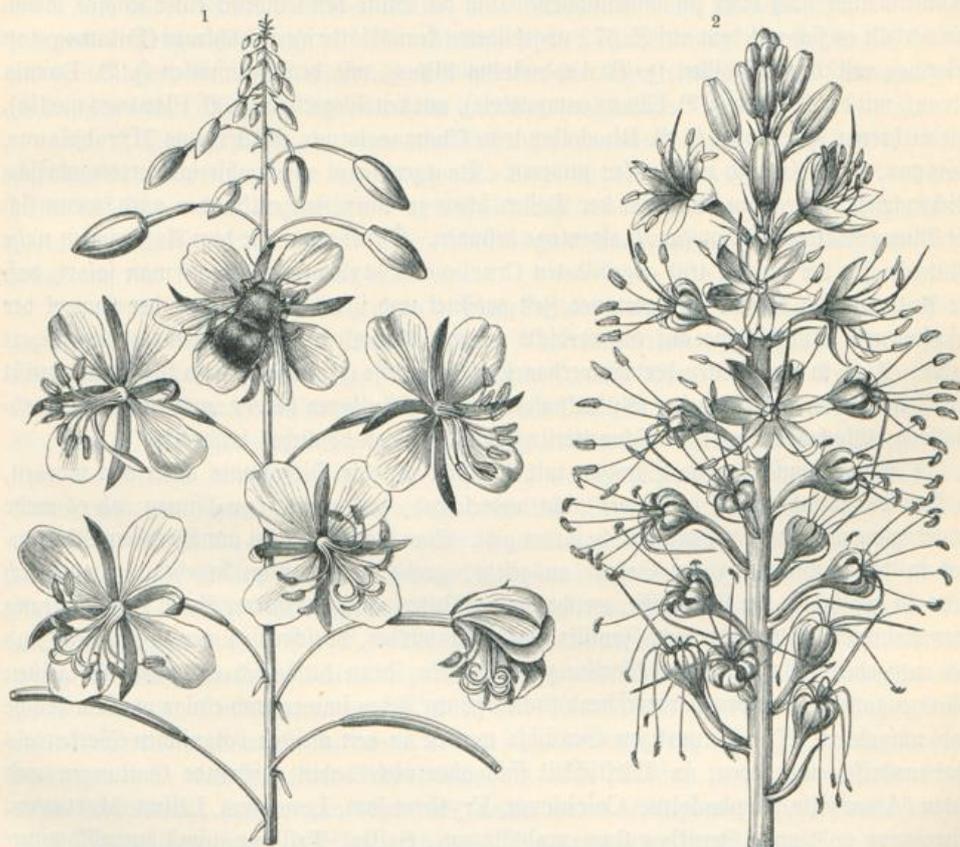
so hat sie doch ihren Pollen bereits verloren. Dieses Aufstellen und Niederfinfen der Antherenträger trifft in einer bestimmten Reihenfolge alle Pollenblätter der Blüte. Erst wenn sie samt und sonders die Antheren oder doch den Pollen verloren haben, spreizen die beiden kurzen Griffel, welche bisher wie die beiden Pranken einer Zange gekrümmt und mit ihren Narben aneinandergelegt waren, auseinander, und die Narben werden nun belegungsfähig (s. Abbildung, S. 326, Fig. 3). Auch das Studentenröschen (*Parnassia palustris*; s. Abbildung, S. 447, Fig. 4) sowie viele Mieren und Nesselgewächse (z. B. *Alsine verna*, *Silene Saxifraga*), desgleichen mehrere Baldriane (z. B. *Valeriana officinalis*) und Tulpen (z. B. *Tulipa Didieri*) zeigen dieselbe Entwicklungsfolge und insbesondere dasselbe Abfallen der Antheren. Bei den Mieren und Nellen kommt es auch sehr häufig vor, daß sich die ihrer Antheren beraubten Fäden unter die Blumenblätter in einem halbkreisförmigen Bogen hinabkrümmen und sich so verstecken, daß man die betreffende Zwitterblüte in diesem Stadium bei flüchtiger Betrachtung leicht für eine reine Fruchtblüte halten könnte.

Was bei den Balsaminen, Steinbrechen, Studentenröschen, Mieren, Nesselgewächsen und noch zahlreichen anderen mit Zwitterblüten ausgestatteten Pflanzen durch das Abfallen der Antheren erzielt wird, ist wieder bei anderen dadurch erreicht, daß die Antheren einer Blüte in dem Augenblick, in welchem die Belegungsfähigkeit der danebenstehenden Narben beginnt, von den Blumenblättern verhüllt und verdeckt werden, so zwar, daß sie nicht mehr imstande sind, Pollen abzugeben. Die Folge hiervon ist aber, daß die Narben nur noch mit fremdem Pollen belegt werden können, oder, was auf dasselbe hinausläuft, daß in diesen Zwitterblüten nur eine Kreuzung möglich ist. In den Zwitterblüten der Tradescantien (*Tradescantia crassula*, *virginica* usw.) öffnen sich die Antheren geraume Zeit, bevor die Narbe belegungsfähig wird. In der ersten Periode des Blühens kann daher aus den Blüten nur Pollen abgeholt werden. Sobald die Narben aber belegungsfähig geworden sind, rollen sich die Pollenblätter spiralförmig zusammen, und kurz darauf welken die Blumenblätter und überdecken als ein weiches, feuchtes Gewebe die von den eingerollten Fäden getragenen Antheren. Der Griffel ragt aus diesen Blüten noch immer straff hervor, und die Narben erhalten sich den ganzen folgenden Tag empfängnisfähig. Zu diesen Blüten kommen nun kleine Fliegen und andere kurzrüßelige Insekten angefliegen, um dort den Saft der weichen Blumenblätter zu saugen, und bei dieser Gelegenheit wird die Narbe gestreift und mit Pollen belegt, welchen die Tiere von anderen Blüten mitgebracht haben, während die Belegung mit dem Pollen der danebenstehenden Antheren jetzt unmöglich ist. Ein eigentümlicher Vorgang wird in den Blüten des *Telephium Imperati*, einer zu den Mieren gehörigen, in Südeuropa verbreiteten Pflanze, beobachtet. Im Anfang des Blühens schließen die Narben in der Mitte der Blüte fest zusammen; die um dieselben herumstehenden Antheren sind geöffnet und bieten Pollen aus, welcher von Insekten abgeholt wird. Damit nun später, wenn die Narben empfängnisfähig geworden sind und sich auseinanderlegen, nicht etwa Pollen von den danebenstehenden Antheren auf die Narbe kommt, rücken die ausgehöhlten Blumenblätter, welche bisher sternförmig ausgebreitet waren, zusammen und verhüllen die Antheren vollständig, so daß nur Pollen von anderen, jüngeren Blüten auf die belegungsfähige Narbe gebracht werden kann.

In den beschriebenen Fällen ist die räumliche Trennung der von einer Art ausgebildeten zweierlei Geschlechtsorgane durchgeführt. Das Zustandekommen der Kreuzung kann aber auch durch die zeitliche Trennung der bei der Befruchtung beteiligten beiderlei Geschlechtsorgane oder, besser gesagt, die ungleichzeitige Geschlechtsreife der Pollenzellen,

Narben und Samenanlagen herbeigeführt werden. Schon Sprengel hat die ungleichzeitige Geschlechtsreife und dadurch regulierte Paarungsfähigkeit bei den Pflanzen entdeckt und Dichogamie genannt. Sie kann in zweierlei Form auftreten, als proterogynne (erst-weibliche) und proterandrische (erst-männliche) Dichogamie. Sind nämlich die Narben befähigt, den Pollen schon aufzunehmen und das Treiben der Pollenschläuche zu veranlassen, wenn der Pollen in den Blüten derselben Pflanze noch unreif ist, so nennt man die betreffenden Pflanzenarten proterogyn; wird dagegen der Pollen aus den geöffneten Antheren entlassen, wenn die Narben noch nicht geschlechtsreif sind, so heißt die Pflanzenart proterandrisch. An dem traubenförmigen Blütenstand des schmalblättrigen Weidenröschens (*Epilobium angustifolium*), welcher in der Abbildung, S. 329, Fig. 1, dargestellt ist, sieht man zu oberst die Blüten noch geschlossen, etwas tiefer folgen drei Blüten, welche sich soeben geöffnet haben, und von welchen die mittlere von einer Hummel besucht wird, und noch tiefer abwärts stehen die Blüten, welche schon ein paar Tage hindurch geöffnet sind. In den zuletzt geöffneten Blüten sind die Antheren bereits mit Pollen bedeckt, die den knieförmig herabgebogenen Griffeln aufliegenden Narben schließen zu einer Keule zusammen und sind noch nicht empfängnisfähig, diese Pflanze ist daher proterandrisch. Auf Seite 329, Fig. 2, ist die Blütentraube des zu den lilienartigen Gewächsen gehörigen *Eremurus caucasicus* abgebildet. Auch da sieht man die obersten Blüten noch im Knospenzustande, die unterhalb dieser Knospen folgenden Blüten haben sich soeben geöffnet, und noch tiefer abwärts folgen dann die älteren Blüten. In den eben erst aufgesprungenen Blüten sind die Antheren noch geschlossen und bieten noch keinen Pollen aus, aber die punktförmige Narbe, welche den bogenförmig aufwärts gerichteten Griffel abschließt, ist bereits belegungsfähig, und diese Pflanze ist daher proterogyn. Sowohl die proterogynne als die proterandrische Dichogamie kann vollkommen und unvollkommen sein. Vollkommen ist sie, wenn die Reife der Narben erst beginnt, nachdem der Pollen aus den zuständigen Antheren bereits durch den Wind oder durch blütenbesuchende Tiere entfernt wurde, so daß er in der gleichen Blüte nicht mehr befruchtend wirken kann, oder wenn die Narbe bereits welk, abgedorrt oder gar abgefallen ist, ehe die Antheren der gleichen Blüte sich öffnen, wie das z. B. bei dem Glaskraut (s. Abbildung, S. 325, Fig. 2—4) der Fall ist. Unvollkommen ist die Dichogamie dann, wenn die Paarungsfähigkeit des einen Geschlechtes noch nicht erloschen ist, ehe jene des anderen Geschlechtes in den Blüten der betreffenden Art beginnt. Die unvollkommene Dichogamie kommt weit häufiger vor als die vollkommene, und zweihäufige Pflanzenarten mit vollkommen dichogamen Blüten gibt es überhaupt nicht: wenn eine solche jemals auftreten sollte, sie müßte alsbald wieder vom Schauplatz verschwinden. Gesezt den Fall, es wüchse irgendwo eine Weidenart mit zweihäufigen, vollkommen proterogynnen Blüten, so könnte bei derselben nur eine Bastardierung stattfinden; die hierdurch zustande kommenden jungen Weidenstöcke wären also größtenteils Bastarde, deren Gestalt mit jener der Stammart nicht mehr übereinstimmte. Die Art selbst würde demnach auf dem Wege der Fruchtbildung keine gleichgestaltete Nachkommenschaft hinterlassen, oder, mit anderen Worten, sie würde aussterben und erlöschen. Die unvollkommene Dichogamie läßt natürlich viele Abstufungen zu. Bei langlebigen Blüten kann der Vorsprung, welchen das eine Geschlecht vor dem anderen voraushat, mehrere Tage dauern, bei kurzlebigen Blüten dagegen kaum auf eine Viertelstunde beschränkt sein. Die Schotengewächse haben samt und sonders proterogynne Blüten. Wenn die Blumenblätter sich auseinanderschieben, so wird in der Mitte der Blüte die bereits belegungsfähige Narbe sichtbar, während die um dieselbe herumstehenden Antheren noch

geschlossen sind. Das dauert aber nur kurze Zeit, alsbald springen auch die Antheren auf, und nun sind beide Geschlechter paarungsfähig. Bei *Lepidium Draba*, *Sisymbrium Sophia* und noch zahlreichen anderen beträgt der Zeitunterschied von dem Augenblick, in dem die Narbe zugänglich wird, bis zu dem Augenblick, wo die Antheren den Pollen auszubieten beginnen, nur 2—5 Stunden. Dasselbe gilt von zahlreichen Sonnenröschen, mohnartigen Gewächsen, Kattent, Ranunkulazeen, Dryadazeen, Asperifoliazeen, Gentianazeen, Crifazeen und Valerianazeen



Unvollkommen dichogame Blüten: 1) *Epilobium angustifolium* mit proteranbrüchigen Blüten; 2) *Eremurus caucasicus* mit proterogynen Blüten. (Zu S. 328.)

(3. *B. Helianthemum alpestre*, *Glaucium luteum*, *Opuntia vulgaris*, *Actaea spicata*, *Adonis vernalis*, *Atragene alpina*, *Clematis Vitalba*, *Potentilla caulescens*, *Cynoglossum pictum*, *Lithospermum arvense*, *Menyanthes trifoliata*, *Arctostaphylos Uva ursi*, *Vaccinium Myrtillus*, *Valerianella dentata*). Selbst die ephemeren und epinykten Blüten zeigen der Mehrzahl nach Dichogamie. Die Blüten der Nachtblume (*Mirabilis Jalappa*) öffnen sich zwischen 7 und 8 Uhr abends; wenn sich der Saum der Blume ausbreitet, so ist die einem kleinen Pinsel vergleichbare Narbe bereits befähigt, Pollen aufzunehmen, aber die Antheren der betreffenden Blüte sind noch sämtlich geschlossen. Erst 10—15 Minuten später sieht man die Antheren ausspringen und ihren Pollen ausbieten. Der Zeitunterschied ist hier so gering, daß er von den meisten Beobachtern vernachlässigt wurde, und daraus erklärt

es sich, daß man solche Blüten gar nicht als dichogam gelten lassen wollte. Aber gerade der Umstand, daß selbst bei ephemeren Blüten die Paarungsfähigkeit der zweierlei Geschlechtsorgane nicht zur selben Zeit eintritt, ist für die Frage nach der Bedeutung der Dichogamie von größter Wichtigkeit, und es muß das hier ganz besonders hervorgehoben werden.

Bei den proterogynen Dichogamen ist es keine Seltenheit, daß sich die für die Aufnahme des Pollens geeignete Narbe schon zu einer Zeit aus der Blüte hervordrängt, wenn die Blumenblätter noch dicht zusammenschließen und die Blüte den Eindruck einer Knospe macht. So verhält es sich mit dem auf S. 372 abgebildeten krausblättrigen Laichkraut (*Potamogeton crispus*), mit den Affodillen (z. B. *Asphodelus albus*), mit den Hainsimsen (z. B. *Luzula nivea*), mit den Rüstern (z. B. *Ulmus campestris*), mit den Wegerichen (z. B. *Plantago media*), mit mehreren Alpenrosen (z. B. *Rhododendron Chamaecistus*), mit *Prunus Myrobalanus*, *Cortusa*, *Deutzia* und noch vielen anderen. Dagegen kennt man zahlreiche proterandrische Dichogamen, aus deren Antheren der Pollen schon zu einer Zeit entbunden wird, wenn sich die Blumenblätter noch in der Knospelage befinden. Öffnet man eine dem Aufspringen nahe Blütenknospe der auf S. 460 abgebildeten *Crucianella stylosa*, so erkennt man sofort, daß die Antheren sich bereits seit geraumer Zeit geöffnet und ihren Pollen unter der Kuppel der geschlossenen Blütenknospe auf die verdickte warzige Außenseite des Griffelendes aufgelagert haben. Auch in den Blüten der winperhaarigen Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*) quillt der Pollen schon innerhalb der Blütenknospen aus den Antheren hervor, und bei vielen Korbblütlern, Glockenblumen und Schmetterlingsblütlern wird ähnliches beobachtet.

Ob schon Tausende von Pflanzen mit Rücksicht auf die Dichogamie untersucht wurden, so sind die Erfahrungen doch noch nicht ausreichend, um angeben zu können, ob es mehr proterogyn oder mehr proterandrische Arten gibt. Man wäre selbst bei annähernden Schätzungen in dieser Beziehung der Gefahr ausgesetzt, grobe Irrtümer zu begehen. Namentlich wäre es gefährlich, die Ergebnisse, welche bei der Untersuchung mehrerer Arten einer Gattung oder mehrerer Gattungen einer Familie gewonnen wurden, vorschnell zu verallgemeinern und als maßgebend für die ganze Abteilung hinzustellen; denn tatsächlich enthalten die meisten Pflanzengattungen neben vorherrschend proterogynen Arten immer auch einige proterandrische und umgekehrt. Die lilienartigen Gewächse werden in den meisten botanischen Werken als proterandrisch angegeben; in Wirklichkeit sind aber viele dahin gehörende Gattungen und Arten (*Amaryllis*, *Asphodelus*, *Colchicum*, *Erythronium*, *Leucojum*, *Lilium Martagon*, *Narcissus poëticus*, *Ornithogalum umbellatum*, *Scilla*, *Trillium* usw.) unvollkommen proterogyn. Unter den Doldenpflanzen, welche angeblich alle proterandrisch sein sollen, gibt es eine ganz erkleckliche Zahl proterogynen Gattungen und Arten, wie beispielsweise *Aethusa*, *Astrantia*, *Caucalis*, *Eryngium*, *Hacquetia*, *Pachypleurum*, *Sanicula*, *Scandix* und *Turgenia*. Dasselbe gilt von den Steinbrechen. Die Mehrzahl derselben ist allerdings proterandrisch, aber einige unter ihnen, z. B. *Saxifraga androsacea* und *peltata*, sind ausgesprochen proterogyn. Die großblütigen Arten des Storchschnabels (*Geranium argenteum*, *lividum*, *pratense*, *silvaticum*) sind proterandrisch, die kleinblütigen (*Geranium columbinum*, *lucidum*, *pusillum*, *Robertianum*) sind proterogyn. Aus der Familie der Strofulariaceen sind die Gattungen *Digitalis* und *Pentstemon* proterandrisch, die Gattungen *Linaria*, *Paedotrota*, *Phygelius*, *Scrophularia*, *Veronica* proterogyn. Auch zu den Asperifoliaceen gehören teilweise proterandrische (z. B. *Borago*, *Echium*), teilweise proterogynen Arten (z. B. *Cynoglossum*, *Lithospermum*). Von den Ranunculaceen ist die Gattung *Aconitum* proterandrisch,

während die Gattungen *Adonis*, *Anemone*, *Atragene*, *Clematis* und *Paeonia* proterogyn sind. Aus der Familie der Gentianaeeen ist ein Teil, nämlich *Swertia perennis*, *Gentiana aselepiadea*, *ciliata*, *cruciata*, *Froelichii*, *Pannonica*, *Pneumonanthe*, *punctata* und *prostrata*, proterandrisch, andere, wie *Menyanthes trifoliata*, *Gentiana bavarica*, *germanica*, *tenella*, *rhaetica* und *verna*, proterogyn. Ähnlich verhält es sich auch bei den Ericaceen, Valerianaeeen, Polemoniaeeen und noch vielen anderen. Ausschließlich proterandrisch sind, soweit bekannt, die Korbblütler, die Glockenblumen, die Lippenblütler, die Malvaeeen, die Nessengewächse und die Schmetterlingsblütler, ausschließlich proterogyn die Simsen und Hainsimsen, die Aristolochiaeeen und Daphneen, die Kaprifoliaceen, Kugelblumen, Nachtschattengewächse, Rosaceen, Berberidaceen und Schotengewächse.

Es ist hier hinzuzufügen, daß sämtliche Pflanzenarten, deren Zwitterblüten infolge der gegenseitigen Stellung und Lage ihrer beiderlei Geschlechtsorgane oder infolge des Platzwechsels der Antheren und Narben ohnehin auf Kreuzung angewiesen sind, überdies noch dichogam sind, wenn auch die Dichogamie mitunter nur eine sehr kurzdauernde ist.

Zu den dichogamen Pflanzen zählen ferner auch diejenigen, welche schein-zwitterige Blüten tragen. Die Baldriane: *Valeriana dioica*, *polygama* und *tripteris* öffnen auf gleichem Standort ihre schein-zwitterigen Fruchtblüten um 3—5 Tage früher als ihre schein-zwitterigen Pollenblüten, und es sind diese Pflanzen daher ausgesprochen proterogyn. Bei dem Alpenampfer (*Rumex alpinus*) sind die Narben der schein-zwitterigen Fruchtblüten schon 2—3 Tage lang belegungsfähig, ehe noch die Antheren der schein-zwitterigen Pollenblüten und der echten Zwitterblüten an demselben Stoc sich geöffnet haben. Die Giche (*Fraxinus excelsior*) zeigt die Narben der Fruchtblüten schon belegungsfähig, wenn in den danebenstehenden Pollenblüten und Zwitterblüten die Antheren noch sämtlich geschlossen sind. Gewöhnlich entbinden diese letzteren ihren Pollen erst vier Tage später. Sehr auffallend ist auch die Dichogamie jener Gräser, welche reine Pollenblüten neben echten Zwitterblüten tragen, wie z. B. *Anthoxanthum odoratum*, *Hierochloa australis*, *Melica altissima* und *Sesleria coerulea*. Die Antheren verstäuben in den Blüten dieser Pflanzen ihren Pollen immer erst dann, wenn nebenan die Narben schon zwei Tage hindurch belegungsfähig waren. Daselbe beobachtet man auch bei jenen Korbblütlern, in deren Köpfchen neben echten Zwitterblüten reine Fruchtblüten stehen, und bei denen, welche neben schein-zwitterigen Pollenblüten auch reine Fruchtblüten in dem Köpfchen enthalten. Die Narben der Fruchtblüten sind immer schon belegungsfähig, wenn aus den benachbarten echten Zwitterblüten oder schein-zwitterigen Pollenblüten noch kein Pollen zu haben ist, und zwar dauert das durchschnittlich zwei Tage. Als Beispiele hierfür mögen *Aster alpinus*, *Aronicum glaciale*, *Bellidiastrum Michellii*, *Doronicum cordatum*, *Erigeron alpinum*, *Gnaphalium Leontopodium*, *Tussilago Farfara* und *Calendula officinalis* angeführt sein. Auch jene Lippenblütler, welche an dem einen Stoc nur echte Zwitterblüten, an dem anderen nur schein-zwitterige Fruchtblüten tragen, sind proterogyn. Bei dem Dost (*Origanum vulgare*) zeigen die schein-zwitterigen Fruchtblüten vor den echten Zwitterblüten einen Vorsprung von nicht weniger als acht Tagen, ja selbst darüber. Es muß hierzu nochmals ausdrücklich bemerkt werden, daß die erwähnte Verspätung oder Verspätung nicht etwa durch den schattigen oder sonnigen Standort bedingt ist.

Was die einhäufigen Pflanzen anbelangt, so haben sie sich, soweit die bisherigen Untersuchungen reichen, sämtlich als proterogyn herausgestellt. Die Seggen, Rohrkolben

und Igelkolben (*Carex*, *Typha*, *Sparganium*), die Aroideen mit einhäufigen Blüten, der Mais (*Zea Mays*), die einhäufige Brennessel (*Urtica urens*), das Tausendblatt (*Myriophyllum*), die Becherblume (*Poterium*), die Spitzflette (*Xanthium*), die Eselsgurke (*Echallium Elaterium*), die einhäufigen wolfsmilchartigen Gewächse (*Euphorbia*, *Ricinus*) und insbesondere die Erlen und Birken, die Walnuß und die Platanen, die Küstern und Eichen, die Haseln und Buchen, sie alle sind in der auffallendsten Weise proterogyn. Bei den meisten dieser Pflanzen, zumal den zuletztgenannten Bäumen und Sträuchern, wird der stäubende Pollen immer erst aus den Antheren entbunden, nachdem die Narben an demselben Stöcke schon 2—3 Tage hindurch belegungsfähig waren. Bisweilen ist dieser Unterschied in der Geschlechtsreife aber auch noch größer. Bei der Grün- oder Alpenerle (*Alnus viridis*) beträgt er 4—5 Tage und bei dem kleinen Rohrkolben (*Typha minima*) sogar neun Tage. Auch die zweihäufigen Pflanzen sind der Mehrzahl nach proterogyn. In den ausgedehnten Weidenbeständen an den Ufern unserer Flüsse sieht man bisweilen einzelne Arten durch Tausende von Sträuchern vertreten. Ein Teil derselben trägt Pollenblüten, der andere Fruchtblüten. Sie wachsen auf demselben Boden, sind in gleicher Weise der Besonnung ausgesetzt und werden von denselben Luftströmungen bestrichen, und trotz dieser gleichen äußeren Einflüsse eilen die Stöcke mit Fruchtblüten ihren Nachbarn mit Pollenblüten deutlich voraus. Die Narben der Mandelweide (*Salix amygdalina*) sind schon 2—3 Tage hindurch belegungsfähig, und dennoch hat sich weit und breit noch keine einzige Anthere dieser Weidenart geöffnet. Dasselbe gilt von der Purpurweide, der Korbweide, der Bruchweide usw. Auch bei den niedrigen Alpenweiden (*Salix herbacea*, *retusa*, *reticulata*) beobachtet man diese Erscheinung; doch ist dort der Unterschied in der Zeit gewöhnlich nur auf einen Tag beschränkt. Wenn man die zahllosen Stöcke des Hanfes (*Cannabis sativa*), die aus dem auf ebenem Ackerlande gesäten Samen dicht nebeneinander aufwachsen, im Hochsommer betrachtet, so fällt es auf, daß an den meisten Stauden, welche Fruchtblüten tragen, die Narben schon belegungsfähig erscheinen, obschon noch keine einzige Pollenblüte sich geöffnet hat. Erst 4—5 Tage, nachdem die mit Fruchtblüten beladenen Stöcke zu blühen begannen, öffnen sich an den benachbarten Stöcken auch die Pollenblüten, und der Wind schüttelt dann aus den pendelnden Antheren den stäubenden Pollen aus. Bei dem Bingelkraut, zumal den ausdauernden Arten dieser Gattung (*Mercurialis ovata* und *perennis*), welche im Grund unserer Wälder in kleinen Beständen wachsen, und zwar so, daß nahe nebeneinander über demselben Erdreiche Stöcke mit Fruchtblüten und solche mit Pollenblüten abwechseln, werden die Narben wenigstens zwei Tage vor dem Ausstäuben des Pollens belegungsfähig. Dasselbe wurde auch beim Hopfen (*Humulus Lupulus*) und noch vielen anderen zweihäufigen Pflanzen beobachtet.

Alle diese Tatsachen sind für die Frage nach der Bedeutung der Kreuzung von größter Wichtigkeit. Wenn man die ungleichzeitige Geschlechtsreife nur bei den Pflanzenarten beobachten würde, welche echte Zwitterblüten tragen, so könnte die Dichogamie lediglich als eine Bervollständigung der Einrichtungen zur Verhinderung der Selbstbestäubung oder Autogamie angesehen werden. So z. B. macht es die gegenseitige Stellung der Antheren und Narben in der Blüte des Dreizackes (*Triglochin*; s. Abbildung, S. 373) nahezu unmöglich, daß Pollen auf die Narbe derselben Blüte kommt; aber ganz ausgeschlossen wäre diese Möglichkeit denn doch nicht, wenn die Antheren zur selben Zeit ihren Pollen entbinden würden, in der die Narben belegungsfähig sind. Wenn aber in den Blüten des Dreizackes die Narben zur Zeit des Ausstäubens schon ganz vertrocknet sind, so ist die Autogamie gänzlich ausgeschlossen, und insofern würde also die

Dichogamie eine Vervollständigung der erwähnten Einrichtungen sein. Solche Fälle von vollkommener Dichogamie, wie sie bei dem Dreizack, dem Glaskraut, dem Studentenröschen usw. vorkommen, sind aber verhältnismäßig selten, und auf die übergroße Zahl der unvollkommen dichogamen Zwitterblüten würde diese Erklärung nicht zutreffen. Noch weniger würde sie auf die einhäusigen und zweihäusigen Pflanzen passen, bei denen ebenfalls Dichogamie vorkommt. Bei diesen kann ja von einer Autogamie oder Selbstbestäubung überhaupt nicht die Rede sein.

Läßt sich das Bestehen der Dichogamie neben Einrichtungen von gleichem Erfolge nicht bis zur vollen Einsicht begründen, so ist es wohl von Interesse, darauf hinzuweisen, daß der Dichogamie noch ein ganz besonderer Erfolg zukommt. Der Leser sei eingeladen, zunächst eines der Weidengehölze zu betreten, welches im vorhergehenden kurz geschildert wurde. Die Purpurweide (*Salix purpurea*) beginnt gerade zu blühen. Die Fruchtblüten derselben zeigen bereits belegungsfähige Narben, aber die Pollenblüten sind noch in der Entwicklung zurück, und es ist noch keine einzige Anthere derselben geöffnet. Dagegen stehen die Pollenblüten bei der Korbweide (*Salix viminalis*), welche untermischt mit der Purpurweide in demselben Bestande wächst, auf dem Höhepunkte der Entwicklung. Pollen der Korbweide ist in Hülle und Fülle zu haben. Durch den Duft und die Farbe der Blütenkätzchen angelockt, haben sich zahlreiche Bienen eingestellt, schwirren von Strauch zu Strauch, saugen Honig und sammeln Pollen. Sie sind bei dieser Arbeit nicht wählerisch und beschränken sich nicht auf eine einzige Art, sondern fliegen ebensogern zur Purpurweide wie zur Korbweide, und wenn noch andere Weidenarten vorhanden sein sollten, auch noch zu diesen. Wenn jetzt eine Biene zu den Fruchtblüten der Purpurweide kommt, um dort Honig zu saugen, und wenn diese Biene mit Pollen bedeckt ist, den sie von einem kurz vorher besuchten anderen Weidenstrauch abgestreift und aufgeladen hat, so kann dieser Pollen nur von der Korbweide, der Lorbeerweide, der Salweide oder irgendeiner anderen Art herkommen, deren Pollenblüten in der Entwicklung bereits so weit vorgeschritten sind, daß von ihnen Pollen zu haben ist; von der Purpurweide kann dieser Pollen nicht herkommen, weil sich in der ganzen Gegend noch keine einzige Anthere dieser Weidenart geöffnet hat. Indem aber die Narben der Purpurweide mit dem Pollen der Korbweide belegt werden, findet eine Kreuzung zweier Arten oder Bastardierung statt. Erst zwei oder drei Tage später kann auch eine Kreuzung gleicher Arten vollzogen werden; denn nun haben sich auch aus den Pollenblüten der Purpurweide die Antheren vorgeschoben, sich weit geöffnet und bieten den entbundenen Pollen den besuchenden Insekten an. Diese säumen auch nicht, die zugänglich gewordenen Pollenblüten der Purpurweide zu besuchen, streifen dort Pollen ab und übertragen ihn auf die noch immer belegungsfähigen Narben derselben Art. Bei Beginn des Blühens ist also bei der genannten Weide infolge der Dichogamie nur eine Kreuzung verschiedener Arten und erst später eine Kreuzung gleicher Arten möglich. So verhält es sich selbstverständlich bei allen anderen Weiden und überhaupt bei sämtlichen zweihäusigen Gewächsen, deren Blüten unvollkommen protogyn sind. Daß die geschilderten Vorgänge bei den Weiden wirklich eintreten, beweist die große Menge vorhandener Weidenbastarde.

Um zu zeigen, daß sich an den einhäusigen Pflanzen dieselben Vorgänge abspielen, betreten wir den Rand eines Moores, auf welchem zahlreiche einhäusige Niedgräser oder Seggen (*Carex*) den Grund des Pflanzenteppichs bilden. Die verschiedensten Arten stehen daselbst in bunter Abwechslung nebeneinander. Hier am Saume der dunkeln Wassertümpel *Carex acutiformis*, *filiformis*, *riparia*, *vesicaria*, *paniculata*, dort auf der sich anschließenden

sumpfigen Wiesenfläche *Carex flava*, *canescens*, *glauca*, *Hornschuchiana* und noch viele andere. Diese Niedgräser blühen nicht alle zu gleicher Zeit, sondern die einen kommen etwas früher, die anderen etwas später an die Reihe, und dabei trifft es sich, daß die einen gerade dann aufblühen, wenn bei den anderen die Blüten den Höhepunkt der Entwicklung erreicht haben und bei einer dritten Gruppe die Blüten schon zur Reife gehen. Sämtliche einhäufige Niedgräser sind proterogyn. Die Narben sind schon 2—3 Tage belegungsfähig, haben sich sämtlich weit über die Deckschuppen vorgeschoben und erscheinen so gestellt, daß der von Luftströmungen herbeigetragene Pollen an ihnen hängenbleiben muß. Noch immer sind aber die Antheren der Pollenblüten der betreffenden Art nicht geöffnet. Da ist es wohl selbstverständlich, daß die Narben im Verlaufe des ersten und zweiten Tages häufig mit dem Pollen anderer, früher aufgeblühter Arten belegt werden; denn da die Antheren dieser schon früher aufgeblühten Arten bereits geöffnet sind, so wird jeder Windstoß den Pollen aus ihnen ausschütteln, denselben über das Moor hinwegwehen und alles bestäuben, was eben bestäubungsfähig ist. Der Blütenstaub, welcher sich später aus den über und neben den belegungsfähigen Narben stehenden Pollenblüten entbindet, kann, entsprechend seiner späteren Reife, erst in zweiter Linie aufgenommen werden. Demnach ist die unvollkommene Dichogamie auch bei den Pflanzen mit einhäufigen Blüten die Ursache, wenn außer Kreuzung gleicher Arten später Bastardbildung stattfindet.

Bekanntlich blühen selbst unter gleichen äußeren Verhältnissen nicht alle Stöcke einer Art an demselben Tag auf, und dieser Umstand ist hier insofern beachtenswert, als man daran denken könnte, daß die früher aufblühenden Stöcke einer Art den Pollen für die Narben der später aufblühenden Stöcke derselben Art liefern. Das ist auch gewiß sehr oft der Fall, aber ebenso gewiß ist, daß die Narben des allerersten zur Blüte kommenden Stockes einer proterogynen Art zunächst nur mit Pollen anderer noch früher blühender Arten belegt werden können und tatsächlich belegt werden, so daß also an der früher zum Ausdruck gebrachten Schlußfolgerung nichts geändert zu werden braucht.

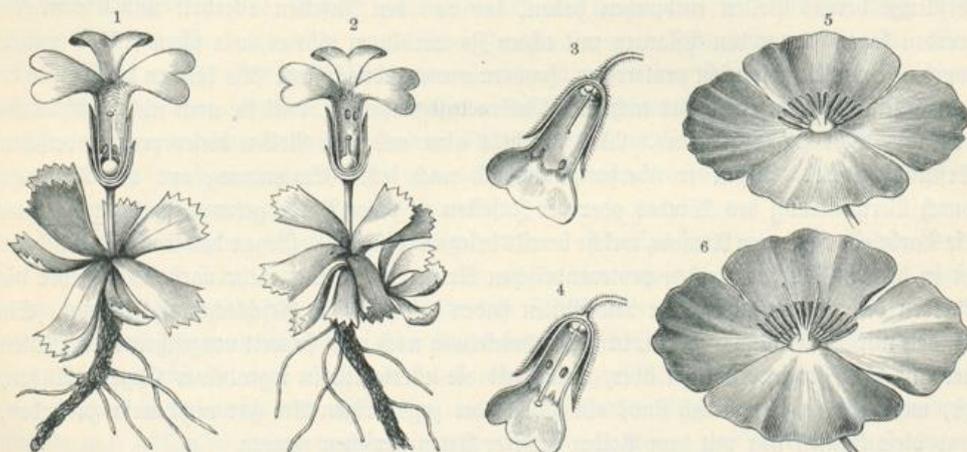
Da sich die Pflanzen mit scheinzwittrigen Blüten in betreff der Übertragung des Pollens ganz so wie zweihäufige und einhäufige verhalten, so läßt sich erwarten, daß bei ihnen der Dichogamie dieselbe Bedeutung zukommt, welche soeben erörtert wurde. Die hohen Ampferstauden aus der Gruppe *Lapathum*, namentlich *Rumex alpinus*, *nemorosus* und *obtusifolius*, tragen in ihren Rippen vorwaltend scheinzwittrige Fruchtblüten, scheinzwittrige Pollenblüten und neben diesen spärliche echte Zwitterblüten. Mag man was immer für einen Stock in Augenschein nehmen, stets findet man an demselben die Narben den Antheren in der Entwicklung bedeutend vorausgeeilt. Die Narben sind schon belegungsfähig, die Antheren noch geschlossen. Unter solchen Verhältnissen können die ersten Blüten eines Stockes, seien sie nun Scheinzwitter oder echte Zwitter, den Pollen nur von anderen Stöcken, welche schon mehrere Tage in Blüte stehen, und aus deren bereits geöffneten pendelnden Antheren der Wind den Pollen herausbläst, erhalten. Und mag auch angenommen werden, daß von den 100 Stöcken des *Rumex obtusifolius*, welche irgendwo einen kleinen Bestand bilden, nicht alle zu gleicher Zeit aufblühen und infolgedessen unzählige Kreuzungen zwischen den Blüten der benachbarten, zu derselben Art gehörigen Individuen stattfinden, die ersten belegungsfähig gewordenen Narben des im stundenweiten Umkreis am frühesten blühenden Stockes von *Rumex obtusifolius* können ein paar Tage hindurch nur Pollen von anderen Ampferarten erhalten, und es kann daher in der allerersten Zeit des Blühens bei *Rumex obtusifolius* eine Bastardierung stattfinden. Diese

Beispiele ließen sich noch vermehren, aus ihnen geht hervor, daß die unvollkommene Dichogamie ganz besonders für die Entstehung von Bastarden von Bedeutung ist.

Was die Pflanzen mit echten Zwitterblüten anbelangt, so wiederholt sich bei ihnen daselbe Spiel. Wenn eine Art protogyn ist, wie z. B. die offenblumige Küchenschelle *Pulsatilla patens*, so können die Erstlinge ihrer Blüten keinen Pollen aus den zuständigen Antheren erhalten, weil ein solcher in der ganzen von *Pulsatilla patens* bewohnten Gegend noch nicht zu haben ist; wohl aber wäre es möglich, daß sie mit dem Pollen anderer, ebendort wachsender und früher aufgeblühter Arten der Gattung Küchenschelle versehen werden. Das gilt selbstverständlich nur für die Anfangszeit des Blühens und nur für jene Stöcke der betreffenden Art, welche in einer bestimmten Gegend als die ersten ihre Blüte entfalten; denn bei den später aufblühenden kommt es ebensogut auch zu einer normalen Kreuzung, weil dann die Erstlinge bereits Pollen entbunden haben, der von den Insekten abgeholt und übertragen werden kann. Unter den Pflanzen mit echten Zwitterblüten gibt es, wie schon früher erzählt wurde, sehr viele, die nicht protogyn, sondern proterandriß sind. Da können die Narben in den Erstlingsblüten einer Art nicht mit Pollen belegt werden, weil sie noch nicht geschlechtsreif und nicht zugänglich sind. Was geschieht aber mit dem Pollen dieser proterandrißchen Erstlingsblüten? Wenn er überhaupt alsbald nach seiner Entbindung aus den Antheren durch Vermittelung des Windes oder der Insekten zu einer Narbe gelangt, so kann das nur die Narbe einer anderen Art sein, welche bereits belegungsfähig ist. Gegen das Ende des Blühens ist in den Blüten der meisten proterandrißchen Arten kein Pollen mehr vorhanden, aber die Narben dieser Nachzügler unter den Blüten haben erst jetzt ihre Geschlechtsreife erlangt. Sie können nur Pollen aus anderen, in der Entwicklung noch nicht so weit vorgeschrittenen Blüten bekommen. Für jene Blüten aber, welche als die allerletzten in irgendeiner Gegend blühen, ist, wenn sie proterandriß sind, ein Pollen der zugehörigen Art gar nicht mehr zu haben, und diese können nur mit dem Pollen anderer Arten versehen werden.

Ein eigentümliches Verhalten zeigen die Pflanzenarten, welche man heterostyl genannt hat. Mehrere *Gentiana*-Arten (z. B. *Menyanthes trifoliata*, *Gentiana rhaetica* und *germanica*), die verschiedenen Arten des Bergflachs (*Thesium*), zahlreiche *Primula*-Arten (z. B. *Androsace*, *Aretia*, *Gregoria*, *Hottonia*, *Primula*; s. Abbildung, S. 336 und 337, Fig. 1 und 2), desgleichen viele *Asperifolia*-Arten (z. B. *Myosotis*, *Mertensia*, *Pulmonaria*; s. Abbildung, S. 336, Fig. 3 und 4) und verschiedene andere tragen an dem einen Stocke Blüten mit verhältnismäßig kurzem Griffel, und es stehen in diesen Blüten die Antheren oberhalb der Narbe; an einem anderen Stock entwickeln dieselben Pflanzenarten nur Blüten mit verhältnismäßig langem Griffel, und in solchen Blüten stehen die Antheren unterhalb der Narbe. Im Beginn des Blühens können die Narben solcher Blüten weder aus den über, noch aus den unter ihnen stehenden Antheren Pollen von selbst erhalten. Dagegen wird zu dieser Zeit ein Insekt, welches bei dem Einführen seines Rüssels in eine kurzgriffelige Blüte die um den Schlund der Blumenkrone herumstehenden Antheren streift und sich dabei Pollen aufladet, diesen Pollen bei dem darauffolgenden Einfahren in eine langgriffelige Blüte pünktlich auf die Narbe bringen, weil ja diese Narbe genau in derselben Höhe der Blüte steht wie der Antherenkreis in der kurzgriffeligen Blüte. Daß auch umgekehrt der Pollen, welcher in der Mittelhöhe der Kronenröhre einer langgriffeligen Blüte an den Rüssel eines honigsaugenden Insektes angeklebt wurde, bei dem folgenden Besuch einer kurzgriffeligen Blüte an die Narbe des bis zu derselben Höhe emporragenden Griffels abgestreift wird, braucht kaum ausführlicher geschildert

zu werden. Es genügt, hier zu erwähnen, daß es auch Pflanzen gibt, deren Narben und Antheren dreierlei Guppierungen zeigen, daß z. B. bei dem Weiderich (*Lythrum Salicaria*) die Blüten des einen Stockes lange, die des zweiten Stockes mittlere und die des dritten Stockes kurze Griffel haben, und daß die in zwei Kreisen geordneten Antheren bei dieser Pflanze in den langgriffeligen Blüten unterhalb der Narben zu stehen kommen, während in den mittelgriffeligen Blüten die Antheren einen Kreis oberhalb und einen unterhalb der Narben bilden und in den kurzgriffeligen Blüten beide Antherenkreise über die Narben gestellt sind. Ebenso soll hier auch nur in Kürze darauf hingewiesen werden, daß die unten abgebildete Eschscholtzia in ihren Blüten ungleichlange Griffel entwickelt, nämlich in einigen durch bedeutenderen Umfang ausgezeichneten Blüten zwei längere und zwei kürzere, von denen die ersteren ihren Pollen von anderen Blüten erhalten und auf Kreuzung berechnet sind, während

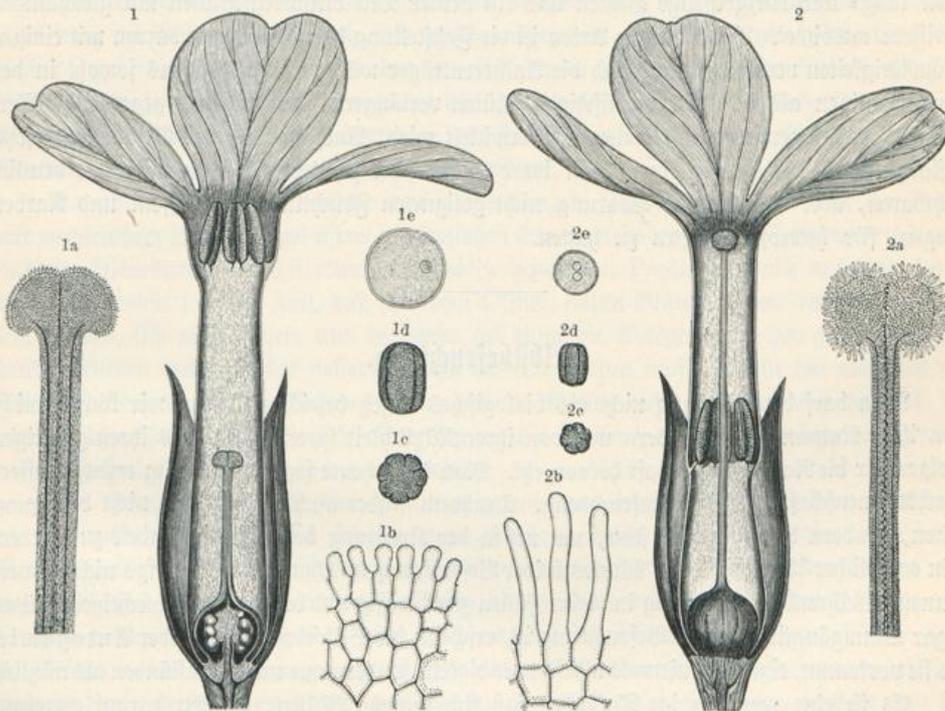


Heterostyle Blüten: 1) Stock von *Primula minima* mit einer langgriffeligen Blüte, 2) Stock derselben Pflanzenart mit einer kurzgriffeligen Blüte; 3) kurzgriffelige, 4) langgriffelige Blüte der *Pulmonaria officinalis*; 5) kurzgriffelige, 6) langgriffelige Blüte der *Eschscholtzia californica*. Sämtliche Figuren in natürl. Größe. (Zu S. 335 und 336.)

die letzteren mit dem Pollen aus den dicht neben ihnen stehenden Antheren belegt werden (s. obenstehende Abbildung, Fig. 6), und dann noch in den anderen, etwas kleineren Blüten vier Griffel, die sämtlich so kurz sind, daß sie über die den Pollen liefernden Antheren nicht hinausragen (s. Fig. 5). Von den merkwürdigen Ranunculazeen und Dryadazeen (*Anemone baldensis*, *Pulsatilla alpina*, *vernalis*, *Ranunculus alpestris*, *glacialis*, *Geum montanum*, *repens* usw.), welche neben den scheinzwittrigen Pollenblüten zweierlei Zwitterblüten entwickeln: solche mit großen Fruchtköpfchen und kurzen wenigen Pollenblättern und solche mit kleinen Fruchtköpfchen und längeren zahlreichen Pollenblättern, soll hier nur so viel erwähnt sein, daß die ersteren auf Kreuzung, die letzteren auf Autogamie berechnet sind.

Bei den heterostylen Blüten scheint die Möglichkeit der Selbstbefruchtung dadurch gegeben, daß in der kurzgriffeligen Blüte der Pollen einfach aus den höherstehenden Antheren auf die Narbe herunterfiel. Aber hier ist in eigentümlicher Weise dafür gesorgt, daß dies keinen Erfolg habe, weil bei vielen heterostylen Blüten die Größe, manchmal auch die Farbe der Pollenkörner verschieden ist und in Übereinstimmung steht mit der Größe der Narbenpapillen von Griffeln gleicher Höhe wie die pollensliefernden Antheren. Es passen also nur Pollenkörner aus tieferstehenden Antheren zu kurzen Griffeln und Pollenkörner aus hochstehenden Antheren zu

langen Griffeln. So sind z. B. beim Weiderich die trockenen Pollenzellen der langen Pollenblätter grünlich, 30—38 Mikromillimeter lang und 20—60 Mikrom. breit, jene der mittleren sind gelblich, 23—26 Mikrom. lang und 13—16 Mikrom. breit, und jene der kurzen sind auch gelblich, aber 20—25 Mikrom. lang und 11—13 Mikrom. breit. Bei der Frühlingsprimel (*Primula officinalis*) zeigen die Pollenzellen aus den Antheren der hoch oben an der Mündung der Kronenröhre eingefügten Pollenblätter, welche für die Narben langer Griffel bestimmt sind, einen Durchmesser von 30, dagegen die Pollenzellen aus den Antheren der tief



Heterostylie bei *Primula elatior* (nach Kun): 1) Längsschnitt durch die kurzgriffelige Blüte, 1a) oberer Teil des Griffels und der Narbe mit kurzen Papillen, 1b) Narbepapillen, vergrößert, 1c) trockenes Pollenkorn, welches größer ist als bei der langgriffeligen Form, 1d) dasselbe von der Seite, 1e) in Wasser liegend; 2) Längsschnitt durch die langgriffelige Blüte, 2a) oberer Teil des Griffels und der Narbe mit langen Papillen, 2b) Narbepapillen, stärker vergrößert, 2c) trockenes Pollenkorn, 2d) dasselbe von der Seite, 2e) in Wasser liegend. (Zu S. 335—337.)

unten in der Kronenröhre eingefügten Pollenblätter, welche für die Narben der kurzen Griffel bestimmt sind, einen Durchmesser von 20 Mikromillimeter. Die Übertragung des Pollens aus den Antheren einer kurzgriffeligen Blüte auf die Narbe einer langgriffeligen Blüte oder jenes aus den Antheren einer langgriffeligen Blüte auf die Narbe einer kurzgriffeligen ist von bestem Erfolge begleitet; die anderen Verbindungen, so insbesondere jene des Pollens aus den Antheren einer langgriffeligen mit den Narben einer anderen langgriffeligen Blüte oder des Pollens aus den Antheren einer kurzgriffeligen mit den Narben einer anderen kurzgriffeligen Blüte, haben nur geringen oder manchmal auch gar keinen Erfolg.

Es erübrigt nur noch zu bemerken, daß die Zahl der Pflanzenarten mit heterostylen Blüten weit größer ist, als in früherer Zeit angenommen wurde. Man kennt gegenwärtig dergleichen Arten aus den Familien der Asperifoliaceen, Kaprifoliaceen, Karyophyllaceen,

Rolchifazeen, Krassulazeen, Crifazeen, Gentianazeen, Globulariazeen, Fridazeen, Linazeen, Lythrazeen, Onagrazeen, Oxalidazeen, Papaverazeen, Plantaginazeen, Plumbaginazeen, Polygonazeen, Primulazeen, Oleazeen, Nubiazeen, Santalazeen, Solanazeen und Valerianazeen, und es ist wahrscheinlich, daß diese Liste bei eingehenderen Untersuchungen zumal tropischer Gewächse noch erheblich erweitert werden wird. In den meisten Fällen bringen die Arten einer Gattung nur zweierlei Blütenformen hervor. Es gibt aber auch Gattungen, wie z. B. *Linum* und *Oxalis*, von welchen ein Teil der Arten lang-, mittel- und kurzgriffelige, ein anderer Teil lang- und kurzgriffelige Blüten und ein dritter Teil durchweg Blüten mit gleichlangen Griffeln ausbildet. Bei manchen Arten ist die Feststellung der Heterostylie darum mit einigen Schwierigkeiten verbunden, weil sich die Antherenträger während des Blühens sowohl in den langgriffeligen als in den kurzgriffeligen Blüten verlängern, wodurch das gegenseitige Verhältnis der Längenmaße außerordentlich verwickelt wird. Auch ist man der Gefahr ausgesetzt, Pflanzenarten, welche auf einem Teil ihrer Stöcke scheinzwittrige Blüten mit zwar deutlich sichtbaren, aber dennoch zur Paarung nicht geeigneten Fruchtknoten, Griffeln und Narben tragen, für heterostyle Arten zu halten.

### Selbstbefruchtung.

Man darf die Kreuzung nicht als biologisches Gesetz bezeichnen, denn wir können nicht von ihrer Notwendigkeit, sondern nur von ihrer Nützlichkeit sprechen, die aus ihren günstigen Folgen für die Nachkommenschaft hervorgeht. Man kann heute sagen, Kreuzung erzeugt bessere Nachkommenschaft als Selbstbefruchtung. Trotzdem findet auch diese letztere nicht bloß ganz selten, sondern häufig genug statt, um neben der Kreuzung besonders behandelt zu werden. Ein erheblicher Unterschied des Wertes beider Befruchtungsmethoden ist allerdings nicht zu verkennen. Während die Kreuzung in vielen Fällen zweckmäßig und bei den eingeschlechtigen Blüten sogar unumgänglich für eine Befruchtung ist, erscheint die Selbstbefruchtung oder Autogamie, wo sie vorkommt, eigentlich niemals als Notwendigkeit, sondern nur unter Umständen als nützlich.

Es ist eine merkwürdige Tatsache, daß sich manche Blüten, obgleich darauf angelegt, durch Vermittelung der Insekten gekreuzt zu werden, gar nicht öffnen, wenn der Besuch der betreffenden Tiere wegen ungünstiger äußerer Bedingungen nicht erwartet werden kann. In den Gebirgsgegenden der gemäßigten Zonen kommt es häufig vor, daß dann, wenn die Blüten nahe daran sind, sich zu öffnen, Regenwetter eintritt, welches wochenlang beharrlich anhält. Die Bienen, Hummeln, Falter und Fliegen haben sich in ihre Baue und Schlupfwinkel zurückgezogen und müssen den Besuch der Blüten längere Zeit unterbrechen. Das Wachstum der Pflanzen ist aber während dieser Zeit nicht gänzlich aufgehalten; auch in den Blüten schreitet bei entsprechender Temperatur die Entwicklung ruhig fort; das Narbengewebe wird belegungsfähig, die Antheren erlangen ihre Reife, springen auf und entlassen ihren Pollen; aber noch immer hat kein Sonnenstrahl das Gewölk durchbrochen; es regnet fort, und die Insekten bleiben in ihren regensicheren Verstecken verborgen. Unter solchen Umständen findet auch eine Öffnung der Blütenpforte nicht statt; es kommt in der geschlossenen bleibenden Blüte zur Autogamie, und die Vorrichtungen, durch welche eine Kreuzung hätte erzielt werden können, kommen nicht zur Wirksamkeit. So verhält es sich z. B. bei *Alsine rubra*, *Anagallis phoenicea*, *Arabis coerulea*, *Azalea procumbens*, *Calandrinia compressa*,

*Centunculus minimus*, *Drosera longifolia*, *Gagea lutea*, *Gentiana glacialis* und *prostrata*, *Hypocotyle pendulum*, *Hypericum humifusum*, *Lepidium sativum*, *Montia fontana*, *Oxalis corniculata* und *stricta*, *Polycarpon tetraphyllum*, *Portulaca oleracea*, *Sagina saxatilis*, *Silene noctiflora*, *Sisyrinchium anceps*, *Spergula arvensis*, *Stellera Passerina*, *Veronica alpina*, Pflanzen der verschiedensten Standorte, die aber einzeln miteinander gemein haben, nämlich, daß ihre Blüten, auch wenn sie sich öffnen, nur von kurzer Dauer sind. Bei Pflanzen mit langlebigen Blüten ist es nicht selten, daß sich bei andauerndem Regenwetter die Autogamie in der geschlossenen Blüte vollzieht, daß aber nachträglich bei günstiger Witterung die Blumenblätter doch noch auseinandergehen und dadurch wenigstens die Möglichkeit gegeben wird, daß Insekten den zur Autogamie nicht verwendeten Pollen abholen. Als Beispiele, bei welchen diese Einrichtung häufig beobachtet wird, könnten das wimperhaarige Alpenröschen (*Rhododendron hirsutum*), der Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*) und der Teufelszwirn (*Cuscuta europaea*) genannt werden.

Es gibt auch Pflanzen, welche in Wasserlachen, in Tümpeln und am Ufer der Teiche mit wechselndem Wasserpiegel ihren gewöhnlichen Standort haben, wie beispielsweise *Alisma natans*, *Illecebrum verticillatum*, *Limosella aquatica*, *Peplis Portula* und *Subularia aquatica*, welche für den Fall, daß ihre dem Öffnen nahen Blütenknospen unter Wasser gesetzt werden, sich nicht öffnen, und bei denen sich dann die Autogamie in den geschlossenen Blüten unter Wasser vollzieht, wozu bemerkt werden muß, daß in den mit Luft erfüllten Innenraum solcher Blüten das umgebende Wasser nicht eindringt und demnach der merkwürdige Fall vorliegt, daß die Übertragung des Pollens auf die zuständige Narbe zwar unter Wasser, aber dennoch in der Luft erfolgt.

Bei einigen Knöterichen (*Polygonum Hydropiper*, *minus* und *mite*) kann man auch die Beobachtung machen, daß sich an jenen Stöcken, welche vereinzelt wachsen, und deren sämtliche mit Blüten besetzte Zweige dem Sonnenlicht ausgesetzt und den Insekten sichtbar und zugänglich sind, alle Blüten öffnen, daß aber dann, wenn von derselben Art Hunderte von Stöcken dichtgedrängt beisammenstehen, nur ein Teil der Blüten die Perigone öffnet. Nur die Blüten an den aufrechten Zweigen solcher Stöcke erschließen sich den besuchenden Insekten, jene an den untersten, dem Boden aufliegenden Zweigen, welche beschattet, versteckt und für die Insekten nicht leicht zu erreichen sind, bleiben geschlossen. Also hier erscheint die Selbstbefruchtung als eine zweckmäßige Einrichtung zur Überwindung gelegentlicher ungünstiger Lebensbedingungen, und daher vollzieht sich auch hier die Autogamie mit sichtlichem Erfolge. Ähnliches wird von der tropischen *Myrmecodia tuberosa* angegeben, in deren kleinen, porzellanweißen, stets vollkommen geschlossen bleibenden Blumen nur Autogamie stattfindet, und welche dennoch reichliche keimfähige Samen erzeugen.

Solche Pflanzen bilden den Übergang von denjenigen, welche sich öffnen und zur Kreuzung bestimmt sind, zu solchen, welche überhaupt ganz geschlossen bleiben, und in welchen Autogamie stattfinden muß. Die letzteren Blüten hat man Kleistogame Blüten (*κλειστος* [kleistos] = verschließbar; *γαμεω* [gamein] = heiraten) genannt und von denselben eine Reihe sehr merkwürdiger Formen unterschieden. Ein gemeinsames Merkmal derselben ist die Verkümmernng oder das gänzliche Fehlschlagen jener Blumenblätter, welche durch ihren Duft, ihre Farbe und ihren Honig die Insekten zum Besuch anlocken könnten. Was von Blumenblättern ausgebildet wird, hat nur die Bedeutung einer Hülle, unter deren Schutz die Samenanlagen und Narben, die Antheren und der Pollen ihre Geschlechtsreise

erlangen und sich miteinander verbinden können. In manchen Fällen ist keine Spur einer Blumenkrone zu sehen, nur grüne Kelchblätter sind entwickelt, welche fest zusammenschließen und die Pollenblätter und Stempel wie ein Hohlkegel umgeben. So findet man z. B. bei der in den Laubwäldern Krains häufigen *Aremonia agrimonioides* kleistogame Blüten im Umfange von 2—3 mm, in welchen vom Rande der frugförmig vertieften Scheibe Pollenblätter und Kelchblätter ausgehen, aber die Kronenblätter vollständig fehlen. In anderen Fällen sind die Kronenblätter zwar vorhanden, bleiben aber klein und von grünlichweißer Farbe. Gerade diejenigen Teile der Krone, welche in offenen Blüten durch ihre Gestalt und ihren Farbenschmelz am meisten auffallen, sind hier verkümmert. So ist in den kleistogamen Blüten mehrerer Veilchen das gespornte Blumenblatt, welches in den offenen Blüten am meisten in die Augen fällt, kaum mehr zu erkennen; die Platte desselben ist im Umriss eiförmig, auch erscheint sie eingerollt und bildet einen über die Antheren und die Narbe gestülpten Hohlkegel. Die Antheren sind in den kleistogamen Blüten gewöhnlich so gestellt, daß der zur Reife gekommene und aus den aufgesprungenen Fächern hervordringende Pollen unmittelbar mit der Narbe in Berührung kommt. Mitunter besteht zwar ein winziger Abstand zwischen dem an den Antherenfächern haftenden Pollen und der zuständigen Narbe, aber dann treiben aus den Pollenzellen Schläuche in der Richtung der Narbe hervor, welche sich an die Papillen der Narbe anlegen und von dort ihren weiteren Weg zu den Samenanlagen nehmen. In den kleistogamen Blüten einer Taubnessel (*Lamium amplexicaule*) hat man auch gesehen, daß sich die Antheren nicht öffnen, daß aber dennoch Pollenschläuche aus den Pollenzellen hervortreten, welche die Antherenwand durchbrechen und zu den Narben hinwachsen. Betrachtet man eine solche kleistogame Blüte, nachdem sich in ihr die Autogamie vollzogen hat, so könnte man beim ersten Anblick glauben, die Antheren seien mit den Narben verwachsen, da die Pollenschläuche eine ziemlich feste Verbindung mit der Narbe herstellen.

Es wurde bereits erwähnt, daß alle Pflanzenarten, welche kleistogame Blüten hervorbringen, neben diesen auch noch andere mit geöffneten Blumen entwickeln. Der Mehrzahl nach sind diese letzteren durch Form, Farbe und Duft sehr auffallend. Sie erscheinen auf den Besuch von Tieren berechnet, welche Kreuzungen vermitteln sollen. Merkwürdigerweise fehlen aber diesen offenen Blüten jene Einrichtungen, welche für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches zur Autogamie führen. Auf Grund solcher Erfahrungen ist man wohl berechtigt, anzunehmen, daß hier eine Art Teilung der Arbeit stattgefunden hat, insofern als die Aufgaben, welche bei den meisten Pflanzen nur von einer Form der Zwitterblüten gelöst werden, hier zweierlei Zwitterblüten zugeteilt sind: die Kreuzung den sich öffnenden, die Autogamie den geschlossen bleibenden.

Unter Gräsern, Binjen, Simsen und ähnlichen Pflanzen, deren Zwitterblüten stäubenden Pollen entwickeln, sind nur wenige Arten mit kleistogamen Blüten bekannt. Das am längsten bekannte Beispiel ist wohl *Oryza clandestina*, ein mit der Reisypflanze verwandtes, weitverbreitetes Sumpfgas, welches in seinen Rispen vorwiegend geschlossen bleibende, auf Autogamie angewiesene und nur an den obersten Verzweigungen einige wenige sich öffnende Blüten entwickelt, die durch Vermittelung des Windes gekreuzt werden können. Desto größer ist die Zahl der Arten mit kleistogamen Blüten unter denjenigen Gewächsen, welche durch Vermittelung von Insekten gekreuzt werden können. Zahlreiche Asclepiadazeen, Malpighiaceen, Papilionazeen und Orchideen der tropischen und subtropischen Florengebiete bieten hierfür lehrreiche Beispiele. Ihre offenen, prachtvoll gefärbten und weithin sichtbaren Blumen

locken Tiere heran, und wenn diese wirklich die Blüten besuchen, so ist durch die mannigfaltigsten Schlagwerke, Streuwerke und Schleuderwerke die Kreuzung gesichert; aber wenn trotz aller Anlockungsmittel die erwarteten Tiere ausbleiben, so werden die Narben nicht belegt, und diese offenen großen Blüten verwelken, ohne zur Fruchtbildung gelangt zu sein. Nun erst können bei diesen Pflanzenarten die kleistogamen Blüten an die Reihe kommen, die sich in den Achseln bestimmter Blätter entwickeln als kleine, grünliche, knospenähnliche Gebilde, welche aller Anlockungsmittel für Insekten entbehren, aber um so sicherer reife Früchte und keimfähige Samen hervorbringen. Übrigens fehlt es auch in den Florengebieten gemäßigter Zonen nicht an Pflanzen, bei welchen dieselbe Erscheinung beobachtet wird. Eine Menge Glockenblumen, Sonnenröschen, Balsaminen, Polygalazeen, Orythideen, Labiaten und Skrofulariazeen (z. B. *Campanula*, *Specularia*, *Helianthemum*, *Impatiens*, *Polygala*, *Oxalis*, *Ajuga*, *Salvia*, *Linaria*) und insbesondere die Veilchen aus den Rotten *Nominium* und *Dischidium* zeigen denselben Gegensatz in den Aufgaben ihrer zweierlei Blüten. Das schöne Veilchen unserer Laubwälder, *Viola mirabilis*, entfaltet im Frühling duftende, honigreiche Blüten mit großen violetten Blumenblättern. Wenn dieselben von Bienen oder Hummeln besucht werden, findet in ihnen eine Kreuzung statt; aber viele Blüten bleiben unbesucht und verwelken, ohne daß jene Autogamie zustande gekommen wäre, welche im vorhergehenden (S. 340) von den Veilchenarten der Rote *Melanium* beschrieben worden ist. Nun kommen aber im Sommer an demselben Stock, und zwar an besonderen Verzweigungen desselben, kleine, grüne Blütenknospen zum Vorschein, welche sich nicht öffnen, und aus denen trotzdem bald darauf reife, große Fruchtkapseln mit einer Fülle von Samen hervorgehen. Schon den Botanikern des vorigen Jahrhunderts war diese der gewöhnlichen Vorstellung von dem Erfolge des Blühens scheinbar widersprechende Erscheinung aufgefallen, und sie hatten dieses Veilchen, an welchem sie die offenen, großen Blüten meistens fehlgeschlagen und die geschlossen bleibenden knospenartigen Blüten stets zu Früchten werden sahen, *Viola mirabilis*, das wunderbare Veilchen, genannt.

Bei dem wunderbaren Veilchen und bei allen mit ihm verwandten Arten, welche die beschreibenden Botaniker „stengeltreibend“ genannt haben, gelangen die kleistogamen Blüten an besonderen Sprossen zur Ausbildung, und es erscheinen diese Sprosse entweder als aufrechte oder als lange, zickzackförmig gebogene und auf dem Boden liegende Zweige. Ähnliches beobachtet man auch bei mehreren Arten der Gattung Sauerklee (*Oxalis*) und an der schon früher erwähnten *Aremonia agrimonioides*. Man kennt auch einige Schmetterlingsblütler (z. B. *Vicia amphicarpa*) und Schotengewächse (z. B. *Cardamine chenopodiifolia*), bei denen die kleistogamen Blüten an unterirdischen Ausläufern oder Stielen entstehen, während die offenen Blüten von oberirdischen Trieben getragen werden. Bei mehreren Veilchen, welche die beschreibenden Botaniker „stengellos“ nennen, so namentlich an *Viola collina* und *sepincola*, kommen die kleistogamen Blüten gleichfalls unterirdisch, und zwar an Stielen, welche von kurzen Stocksprossen ausgehen, zur Entwicklung. In allen diesen Fällen ist es ein und derselbe Stock, welcher die zweierlei Blüten getrennt an den verschiedenen Achselgebilden trägt. Es gibt aber auch Pflanzen, wie z. B. das Springkraut (*Impatiens Nolitangere*), welche an dem einen Stöcke sich öffnende und an dem anderen Stöcke geschlossen bleibende Blüten ausbilden. Um der Wahrheit gerecht zu werden, sollte übrigens hier jedesmal das Wort „vorwiegend“ beigelegt werden; denn Übergänge und Zwischenstufen sind nicht selten. So kommen z. B. Stöcke des zuletztgenannten Springkrautes vor, an welchen offene Blüten

mit großen Blumenkronen, halb offene Blüten mit verkümmerten Blumenkronen und kleine, geschlossen bleibende, kleistogame Blüten nebeneinanderstehen, und wiederholt wurden an den zickzackförmigen, liegenden Ausläufern des Sandweilchens (*Viola arenaria*) neben den kleistogamen Blüten auch solche mit großen ausgebreiteten Blumenblättern gesehen. Dasselbe gilt auch in betreff der Zeit, in welcher die kleistogamen Blüten auftreten. In der Mehrzahl der Fälle werden sie erst entwickelt, wenn die offenen Blüten bereits verwelkt und entschwunden sind, aber bei *Cardamine chenopodiifolia* hat man beobachtet, daß die unterirdischen kleistogamen Blüten früher ausgebildet wurden als jene, welche von den oberirdischen Stengeln getragen werden und ihre Blumenblätter ausbreiten.

Chemals wurde auch behauptet, daß es Pflanzen gebe, welche niemals andere als kleistogame Blüten tragen. So wurde von der Krötensimse (*Juncus bufonius*) erzählt, daß sie ausschließlich kleistogame Blüten hervorbringe. Spätere Untersuchungen haben aber ergeben, daß diese Pflanze zweierlei Blüten besitzt, dreimännige endständige, welche kleistogam sind, und sechsmännige seitenständige, welche sich im warmen Sonnenschein des Mittags in derselben Weise öffnen wie jene der anderen Simsen. Auch von einem Salbei (*Salvia cleistogama*) hatte man angegeben, daß er nur kleistogame Blüten entwickle, aber nach wiederholten Aussaaten desselben kamen auch Stöcke mit deutlich aufgeschlossenen Blüten zum Vorschein. Wer das Springkraut *Impatiens Nolitangere* nur auf dem Sande und den Schutthalden an Ufern der Gebirgsbäche in den Tiroler Hochtälern zu sehen Gelegenheit hätte, könnte auch von dieser Pflanze glauben, sie komme nur mit kleistogamen Blüten vor, denn an den bezeichneten Orten ist noch niemals eine offene Blüte derselben gesehen worden. Sät man aber die aus den kleistogamen Blüten hervorgegangenen Samen dieses Springkrautes in gute Walberde an eine halbschattige Stelle des Gartens, so tauchen regelmäßig schon nach der ersten Aussaat einige Stöcke mit großen gelben, aufgeschlossenen Blumen auf. Das deutet darauf hin, daß die Entstehung kleistogamer Blüten, wenn auch nicht allein, von der Ernährung der Pflanzen abhängig ist, was durch Versuche bestätigt worden ist. Auf den Hügeln am Fuße der Solsteinkette im tirolischen Inntale wächst in dichtem Waldesshatten ein Weilchen namens *Viola sepincola*. Dasselbe zeigt dort schon zur Zeit des Abschmelzens des Wintersehnees zahlreiche unter dem abgefallenen Laube und teilweise unter der Erde geborgene kleistogame Blüten. Niemals hat man dort im schattigen Waldgrunde offene Blüten desselben gesehen. Stöcke dieses Weilchens, in den Garten an eine zeitweilig besonnte Stelle gesetzt, entwickelten aber schon im zweitnächsten Jahre neben den kleistogamen auch aufknospende, schön violette und duftende Blüten an aufrechten Stielen.

Dieses Ergebnis wirft auch einiges Licht auf die Anregung zur Bildung der hier in Rede stehenden Blüten. Im tiefen, kühlen Waldesshatten wurde an *Viola sepincola* keine offene oberirdische Blüte angelegt, wohl aber im freien Land an einem zeitweilig besonnten Standorte. Man geht wohl nicht fehl, wenn man auch dem Licht als Anregungsmittel für die Anlage blütentragender Sprosse, und zwar solcher, in deren Blüten auch bunt gefärbte Blumenblätter vorhanden sind, eine hohe Bedeutung zuschreibt, während bei mangelhafter Beleuchtung die Bildung kleistogamer Blüten gefördert wird. Mittelbar aber ergibt sich für die betreffenden Pflanzen der Vorteil, daß sie ihre Bautätigkeit im tiefen, kühlen Schatten, wo sich weder Bienen noch Hummeln einstellen, und wo die offenen Weilchenblüten unbesucht bleiben würden, auf die Anlage und Entwicklung kleistogamer Blüten beschränken und die Ausbildung offener, auf Kreuzung berechneter Blüten gewissermaßen ersparen können. Fallen

die beschattenden Bäume des Waldes, sei es durch Windbruch oder durch die Art des Holzhauers, und wird die Stelle, wo das in Rede stehende Veilchen wächst, der Sonne zugänglich, so stellen sich dort gewiß auch Bienen und Hummeln ein, die nach Honig suchen, von Blüte zu Blüte schwirren und dabei Kreuzungen einleiten. Dann sind die offenen, duftenden, violetten Blüten am Plage, und derselbe Veilchenstoc, der jahrelang im dichten Waldesschatten nur kleistogame Blüten entwickelte, wird durch die Sonnenstrahlen angeregt, Blüten mit ausgebreiteten Blumenblättern anzulegen.

Eine ähnliche Bewandnis hat es auch mit der auf bebautem Land, in Gemüsegärten, Weinbergen und unter der Saat gedeihenden stengelumfassenden Taubnessel (*Lamium amplexicaule*). Diese Pflanze entwickelt zweierlei Blüten, solche mit einer 15 mm langen, purpurnen Blumenkrone, welche die zum Honig führende Pforte weit aufsperrt, und kleistogame Blüten mit verkümmertem Blumenkrone und einem kleinen, geschlossen bleibenden grünen Kelche. Wie bei vielen anderen einjährigen Unkräutern erhalten sich auch bei dieser Taubnessel die in vorgerückter Jahreszeit aufgekeimten Stöcke lebend über den Winter, und man kann sie daher in allen Jahreszeiten an den erwähnten Standorten frisch und grün sehen. Auch Blüten werden von ihr in allen Jahreszeiten angelegt und entwickelt, aber merkwürdigerweise sind nur zur Zeit, wenn blütenbesuchende Insekten um die Wege sind, die schönen, purpurnen Kronen, in deren weit geöffneten Schlund die Honigsauger mit Rüssel und Kopf einfahren können, zu sehen; im kühlen Spätherbste, wenn die blütenbesuchenden Insekten fehlen, kann sich die Taubnessel den Luxus der roten, auf die Insekten als Anlockungsmittel wirkenden Blumenkronen ersparen, und in der Tat kommen dann fast nur kleistogame Blüten zum Vorschein. Das ist nun freilich nicht so aufzufassen, als ob die Pflanze aus eigener kluger Überlegung die Ausbildung der Kronen unterlassen würde, sondern die Beziehung ist als eine mittelbare zu denken, und man darf sich vorstellen, daß unter dem Einfluß der kurzen Tage und der niederen Temperatur im späten Herbst die Anregung zur Anlage der Blütenknospen eine andere ist als unter dem Einflusse der langen, warmen Tage des Sommers.

Demnach ist es unrichtig, zu meinen, kleistogame Blüten würden zum Zwecke des Ersatzes untätiger offener Blüten gebildet, denn bei der Pflanze mit kleistogamen Blüten bilden oft auch die offenen viele Samen. Auch darf man nicht annehmen, daß der Mangel an Insektenbesuch die Entstehung kleistogamer Blüten verurache. Vielmehr hängt die Entstehung solcher Blüten von äußeren Bedingungen, von Ernährung, Beleuchtung, Feuchtigkeit ab, die mit der Befruchtung nicht unmittelbar zusammenhängen. Die kleistogamen Blüten sind oftmals nicht notwendig, aber die Fähigkeit, sie zu bilden, erweist sich unter Umständen als nützlich, besonders wenn die offenen Blüten derselben Pflanze an der Bildung von Samen durch Ungunst der Verhältnisse gehindert werden.

Tritt bei den kleistogamen Blüten Samenbildung ein, so kann diese nur durch Selbstbefruchtung zustande kommen. Bei den offenen Blüten dagegen können sowohl Kreuzung als Autogamie stattfinden. Man muß daher die Frage stellen, ob trotz des Vermögens der Kreuzung nicht auch die Autogamie daneben in ausgedehnterem Maße ausgeübt wird. Man kann weder die Möglichkeit noch die Tatsächlichkeit des häufigen Samenanzages nach Selbstbefruchtung leugnen, und es sind oben schon Pflanzen aufgeführt, die ziemlich häufig sich selbst befruchten. Dennoch wird aus den folgenden Schilderungen immer wieder hervorgehen, daß die Einrichtungen zur Autogamie erst in Wirkung treten, nachdem der Kreuzung der Vortritt gelassen wurde, also wesentlich als ein Ausgleich ungünstiger Verhältnisse.

Die Mittel, Autogamie herbeizuführen, sind ziemlich einfache. Es handelt sich darum, Anthere und Narbe derselben Blüte miteinander in Berührung zu bringen. Das geschieht häufig dadurch, daß beide Organe gegen Ende des Blühens ihre Lage durch Drehungen ändern und so zur Berührung gelangen.

Eine der häufigsten zur Autogamie führenden Einrichtungen ist folgende. Antheren und Narben befinden sich in gleicher Höhe, aber die Antheren stehen infolge der Lage und Richtung ihrer Träger so weit von der Narbe ab, daß eine Übertragung des haftenden Pollens von selbst nicht stattfinden kann. Anfangs kann daher nur eine Pollenübertragung durch Insekten stattfinden. Später werden aber von den fadenförmigen geraden und steifen Antherenträgern eigentümliche Bewegungen ausgeführt, welche den Erfolg haben, Pollen aus den Antheren auf die eigenen Narben zu bringen. Die Antherenträger neigen sich gegen die Mitte der Blüte, die Antheren werden dadurch mit den dort befindlichen Narben in Berührung gebracht und drücken den aus ihren Fächern hervorgequollenen Pollen auf die belegungsfähige Narbe. Als hierhergehörig wären zu nennen *Azalea procumbens* und *Draba aizoides*, zahlreiche Steinbreche aus der Gruppe *Aizoonia* und *Tridactylites*, besonders aber viele Mieren und Nesselgewächse.

Bei den zuletztgenannten Steinbrechen, welche in jeder Blüte zwei Kreise von Pollenblättern enthalten, kann es als Regel gelten, daß der Pollen, welcher in den Antheren der fünf vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter entbunden wird, zur Autogamie, der Pollen, welcher aus den Antheren der fünf vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter hervorgeht, zu Kreuzungen verwendet wird. Das Umgekehrte findet bei den hierhergehörigen Mieren, z. B. *Malachium aquaticum*, *Sagina saxatilis*, *Spergula arvensis* und *Stellaria media*, statt. Bei diesen dient nämlich der Pollen der fünf vor den Kelchblättern stehenden Antheren zu Kreuzungen, jener der fünf vor den Kronenblättern stehenden Pollenblätter zur Autogamie.

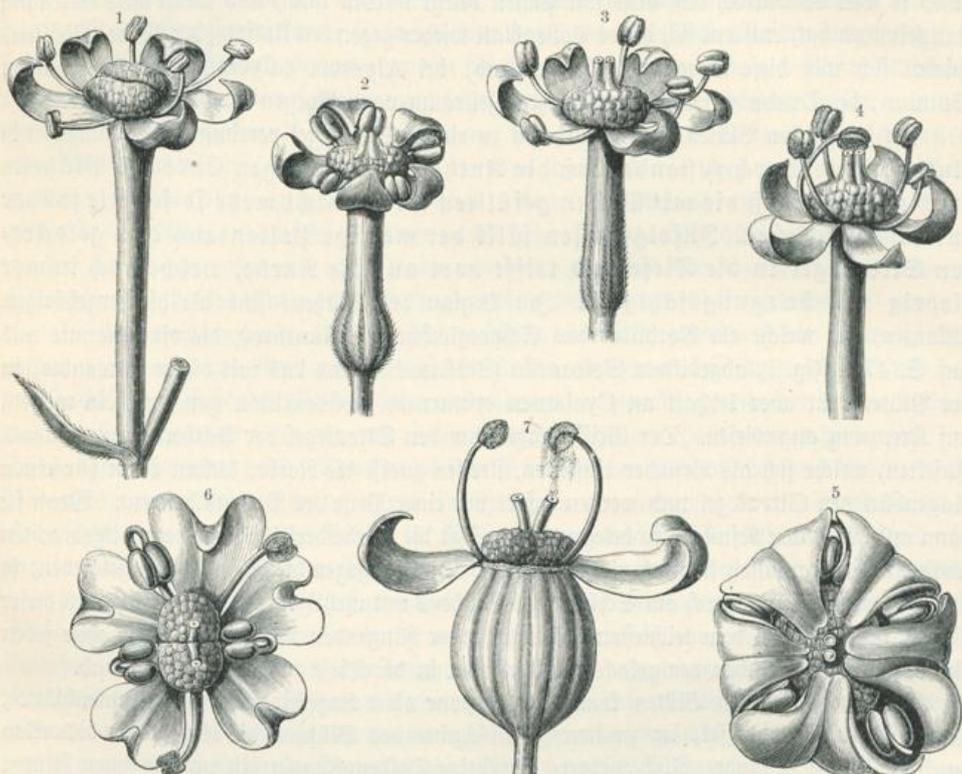
An diese Pflanzen, deren hauptsächlichste Vorbilder die Steinbreche aus der Gruppe *Aizoonia* und *Tridactylites* sowie die erwähnten Mieren bilden, schließt sich eine andere Gruppe, die vorwiegend aus Schotengewächsen besteht. Zum größten Teile sind es einjährige Arten mit kleinen Blüten, die nur spärlich von Insekten besucht werden, und deren Samen der Mehrzahl nach als das Ergebnis der Autogamie angesehen werden müssen. *Cochlearia Groenlandica*, *Draba borealis* und *verna*, *Clypeola Messanensis*, *Lobularia nummularia*, *Hutchinsia alpina*, *Schieverekia podolica*, *Lepidium Draba*, *Alyssum calycinum* sind einige wenige herausgegriffene Beispiele, deren Auswahl, nebenbei bemerkt, auch zeigen soll, daß die hier in Betracht kommenden Schotengewächse vom hohen Norden bis in die Sahara und von den Hochgebirgen bis in die Steppengebiete des Tieflandes verbreitet sind, und daß derselbe Vorgang der Autogamie unter den verschiedensten äußeren Verhältnissen sich wiederholt. Alle diese Schotengewächse sind proterogyn; sie haben zwei kürzere und vier längere steife Pollenblätter. Die Antheren der letzteren sind bei der Eröffnung der Blütenpforte noch geschlossen, stehen aber schon in gleicher Höhe mit der Narbe. Da diese Antheren von der Narbe in wagerechter Richtung etwas absehen, so ist auch dann, wenn die Antherenfächer sich öffnen und Pollen hervorquillt, die Autogamie noch verhindert. Erst gegen das Ende des Blühens bewegen sich die steif aufrechten Antherenträger so weit gegen die Mitte der Blüte, daß der an den Antheren haftende Pollen auf die Narbe kommt. Der Pollen der kürzeren Pollenblätter gelangt dagegen nur bei wenigen Arten auf die zuständige Narbe; er soll von Insekten abgeholt und zu Kreuzungen verwendet werden, während der Pollen der längeren

Pollenblätter vorwiegend der Autogamie dient. Bei *Lepidium Draba* ist die merkwürdige Einrichtung getroffen, daß die vier längeren Pollenblätter in der ersten Zeit des Blühens sich nach außen bewegen und hinter den Blumenblättern zeitweilig verstecken, so daß sie von den besuchenden Insekten nicht berührt und ihres Pollens nicht beraubt werden können. Dadurch ist eben der Vorteil erreicht, daß für alle Fälle Pollen zur schließlichen Autogamie vorhanden ist. Bei *Hutchinsia alpina* nähert sich von den vier längeren Pollenblättern gewöhnlich nur eines so weit der Narbe, daß diese mit Pollen belegt werden kann, und wenn diese Belegung stattgefunden hat, entfernt sich dieses Pollenblatt wieder gegen den Umfang der Blüte. Meistens spielen sich alle diese Vorgänge sehr rasch ab, bei *Alyssum calycinum* binnen wenigen Stunden, bei *Draba verna* in dem kurzen Zeitraum vom Morgen bis zum Abend.

In hängenden Blüten, deren Antheren zu einem Streufegel vereinigt sind, kommt die Autogamie dadurch zustande, daß die Antherenträger gegen Ende des Blühens erschlaffen, so daß die mit Pollen gefüllten Fächer nicht mehr so fest wie früher zusammenschließen. Infolgedessen fällt der mehlig Pollen aus dem gelockerten Streufegel in die Tiefe und trifft dort auf die Narbe, welche noch immer klebrig und belegungsfähig ist. Im Beginn des Blühens sind die hierhergehörigen Pflanzen, für welche als Vorbilder das Schneeglöckchen (*Galanthus*), die oft genannte und auf S. 470, Fig. 1, abgebildete Soldanella (*Soldanella*) und das mit dieser verwandte, in der Blütenform aber lebhaft an *Cyclamen* erinnernde *Dodecathion* genannt sein mögen, auf Kreuzung angewiesen. Der Griffel ragt über den Streufegel der Antheren weit hinaus. Insekten, welche sich als Besucher einstellen, streifen zuerst die Narbe, lockern dann für einen Augenblick den Streufegel und werden sofort mit einer Prise des Pollens bestreut. Wenn sie dann andere Blüten besuchen, so belegen sie zunächst die Narbe derselben mit dem mitgebrachten Pollen und veranlassen dadurch eine Kreuzung. Sind dagegen die Insekten ferngeblieben, so ist der Streufegel auch noch am Schlusse des Blühens mit mehligem Pollen erfüllt, und dieser Pollen fällt jetzt bei dem leichtesten Schwanke der hängenden Blüten, ja selbst ohne jeden Anstoß, aus den Nischen der gelockerten Antheren in die Tiefe zu den Narben hinab.

Auch in aufrechten Blüten kommt, und zwar ohne Lageänderung der Blumenblätter, Pollenblätter und Griffel, im zweiten Zeitabschnitte des Blühens die Autogamie bisweilen durch Pollenfall zustande. Auch mehrere einjährige Doldenpflanzen mit proterogynen Blüten (*Aethusa Cynapium*, *Cacalis daucoides*, *Scandix Pecten Veneris*, *Turgenia latifolia* usw.) neigen ihre Staubgefäße gegen Ende des Blühens gegen die Narben. In den Dolden des Nadelkerbels (*Scandix Pecten Veneris*; s. Abbildung, S. 346) sind zweierlei Blüten vereinigt: scheinzwittrige Pollenblüten (Fig. 1) und echte Zwitterblüten (Fig. 2—4). Die Zwitterblüten öffnen sich früher als die Pollenblüten; die letzteren kommen immer erst dann an die Reihe, wenn die ersteren bereits ihre Pollenblätter und Blumenblätter abgeworfen haben. Kaum daß die eingeschlagenen Blumenblätter etwas auseinandergerückt sind, wird in der Mitte der Blüte die feingeförnte honigabsondernde Scheibe, es werden dort die beiden kurzen Griffel sichtbar. Die Narben an den Enden der Griffel sind bereits belegungsfähig, aber die Pollenblätter sind zu dieser Zeit hakenförmig einwärts gekrümmt und ihre Antheren noch geschlossen (s. Abbildung, S. 346, Fig. 2). Auch tags darauf, wenn die Blumenblätter bereits weiter auseinandergeschieden sind und die Träger der Antheren sich gestreckt haben (s. Abbildung, S. 346, Fig. 3), sind die um die belegungsfähige Narbe im Kreise herumstehenden Antheren noch geschlossen, und es kann zu dieser Zeit nur mit fremdem, durch

Insekten herbeigebrachtem Pollen eine Belegung stattfinden. Nun werden aber auch die Antheren und ihre Träger in Tätigkeit gesetzt. In der Reihenfolge 1, 3, 5, 2, 4 beugen sich die gekrümmten Pollenblätter in kurzen Zwischenräumen so gegen die Mitte der Blüte, daß die mittlerweile aufgesprungenen und mit Pollen beladenen Antheren auf die Narben gelegt werden, genau so, wie es Fig. 4 der untenstehenden Abbildung zur Anschauung bringt. In dieser Stellung verharret jedes Pollenblatt nur kurze Zeit; es führt alsbald wieder eine rückläufige

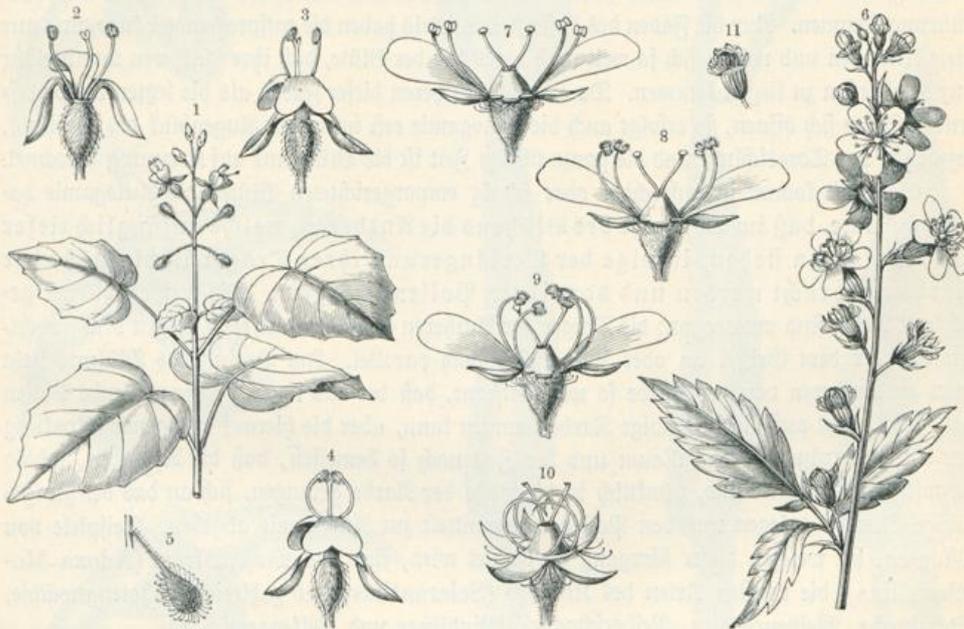


Autogamie durch Reigen der gekrümmten Antherenträger: 1) scheinzwittrige Pollenblüte, 2—4) echte Zwitterblüten des Nadelkerbels (*Scandix Pecten Veneris*), die echten Zwitterblüten in den aufeinanderfolgenden, anfänglich auf Kreuzung berechneten, später aber zur Autogamie führenden Zuständen; 5—7) echte Zwitterblüten der Gartengleife (*Aethusa Cynapium*) in den aufeinanderfolgenden, anfänglich auf Kreuzung berechneten, später aber zur Autogamie führenden Zuständen. Sämtliche Figuren vergrößert.

Bewegung aus und macht dem nächsten, welches an die Reihe kommt, Platz. Haben sämtliche Pollenblätter diese Bewegungen durchgemacht, so lösen sie sich gleichwie die Blumenblätter ab und fallen zu Boden. Die Honigabsonderung auf dem gekörnten Gewebepolster in der Blütenmitte hört auf, die belegten Narben werden braun, und das Blühen ist zu Ende. Erst wenn sämtliche Zwitterblüten abgeblüht sind, kommen die scheinzwittrigen Pollenblüten zur Entwicklung, was wohl nur so gedeutet werden kann, daß sie den Pollen für proterogyne Zwitterblüten anderer Stöcke zu liefern haben, welche noch auf der ersten Stufe des Blühens stehen. Die Gleife oder der Gartenschierling (*Aethusa Cynapium*; s. obenstehende Abbildung, Fig. 5 bis 7) weicht von dem Nadelkerbel und den anderen obengenannten einjährigen Doldenpflanzen dadurch ab, daß sämtliche Blüten der Dolbe Zwitterblüten sind, und daß die in der

Blütenknospe wie eine Uhrfeder eingeschlagenen Antherenträger sich bei dem Aufblühen nicht nur strecken, sondern auch verlängern, so daß die Antheren dann höher stehen als die Narbe. Wie schon früher erwähnt, kommt es bei dem gewöhnlichen Gartenschierling (*Aethusa Cynapium*) auch vor, daß sich die Antheren nicht platt auf die Narben legen, sondern etwas oberhalb der Narbe zurückbleiben und ihren Pollen auf die Narbe herabfallen lassen (s. Abbildung, S. 346, Fig. 7); bei der kleinen *Aethusa segetalis* dagegen beobachtet man weit häufiger ein Auflagern der Antheren auf die Narbe, ähnlich wie beim Nadelkerbel (s. Abbildung, S. 346, Fig. 4).

Nach dem Muster der hier vorgeführten einjährigen Doldenpflanzen vollzieht sich die Autogamie auch bei zahlreichen kleinblütigen Labkräutern (z. B. *Galium infestum*, *Mollugo*,



Autogamie durch Reigen der gekrümmten Antherenträger: 1) *Circaea alpina*, 2) eine Blüte dieser Pflanze, welche sich kürzlich geöffnet hat, das vordere Kronenblatt entfernt, 3) und 4) dieselbe Blüte in späterem Entwicklungsstadium, 5) Frucht der *Circaea alpina*; 6) *Agrimonia Eupatoria*, 7—10) Blüten dieser Pflanze in den aufeinanderfolgenden, anfänglich auf Kreuzung berechneten, später zur Autogamie führenden Zuständen, 11) junge Frucht dieser Pflanze. Fig. 1, 6 und 11 in natürl. Größe, die anderen Figuren vergrößert.

*tricornis*), bei der Kleebeide oder dem Teufelszwirn (*Cuscuta*), bei dem Alpenheyenkraute (*Circaea alpina*) und dem ODERMENNIG (*Agrimonia Eupatoria*). Von dem Heyenkraute (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1—5) wäre nur zu erwähnen, daß die Zahl der Pollenblätter auf zwei beschränkt ist, und daß bisweilen zum Zweck der Autogamie lediglich eine Anthere der Narbe angelegt wird (Fig. 3), nicht selten aber auch beide Antheren sich der Narbe anschmiegen (Fig. 4). Wenn das letztere geschieht, so macht es den Eindruck, als wäre die Narbe von den zwei Armen einer Zange erfaßt worden. In den Blüten des ODERMENNIGS (Fig. 6—11) sieht man 12—20 Pollenblätter; die fadenförmigen Träger der Antheren sind in der eben geöffneten proterogynen Blüte so schwach einwärts gebogen, daß jeder Faden ungefähr dem sechsten Teil eines Kreises entspricht (Fig. 7); sobald aber die Antheren aufgesprungen sind, krümmen sich die Fäden einer nach dem anderen gegen die Mitte der Blüte (s. Abbildung,

S. 347, Fig. 8), ihre Krümmung entspricht endlich der eines Halbkreises, und einige der pollenbedeckten Antheren kommen mit den noch immer belegungsfähigen Narben in unmittelbare Berührung (Fig. 9). Nachdem die Narben mit Pollen belegt sind, fallen die Antheren alsbald von den fadenförmigen Trägern ab, und die letzteren rollen sich noch weiter zusammen, wie durch Fig. 10 der Abbildung auf S. 347 dargestellt ist.

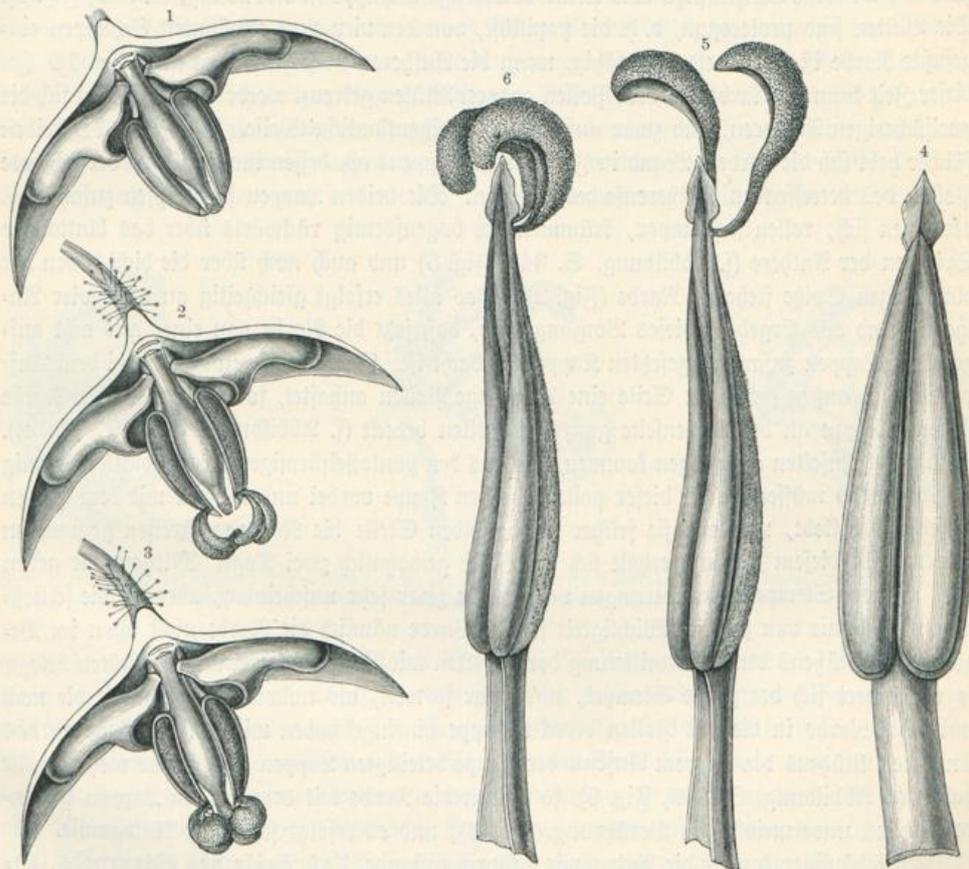
Die Arten der Gattung Feigenkaktus (*Opuntia*) und die zahlreichen Arten der Gattung Rose (*Rosa*) verhalten sich ähnlich. Die bogenförmig gekrümmten fadenförmigen Träger der Antheren sind von ungleicher Länge, die Antheren an den Fäden des innersten Wirtels öffnen sich zuerst, aber ihr Pollen hat trotz der Nähe der zuständigen Narben für die Autogamie keine Bedeutung, weil die Antheren tiefer stehen als die Narben und mit diesen von selbst in keine Berührung kommen. Nur die Fäden des äußersten Wirtels haben die entsprechende Länge, und nur diese krümmen und neigen sich so weit nach der Mitte der Blüte, daß ihre Antheren unmittelbar auf die Narben zu liegen kommen. Da aber die Antheren dieser Fäden als die letzten der betreffenden Blüte sich öffnen, so erfolgt auch die Autogamie erst im letzten Augenblick des Blühens, sozusagen vor Toreßschluß, und die ganze übrige Zeit ist die Blüte nur auf Kreuzung berechnet.

Sehr oft kommt in aufrechten oder schräg emporgerichteten Blüten die Autogamie dadurch zustande, daß im Verlaufe des Blühens die Antheren, welche anfänglich tiefer als die Narben stehen, infolge der Verlängerung ihrer Träger in die Höhe der Narben gebracht werden und dort ihren Pollen ablagern. Die meisten hierher gehörigen Arten sind protogyn; die Träger der Antheren erscheinen aufrecht, liegen dem Fruchtknoten oder dem Griffel an oder sind diesen doch parallel. Im Beginn des Blühens sieht man die Antheren von der Narbe so weit entfernt, daß der aus ihnen hervorquellende Pollen von selbst nicht auf die zuständige Narbe kommen kann, aber die hierauf erfolgende Streckung der Antherenträger ist dem Raum und der Zeit nach so bemessen, daß die Antheren, sobald sie mit Pollen bedeckt sind, pünktlich in die Höhe der Narbe gelangen, sich an das belegungsfähige Gewebe anlegen und den Pollen unvermittelt zur Autogamie abgeben. Beispiele von Pflanzen, bei welchen dieser Vorgang beobachtet wird, sind das Moschuskraut (*Adoxa Moschatellina*), die meisten Arten des Knäuels (*Scleranthus*) und zahlreiche Schotengewächse, Steinbreche, Weidenröschen, Reiherschnabel, Windlinge und Nelfengewächse.

Aus der großen Familie der Schotengewächse sind namentlich die in den Schneebergen der Hochgebirge vorkommenden kleinblütigen Arten *Arabis coerulea*, *Braya alpina*, *Cardamine alpina*, *Rhizobotrya alpina* sowie die einjährigen und zweijährigen Arten *Lepidium campestre*, *sativum*, *Sisymbrium Alliaria*, *Thalianum*, *Thlaspi alliaceum* und *arvense* erwähnenswert. Bei diesen Pflanzen bildet die Narbe ein dem Fruchtknoten aufsitzendes rundliches, kleines Kissen, welches sofort sichtbar wird, sobald sich die in der Knospe wie die Schindeln eines Daches gruppierten Blätter der Krone auseinander schieben. Zu dieser Zeit kann die Narbe nur infolge einer von Insekten eingeleiteten Kreuzung belegt werden, da die sämtlichen Antheren der betreffenden Blüte noch geschlossen sind. Nun wachsen aber die vier langen Pollenblätter entlang der Wand des Fruchtknotens empor, und zwar genau um so viel, wie notwendig ist, damit die von ihnen getragenen Antheren in gleiche Höhe mit der Narbe kommen. Da mittlerweile die Antheren aufgeprungen sind, so gelangt der aus denselben hervordringende Pollen unvermeidlich auf die belegungsfähigen Zellen am Umfange der kissenförmigen Narbe. Wiederholt wurde übrigens beobachtet, daß nur eine der emporgeschobenen vier Antheren ihren Pollen an die zuständige Narbe abgibt, und daß die drei anderen zwar knapp neben die Narbe

hingestellt werden, aber sie doch nicht unmittelbar berühren. Der Pollen dieser drei Antheren ist augenscheinlich dazu da, um von den kleinen, diese Schotengewächse besuchenden Fliegen abgeholt und auf andere, jüngere Blüten zum Zweck der Kreuzung übertragen zu werden.

Die hier in Betracht kommenden Steinbreche (z. B. *Saxifraga androsacea*) haben zwei Narben, und diese sind schmal-lineal oder länglich. Der Pollen wird aus den emporgehobenen



Autogamie durch Verlängerung des Stempels: 1—3 Blüten der Sockenblume (*Epimedium alpinum*) in den aufeinanderfolgenden, anfänglich auf Kreuzung berechneten, später zur Autogamie führenden Zuständen, 4) geschlossene Anthere, von der Breitseite gesehen, 5) dieselbe Anthere geöffnet, von der Schmalseite gesehen, von jedem der beiden Fächer hat sich die vordere Wand als ein Lappen abgehoben und emporgeschlagen, 6) dieselbe Anthere, die abgehobenen Lappen noch mehr zusammengezogen, so daß sie sich wie eine Kappe über die lanzettförmige Spitze wölben. Fig. 1—3: 10fach, Fig. 4—6: 25fach vergrößert.

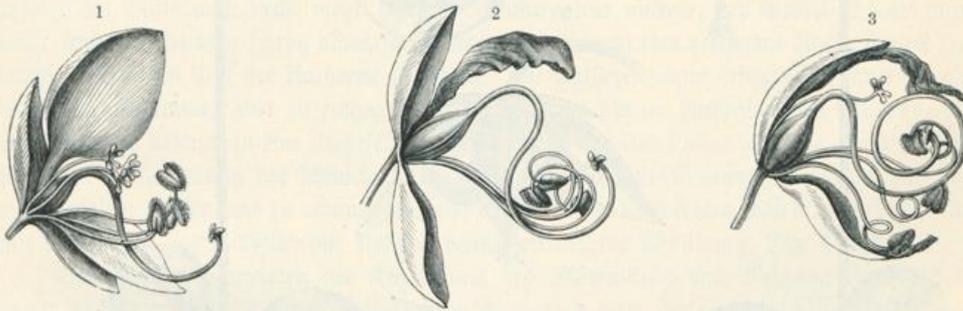
Antheren gewöhnlich an die Seiten der Narbe, und zwar in der Nähe der Basis abgestreift. Aber auch hier ist bemerkenswert, daß meistens nur eine einzige von den fünf emporgehobenen Antheren ihren Pollen zur Autogamie hergibt, und daß die anderen Antheren mit den Narben nicht in Berührung kommen, weil sie unterhalb derselben etwas zurückbleiben.

Auch durch Verlängerung des Fruchtknotens oder Griffels kann eine Vereinigung mit den Antheren stattfinden. Die in den warmen Tälern der südlichen Alpen heimische Sockenblume (*Epimedium alpinum*), von welcher Blüten in niedriger Stellung durch die Fig. 1—3 der obenstehenden Abbildung dargestellt sind, zeigt vier kreuzweise gestellte Kelchblätter und von

diesen überdeckt vier Kronenblätter, welche die Form zierlicher kleiner Pantoffeln oder Socken angenommen haben, und die in der stumpfen sackartigen Aushöhlung reichlichen Honig enthalten. Der Fruchtknoten ist spindelförmig und trägt auf kurzem Griffel eine mit kleinen Papillen besetzte Narbe. Die Pollenblätter, vier an der Zahl, liegen mit ihrer Rückseite dem Fruchtknoten an; die Antheren derselben sind auswärts gewendet, lanzettlich, und über den Antheren erhebt sich wie eine Lanzenspitze eine kleine blattartige Schuppe (s. Abbildung, S. 349, Fig. 4). Die Blüten sind proterogyn, d. h. die papillöse, von den vier eben erwähnten Schuppen eingefasste Narbe ist schon belegungsfähig, wenn die Antheren noch geschlossen sind (Fig. 1). Zu dieser Zeit kann die Narbe mit dem Pollen anderer Blüten gekreuzt werden. Nun öffnen sich die zweifächerigen Antheren, und zwar auf eine ganz eigentümliche Weise. Von jedem der beiden Fächer hebt sich die vordere Wand in Form eines Lappens ab, dessen innerer Seite der gesamte Pollen des betreffenden Antherenfaches anhaftet. Die beiden Lappen schrumpfen zusammen, verkürzen sich, rollen sich empor, krümmen sich bogenförmig rückwärts über das blattartige Spitzchen der Anthere (s. Abbildung, S. 349, Fig. 5) und auch noch über die dicht neben der blattartigen Spitze stehende Narbe (Fig. 2). Das alles erfolgt gleichzeitig an allen vier Antheren, und das Ergebnis dieses Vorganges ist, daß jetzt die Narbe von einer aus acht aufgerollten Lappen zusammengesetzten Kappe überdacht ist. Da den Lappen an der bei dem Aufrollen nach außen gekehrten Seite eine dicke Lage Pollen anhaftet, so ist die über der Narbe stehende Kappe an der Außenseite ganz mit Pollen bedeckt (s. Abbildung, S. 349, Fig. 2). Wenn jetzt Insekten angefliegen kommen, um aus den pantoffelförmigen Kronenblättern Honig zu saugen, so müssen sie an dieser pollenedeckten Kappe vorbei und werden mit dem Pollen unfehlbar beklebt, während sie früher an derselben Stelle die Narbe zu streifen gezwungen waren. In diesem Zustand erhält sich die Blüte gewöhnlich zwei Tage. Mittlerweile gehen auch an dem Stempel Veränderungen vor, welche zwar sehr unscheinbar, aber für die schließliche Autogamie von größter Wichtigkeit sind. Wurde nämlich die Narbe nicht schon im Beginne des Blühens durch Vermittelung der Insekten mit Pollen anderer älterer Blüten belegt, so verlängert sich der ganze Stempel, und zwar so weit, als notwendig ist, damit die noch unbelegte Narbe in die mit Pollen bedeckte Kappe hineingeschoben wird. Da sich gegen das Ende des Blühens die an dem Aufbau der Kappe beteiligten Lappen noch etwas mehr gerollt haben (s. Abbildung, S. 349, Fig. 6), so kommt die Narbe mit dem an den Lappen haftenden Pollen unvermeidlich in Berührung (Fig. 3), und es erfolgt schließlich Autogamie.

Viel häufiger kommt die Autogamie dadurch zustande, daß Teile des Stempels, zumal die Griffel, sich krümmen, so daß die Narben mit dem Pollen der zuständigen Pollenblätter entweder in unmittelbare Berührung gebracht, oder so unter die Antheren gestellt werden, daß der ausfallende Pollen auf sie treffen muß. Die Krümmung der Griffel richtet sich nach der Form und Einstellung der Blüte und besonders nach der Lage, welche die Antheren einnehmen. Die Blüten der Königskerze (*Verbascum Thapsus*), das Kapjüngchens (*Valerianella Auricula, carinata* usw.) sowie der nicht windenden Arten des Geißblattes (*Lonicera alpigena, nigra, Xylosteum*) sind proterogyn, und der Griffel ist bei der Eröffnung der Blumenpforte so gestellt, daß seine Narbe von den zum Blütengrund einfahrenden Insekten gestreift werden muß. Selbstverständlich ist zu dieser Zeit nur Kreuzung möglich. Wenn sich späterhin die Antheren öffnen und ihren Pollen ausbieten, so wird die Narbe völlig aus dem Wege geschafft; es krümmt sich nämlich der Griffel abwärts oder nach einer Seite, so daß die Narbe weder durch Vermittelung der Insekten

noch von selbst mit Pollen der zuständigen Pollenblätter in Berührung kommen kann. Erst gegen das Ende des Blühens kehrt der Griffel in seine ursprüngliche Lage zurück, krümmt sich wieder empor, und die Narbe wird an die noch immer mit Pollen bedeckten Antheren angedrückt. Die Blüten des Türkenbundes (*Lilium Martagon*) sind nickend und ihre Perigonblätter halbkreisförmig zurückgerollt; jedes dieser zurückgerollten Perigonblätter zeigt eine Rinne, welche in der Mitte durch zwei zusammenschließende Randleisten überdacht und geschlossen ist, so daß der in ihr aufgespeicherte Honig nur an den beiden Enden beziehungsweise an der inneren und äußeren Mündung der Rinne von Insekten gesaugt werden kann. Diese Blüten sind protogyn. Der Griffel ist in der kürzlich geöffneten Blüte gerade und die von ihm getragene Narbe so eingestellt, daß sie von den Insekten, welche an der inneren Mündung der erwähnten honigführenden Rinne Honig saugen wollen, gestreift werden muß. Da zu dieser Zeit die Antheren noch geschlossen sind, so kann nur von anderen, älteren Blüten Pollen an die Narbe



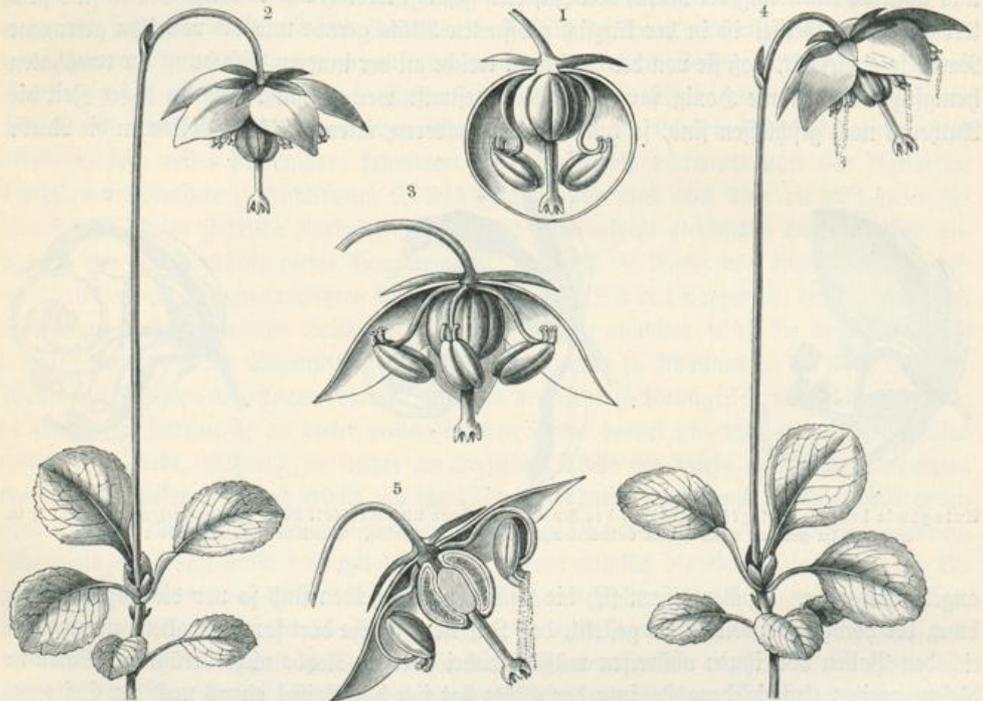
Autogamie durch spirales Einrollen der Antherenträger und Griffel: Blüte der *Commolyna coelestis*: 1) im ersten, 2) im zweiten, 3) im dritten Entwicklungsstadium; Längsschnitte. Sämtliche Figuren etwas vergrößert.

angeklebt werden. Später öffnen sich die Antheren. Dieselben sind so vor die äußere Mündung der honigführenden Rinne gestellt, daß Insekten, welche dort saugen wollen, unvermeidlich den Pollen von ihnen abstreifen müssen, dabei aber die Narbe nicht berühren. Schon in diesem zweiten Entwicklungsstadium der Blüte hat sich der Griffel etwas nach der Seite gekrümmt, gegen das Ende des Blühens wird die Krümmung so stark, daß die Narbe mit einer oder bisweilen auch mit zwei Antheren in Berührung kommt und sich von diesen den Pollen holt. Manchmal allerdings verfehlt die Narbe das Ziel, und es ist darum bei dem Türkenbund die Autogamie nicht so vollkommen sichergestellt wie in den meisten anderen Fällen. Auch darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Krümmung nur dann stattfindet, wenn die Narbe nicht schon früher mit fremdem Pollen belegt wurde. Hat schon im Beginn des Blühens eine Kreuzung stattgefunden, so unterbleibt die Krümmung oder ist nur ganz unbedeutend.

Die verschiedensten Formen der Antheren- und Griffelkrümmungen ließen sich noch beschreiben, doch würde dies hier zu weit führen, weshalb auf die obige Abbildung hingewiesen wird.

Die Autogamie kommt vielfach bei Eintagsblüten vor, also bei solchen, welche oft nur wenige Stunden hindurch offenbleiben, und hier kann man solche Bewegungen sozusagen mit den Augen verfolgen. Bei den wenigen hierhergehörigen Arten, deren Blüten zwei, drei und noch mehrere Tage offen sind, vollziehen sich natürlich auch diese Krümmungen und Drehungen viel langsamer. Bei den Grasnellen (*Armeria alpina*, *vulgaris* usw.) sieht man in der Mitte der beckenförmigen Blüte fünf Narben, welche schlanke Zylinder darstellen, die infolge des

Besatzes aus kurzen, dicht gedrängten Papillen ein samtartiges Ansehen besitzen. Die der kurzen Kronenröhre angewachsenen Pollenblätter erheben sich vor den Lappen des Kronensaumes, und die Antheren kommen zwischen die Strahlen der Narbe zu stehen. Trotz des geringen Abstandes von Antheren und Narben gelangt doch weder in der ersten noch in der zweiten Periode des Blühens der Pollen von selbst auf das belegungsfähige Narbengewebe. Im Anfang des Blühens sind die Pollenblätter so gestellt, daß die Insekten, welche zum Honig des Blütengrundes einfahren, die pollensbedeckten Antheren streifen müssen, während zu dieser Zeit die fünf



Autogamie, veranlaßt durch Zusammenwirken der Krümmung des Blütenstieles und der Antherenträger: *Pirola uniflora*; 1) Längsschnitt durch eine dem Aufspringen nahe Blütenknospe, 2) die ganze Pflanze, ihre Blüte im ersten Entwicklungsstadium, 3) Blüte im ersten Entwicklungsstadium, etwas vergrößert, die vorderen Blumenblätter weggeschnitten, 4) die ganze Pflanze, ihre Blüte im letzten Entwicklungsstadium, 5) Blüte im letzten Entwicklungsstadium, etwas vergrößert, Längsschnitt. (Zu S. 353.)

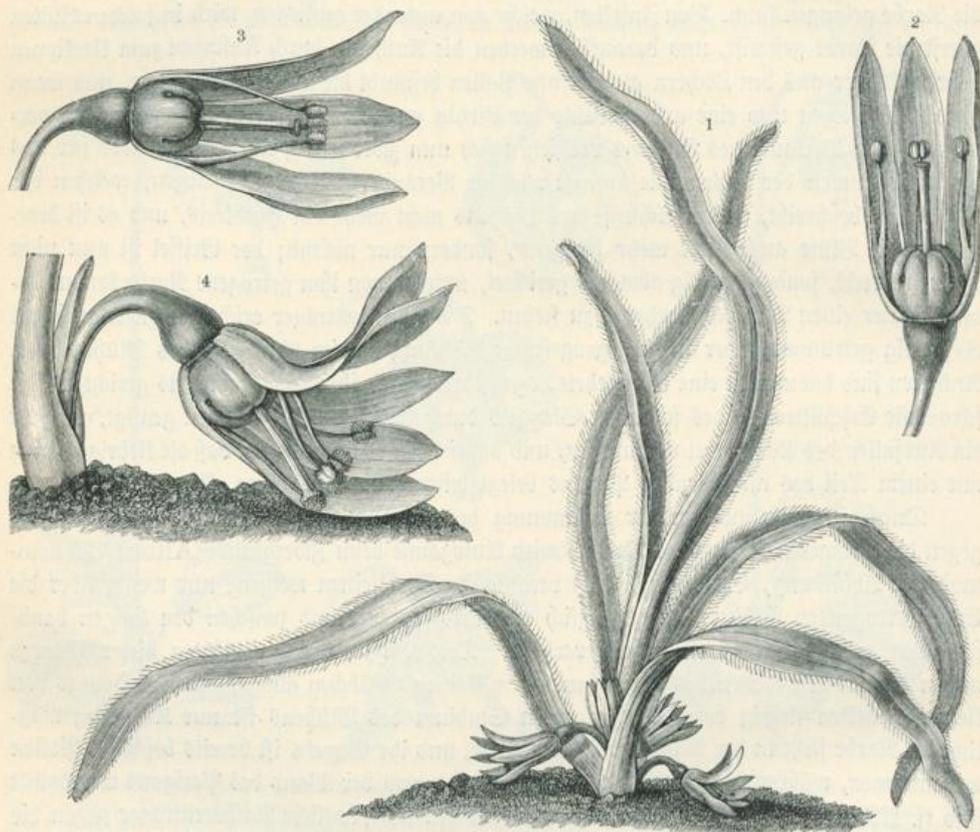
Narben noch aufgerichtet sind. Etwas später vollzieht sich zwischen den Antheren und Narben, wie in so vielen anderen Fällen, ein Platzwechsel; die Pollenblätter richten sich auf, und die Antheren rücken gegen die Mitte der Blüte zusammen, die Narben dagegen spreizen auseinander und kommen neben die Zufahrt zum Honig zu liegen. Daß ein solcher Platzwechsel mit der Kreuzung zusammenhängt, ist so oft gesagt worden, daß es überflüssig erscheint, es nochmals zu wiederholen. Wenn es aber infolge ausbleibenden Insektenbesuches nicht zur Kreuzung kommt, so drehen sich die Griffel wie eine Schraube, bewegen sich zugleich gegen die Mitte der Blüte und verschlingen sich mit den dort stehenden Antherenträgern, welche gleichfalls eine schraubige Drehung ausgeführt haben. Bei dieser Gelegenheit kann es nicht fehlen, daß die samtigen Narben den noch an den Antheren haftenden Pollen aufnehmen.

Durch ein merkwürdiges Zusammenwirken der Antherenträger und Blütenstiele kommt

auch bei der in unseren Fichtenwäldern heimischen *Pirola uniflora* am Ende des Blühens Autogamie zustande. Die Knospen (s. Abbildung, S. 352, Fig. 1) sowie die jungen Blüten, deren Blumenblätter sich eben ausgebreitet haben (s. Abbildung, S. 352, Fig. 2 und 3) hängen an dem Blütenstiel herab. Der Griffel und seine Narbe sind daher ebenfalls abwärts gerichtet. Die Antherenträger sind S-förmig gekrümmt, und zwar so, daß die beiden Löcher der streubüchsenförmigen Antheren nach oben sehen und der Pollen von selbst nicht ausfallen und auf die Narbe gelangen kann. Von Insekten, welche von untenher anfliegen, wird in solchen Blüten zuerst die Narbe gestreift, und daraufhin werden die Antheren durch Anstoßen zum Umkippen gebracht. Der aus den Löchern ausfallende Pollen bestäubt die anstoßenden Tiere, und wenn diese weiterfliegen und eine andere Blüte der *Pirola uniflora* aufsuchen, wird Kreuzung verursacht. Im Verlaufe des Blühens vollziehen sich nun zwei wenig auffallende, aber für das Zustandekommen der Autogamie äußerst wichtige Veränderungen. Der Bogen, welchen der Blütenstiel beschreibt, ist am Schlusse des Blühens nicht mehr ein Halbkreis, und es ist demzufolge die Blüte auch nicht mehr hängend, sondern nur nickend; der Griffel ist nun nicht mehr senkrecht, sondern schräg abwärts gerichtet, und die von ihm getragene Narbe kommt dadurch unter einen Teil der Antheren zu stehen. Die Antherenträger erscheinen zwar auch jetzt S-förmig gekrümmt, aber in entgegengesetzter Richtung als im Anbeginn des Blühens; die Antheren sind dadurch in eine umgekehrte Lage gebracht und ihre Löcher abwärts gerichtet. Die schwächste Erschütterung des schlanken Stengels durch leichte Luftströmungen genügt, um jetzt ein Ausfallen des Pollens zu veranlassen, und dabei kann es nicht fehlen, daß die klebrige Narbe mit einem Teil des ausfallenden Pollens belegt wird (s. die Abbildung, Fig. 4 und 5).

Durch Zusammenwirken der Krümmung des Blütenstieles und Neigung des Griffels gegen die Ablagerungsstätte des Pollens wird Autogamie beim Zwerglauch (*Allium Chamaemoly*; s. Abbildung, S. 354, Fig. 1) veranlaßt. Die kleinen weißen, nur wenig über die Erde vorragenden Blüten sind anfänglich aufwärts gerichtet und zwischen den langen bandförmigen grünen Laubblättern halb versteckt. Trotzdem werden die Blüten dieser Pflanze wegen des an den Seiten des Fruchtknotens in kleinen Grübchen ausgeschiedenen Honigs von kleinen Insekten fleißig besucht. Im ersten Stadium des Blühens ist nur Kreuzung möglich; die Narbe steht in der Mitte der Blütenpforte, und ihr Gewebe ist bereits befähigt, Pollen aufzunehmen, während die Antheren noch geschlossen und der Wand des Perigons angedrückt sind (s. Abbildung, S. 354, Fig. 2). Später neigen sich sämtliche Antherenträger gegen die Mitte der Blüte, die Antheren springen auf, bedecken sich ringsum mit Pollen und bilden zusammen einen gelben Knopf, welcher in der Mitte des Blüteneinganges steht, so daß einfliegende Insekten den Pollen abzustreifen und aufzuladen gezwungen sind. Die Narbe ist jetzt hinter den Antheren versteckt (s. Abbildung, S. 354, Fig. 3) und wird von den Insekten nicht berührt. Wenn keine Insekten zu den Blüten kamen, so erfolgt im dritten Stadium des Blühens Autogamie. Der Blütenstiel krümmt sich im Halbbogen abwärts und drückt die Blüte auf die Erde. Infolge dieses Druckes werden die zarten weißen Blumenblätter und die fadenförmigen Pollenblätter verschoben. Ein Teil des Pollens fällt dabei aus den Antheren auf die unteren, der Erde aufliegenden Blumenblätter; der Griffel neigt sich unbedeutend abwärts, und der Erfolg dieser Lageänderungen besteht jedesmal darin, daß die Narbe entweder mit dem abgefallenen, auf dem unteren Blumenblatte liegenden Pollen oder mit dem noch an den Antheren haftenden Pollen des einen oder anderen Pollenblattes in Berührung kommt und belegt wird (s. Abbildung, S. 354, Fig. 4).

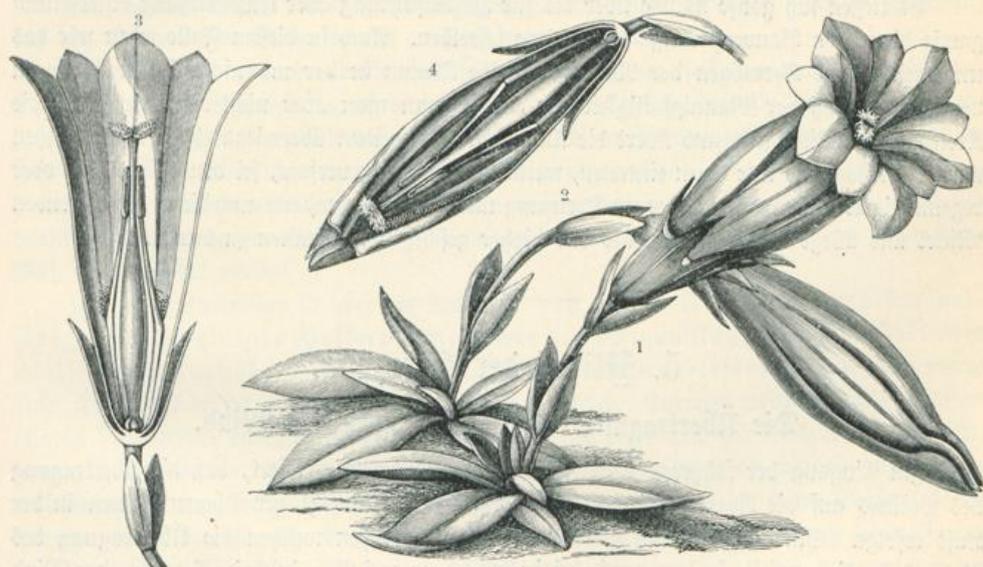
Zuweilen nehmen auch die Blumenblätter an der Förderung der Autogamie teil, wofür statt mehreren Beispielen die von den beschreibenden Botanikern als „stengellos“ bezeichneten Gentianen (*Gentiana acaulis*, *angustifolia*, Clusii; s. Abbildung, S. 355) hervorgehoben seien. Die Blüten dieser Gentianen gehören in die Abteilung der Revolverblüten. Dadurch, daß im unteren Teile der trichterförmigen Blüte die Antherenträger mit der Blumenkrone



Autogamie durch das Zusammenwirken der Krümmung des Blütenstiels und der Neigung des Griffels zur Ablagerungsstätte des Pollens: *Allium Chamaemoly*; 1) der über der Erde sichtbare Teil der Pflanze in natürlicher Größe, 2—4) einzelne Blüten, von welchen die vorderen Blumenblätter weggeschnitten wurden, etwas vergrößert, in den aufeinanderfolgenden zur Autogamie führenden Zuständen. (Zu S. 353.)

verwachsen sind und als fünf kräftige Leisten gegen den wie eine Mittelsäule sich erhebenden Fruchtknoten vorspringen, entstehen ebenso viele röhrenförmige Zugänge zu dem in der Tiefe reichlich ausgeschiedenen Honig. Die Antheren befinden sich etwas über der Mittelhöhe des Trichters und sind zu einer den Griffel umschließenden Röhre miteinander verwachsen. Jede Anthere öffnet sich an der auswärts gewendeten Seite mit zwei Längsrissen, und die Antherenröhre erscheint alsbald nach der Eröffnung der Blütenpforte ringsum mit Pollen bedeckt. Über der Antherenröhre sieht man die Narbe, die aus zwei am Rande gekerbten und zerschlitzen weißen Lappen gebildet wird. Die Narbe sowie die Antheren sind so gestellt, daß die von Blüte zu Blüte schwärmenden Hummeln Kreuzungen herbeiführen müssen. Wenn aber infolge

ungünstiger Witterung die Hummeln ausbleiben und die Kreuzung nicht zustande kommt, so gelangt der von den schrumpfenden Antheren sich allmählich ablösende und abfallende Pollen durch Vermittelung der Blumenkrone und der Blütenstiele auf folgende Weise an die Narben. Solange die Blüte aufrecht oder schief emporgerichtet ist (s. untenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2), fällt der Pollen von der schrumpfenden Antherenröhre nach abwärts und sammelt sich über der Basis der Antherenträger in dem Blumentrichter an, und wenn sich die Blumenkrone bei Regenwetter und während der Nacht zusammenfaltet, so kommt der Pollen in die Rinnen zwischen den einspringenden Falten zu liegen, welche dicht an der Basis der Antherenträger beginnen und sich von da bis nahe zur Mündung der Blüte erstrecken. Diese Rinnen bilden in der Tat auch das Rinnsal, durch welches der abgefallene Pollen zu den Narben gelangt.



Autogamie durch das Zusammenwirken der sich krümmenden Blütenstiele und der sich faltenden Blumenkrone: 1) *Gentiana Clusi*, deren Blüte sich zum erstenmal geöffnet hat; 2) dieselbe Pflanze, ihre Blüte im letzten Entwicklungsstadium mit geschlossener Blumenkrone und verlängertem bogenförmig gekrümmtem Stiel; 3) Längsschnitt durch eine Blüte, welche sich zum erstenmal geöffnet hat; 4) Längsschnitt durch eine Blüte, welche sich zum letztenmal geschlossen hat. (Zu S. 354—356.)

Nur muß hierzu die Blüte früher in eine gestürzte Lage versetzt und die Narbe so eingestellt werden, daß ihre gefransten Ränder bis zu der betreffenden Rinne reichen. Beides geschieht. Die gestürzte Lage der Blüte kommt dadurch zustande, daß sich die zu Anfang des Blühens noch kurzen Blütenstiele sehr verlängern und dann bei Regenwetter und bei eintretender Nacht in einem Halbbogen krümmen (s. obige Abbildung, Fig. 2). Die Ränder der Narbe aber gelangen dadurch in die Rinne, daß der Griffel etwas in die Länge wächst, so daß die von ihm getragene Narbe in den Hohlkegel vorgeschoben wird, welcher bei dem Zusammenfallen des Kronensaumes entsteht. Dort münden gewissermaßen alle Rinnen der Kronenröhre zusammen und nähern sich so sehr der Mittellinie der Blüte, daß eine Berührung mit den Rändern der in der Mitte des Hohlkegels stehenden Narbenlappen unvermeidlich wird. Wenn nun die überhängende Blüte durch fallende Regentropfen oder durch Windstöße erschüttert wird, so gleitet der Pollen durch die ganz glatte Rinne wirklich bis zu den Narben herab und wird von dem ausgefrachten und ausgefrachten Rande derselben aufgenommen (s. obige Abbildung,

Fig. 4). Dieser Darstellung der bei *Gentiana acaulis*, *angustifolia* und *Clusii* stattfindenden Autogamie ist die Bemerkung beizufügen, daß die genannten Arten in den Alpen meistens an grasigen Abhängen oder auf den Gefsimfen steil abfallender Felswände wachsen. An solchen Stellen kann man bei Regenwetter Tausende der Blüten parallel zu der Abdachung des Bodens überhängen sehen, und aus diesen Blüten gehen auch nach lange anhaltender Regenzeit regelmäßig Früchte hervor. Die Blüten der auf ebenen Wiesenflächen wachsenden Stöcke sind dagegen an dem Nickenwerden mitunter verhindert. Bei diesen kommt es begreiflicherweise auch nicht zur Autogamie, und wenn wegen schlechten Wetters keine Hummeln fliegen, nicht zur Kreuzung. Auf solchen ebenen Plätzen kann man darum häufig genug verkümmerte Fruchtanlagen finden.

Es ließen sich ganze Bände über die zur Herbeiführung oder Unterstützung einer Autogamie dienenden Bauverhältnisse der Blüten schreiben. Auch in diesem Falle sehen wir das ungemein große Vermögen der Natur, dasselbe Thema in der mannigfaltigsten Weise zu variieren. Trotz der Mannigfaltigkeit der Mittel kann man aber nicht verkennen, daß die Kreuzung an Wichtigkeit und Wert die Autogamie bei weitem überwiegt. Fast überall sehen wir die Autogamie nur dann eintreten, wenn die Kreuzung versagt, sei dies gelegentlich oder regelmäßiger. Wir wollen daher zur Kreuzung uns zurückwenden, um auch die zu ihr führenden Mittel und Wege noch genauer, als das bisher geschehen ist, kennen zu lernen.

## 5. Mittel der Kreuzung.

### Die Übertragung des Pollens durch den Wind.

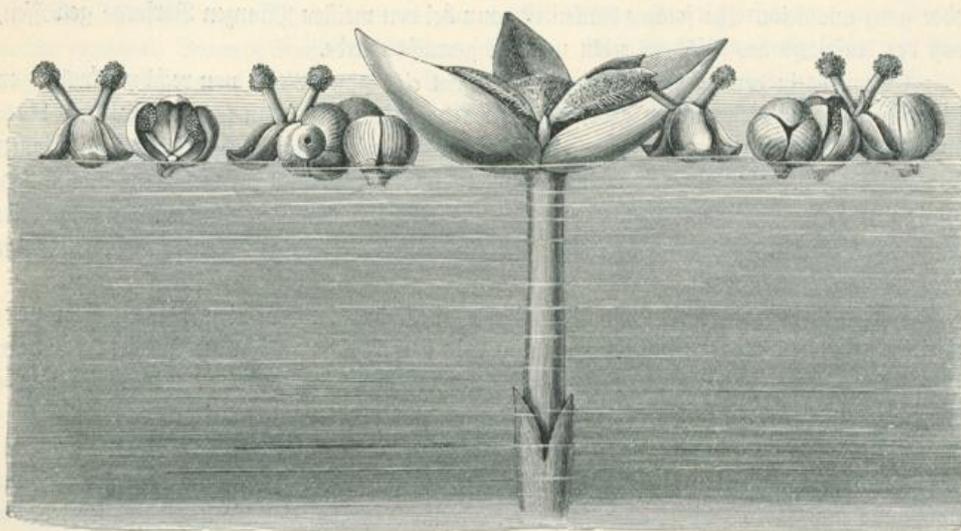
Im Eingang der früheren Kapitel wurde der Nachweis geliefert, daß die Übertragung des Pollens auf die Narben bei der weitaus größten Mehrzahl der Phanerogamen in der Luft erfolgt. Sind es räumlich getrennte Blüten, zwischen welchen die Übertragung des Pollens stattfinden soll, so kommen dabei insbesondere zwei Vermittler in Betracht: der Wind und die Tiere. Das hat die Botaniker veranlaßt, die phanerogamen Pflanzen geradezu in windblütige (*Anemophilae*) und tierblütige (*Zoidiophilae*) einzuteilen. Diese in den meisten botanischen Werken eingebürgerten Bezeichnungen können aber doch nur mit großer Beschränkung angewendet werden. Es ist allerdings richtig, daß es Pflanzen gibt, bei welchen die Übertragung des Pollens zu den Narben ausschließlich durch den Wind, und andere, bei welchen der gleiche Vorgang ausschließlich durch Vermittelung der Tiere erfolgt; aber andererseits wurde für sehr viele Gewächse auch ermittelt, daß kurz nach dem Öffnen ihrer Blüten kleine Tiere den Pollen abholen, um ihn zu anderen Blüten zu bringen, daß aber später gegen das Ende des Blühens der Pollen dem Wind anvertraut wird, der ihn zu den Narben benachbarter Blüten trägt. Am schönsten kann man das an mehreren *Rhinanthaceen*, wie z. B. an der *Bartschia* (*Bartschia*) und der *Schuppenwurz* (*Lathraea*), dann an zahlreichen *Ericaceen*, beispielsweise an den für unsere Berg- und Flachheiden so bezeichnenden Arten *Calluna vulgaris* und *Erica carnea*, aber auch noch an vielen anderen beobachten. Die Einrichtungen, welche die Blüten dieser Gewächse zeigen, nachdem sie sich eben geöffnet haben, machen ein Verstreuern des Pollens durch den Wind unmöglich, dagegen sieht man, daß bei gutem Wetter honigsaugende Insekten in großer Zahl herankommen, bei Gelegenheit des

Honigsaugens sich mit Pollen beladen und diesen Pollen dann zu den Narben anderer Blüten bringen. Späterhin ändert sich aber das Verhältnis in das gerade Gegenteil; die Honigquelle versiegt, und die Insekten bleiben aus, dagegen haben sich die Träger der Antheren sehr verlängert, die Pollenbehälter werden dadurch über die Mündung der Blumenkrone vorgeschoben, der in ihnen enthaltene Pollen wird entblößt und zur geeigneten Zeit durch den Wind zu den Narben jüngerer Blüten hingeweht. Man gewinnt bei der Betrachtung solcher Pflanzen den Eindruck, es sei bei ihnen für den Fall des Versagens der einen Maschine noch eine zweite in Bereitschaft, damit das mit dem Blühen angestrebte Ziel unter allen Umständen erreicht werde. Und das ist ja auch dringend notwendig. Wie leicht kann es geschehen, daß infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse der Insektenbesuch längere Zeit hindurch sehr spärlich ist oder ganz ausbleibt. In solchen Fällen ist dann bei den meisten Pflanzen Vorkehrung getroffen, daß der Aufwand des Blühens nicht umsonst gemacht wurde.

Es wurde in dem soeben beschlossenen Kapitel eine ganze Reihe von recht merkwürdigen Einrichtungen zur Besprechung gebracht, welche dahin abzielen, daß für den Fall des Ausbleibens der Insekten irgendein anderes Aus Hilfsmittel zur Belegung der Narben mit Pollen in Bereitschaft ist; aber diese eine Einrichtung, derzufolge viele Blüten, welche anfänglich tierblütig waren, später windblütig werden, hatte noch keine Erwähnung gefunden. Zugleich sollte damit die Bedeutung der Einteilung in windblütige und tierblütige Pflanzen auf das richtige Maß zurückgeführt werden.

Um so merkwürdiger ist aber die Tatsache, daß der in klebrige Klümpchen vereinigte Pollen einiger Wasserpflanzen wie auf kleinen Rähnen zu den über dem Wasser emporgehobenen Narben durch den Wind hingetrieben wird. Es wurde dieser Fall zuerst bei der in stehenden Gewässern des südlichen Europas weitverbreiteten Wasserpflanze *Vallisneria spiralis* beobachtet, und diese soll denn auch zur Erläuterung des seltsamen Vorganges hier als Vorbild gewählt sein. Dem Leser möge es gefallen, zunächst die Abbildung auf S. 118 dieses Bandes zu betrachten. Dieselbe zeigt die unter Wasser lebende Pflanze, deren bandförmige Blätter an den Enden der kriechenden und durch Wurzelsafern im Schlamm festgehaltenen Stämme rosettenförmig gruppiert sind, und von welchen die oberen infolge eigentümlicher Drehung nahezu zweizeilig gestellt erscheinen. In den Achseln dieser Blätter entstehen Knospen in mannigfaltigem Wechsel, bald nur eine einzige, welche den Ausgangspunkt eines neuen kriechenden Sprosses bildet, bald drei nebeneinander, von welchen eine sich parallel dem schlammigen Boden in die Länge streckt und an ihrem Ende eine Laubknospe ausbildet, während die beiden anderen schnurgerade in die Höhe wachsen, bald wieder zwei, von denen die eine sich in horizontaler Richtung verlängert, während die Achse der anderen sich gegen die Oberfläche des Wassers erhebt. Jeder der in die Höhe wachsenden Sprosse erscheint wie von einer Blase abgeschlossen, und diese Blase besteht aus zwei eiförmigen, schalenförmigen, etwas durchscheinenden Hüllblättern, von welchen das eine mit seinen Rändern über das andere übergreift und so einen festen Verschluss herstellt. In diesen Blasen befinden sich die Blüten. Ein Teil der Stöcke entwickelt nur Fruchtblüten, ein anderer nur Pollenblüten. Von Fruchtblüten wird in jeder blasenförmigen Hülle nur eine, seltener 2—5 angelegt. Jede Blüte zeigt einen langen walzlichen unterständigen Fruchtknoten, welcher von drei verhältnismäßig großen, in zwei Zipfel gespaltenen und am Rande fein gefransten Narben gekrönt ist. Die Narben sind von drei oberen kleinen verkümmerten und drei unteren größeren ei-lanzettförmigen Blumenblättern umgeben. Diese Blütenteile sind stets so angeordnet, daß

der feingefranste Rand der Narben über die drei größeren Blumenblätter etwas hinausragt, so daß an die Franzen von der Seite her später Pollen angeheftet werden kann. Aus diesem Grunde sind wohl auch die drei inneren Blumenblätter verkümmert; denn würden sie so groß oder größer sein als die drei äußeren, so wäre die Narbe seitlich verdeckt, und es könnte dort ein Anheften des Pollens nicht erfolgen. Wenn die Narben so weit entwickelt sind, daß sie sich zur Aufnahme des Pollens eignen, so bildet sich am Scheitel der blasenförmigen Hülle eine Spalte; der Fruchtknoten streckt sich in die Länge, Blume und Narbe werden über die Hülle emporgeschoben und erscheinen jetzt über dem Wasserpiegel an der Luft ausgebreitet (s. untenstehende Abbildung). Das letztere ist nur dadurch ermöglicht, daß der Stiel der Frucht-



Die Blüten der Vallisnerie (*Vallisneria spiralis*), auf dem Wasserpiegel schwimmend. In der Mitte eine Fruchtblüte, zu beiden Seiten derselben mehrere Pollenblüten in den verschiedensten Entwicklungsstufen, zum Teil noch geschlossen, zum Teil im Öffnen begriffen, zum Teil geöffnet mit herabgeschlagenen fahnenförmigen Blumenblättern. Aus den geöffneten Blüten erheben sich die Pollenblätter. Eine geöffnete Anthere heftet ihren Pollen an den gefransten Nebenrand der Fruchtblüte. 10fach vergrößert.

blüte eine außerordentliche Verlängerung erfährt und erst dann zu wachsen aufhört, wenn die von ihm getragene Blüte an die Wasseroberfläche gebracht ist (vgl. Abbildung, S. 118).

Wesentlich anders verhält es sich mit den Pollenblüten. Diese sind nicht vereinzelt, sondern stehen in großer Zahl traubenförmig gehäuft an einer in die blasenförmige Hülle hineinragenden Spindel. Die zwei Blätter, aus welchen sich die blasenförmige Hülle zusammensetzt, trennen sich unterhalb des Wassers, und nun sieht man die von einem kurzbleibenden Stiele getragene, aus kugeligem Blütenknospen zusammengesetzte Traube entblüht unter dem Wasserpiegel, etwa 5 cm über dem schlammigen Grunde (s. Abbildung, S. 118).

Kurz danach spielt sich einer der merkwürdigsten Vorgänge ab, welchen die Pflanzenwelt aufweist; die Blütenknospen, bisher durch sehr kurze Stielchen mit der Spindel der Traube verbunden, lösen sich ab, steigen im Wasser empor und erhalten sich schwimmend auf dem Wasserpiegel. Anfänglich sind sie noch geschlossen und haben die Gestalt eines Kugelhens, alsbald aber öffnen sie sich; die drei ausgehöhlten Blättchen, welche den unteren Wirtel des Perigons bilden und bisher kappenförmig über die Pollenblätter gewölbt waren, schlagen sich

zurück, stellen drei an einem Punkte zusammenhängende Rähne dar, und die Pollenblätter, welche zwar in der Dreizahl angelegt waren, von denen aber nur zwei mit Antheren ausgestattet sind, ragen nun in schräger Richtung in die Luft empor (s. Abbildung, S. 358). Nach dem Zurückschlagen der Blumenblätter springen sofort die Antheren auf, die Antherenhaut schrumpft rasch zusammen, und es bleibt von ihr nichts übrig als ein kleiner Lappen, welchem die Pollenzellen aufgelagert sind. In der geschlossenen Anthere waren die Pollenzellen in acht Gruppen geordnet, in der aufgesprungenen Anthere bilden sie ein unregelmäßiges Haufwerk. Gewöhnlich sind in je einer Anthere nur 36 Pollenzellen enthalten. Dieselben sind verhältnismäßig groß, sehr klebrig, hängen unter sich zusammen und bilden ein von den dicken Staubfäden getragenes Klümpchen. Obschon dem Wasserpiegel sehr nahe, werden die Klümpchen aus Pollenzellen doch nicht leicht benetzt; die drei unter denselben stehenden Blumenblätter bilden eben, wie schon gesagt, drei Rähne, welche die leichteren Wellenbewegungen des Wassers mitmachen, ohne umzukippen, und die daher auch ihre Frucht gegen Durchnässung von unten trefflich schützen. Diese kleinen Fahrzeuge werden durch den Wind bald nach der einen, bald nach der anderen Richtung getrieben und häufen sich in der Umgebung fester Körper, zumal in den Ausbuchtungen derselben, wie Schiffe in einem Hafen an. Ist es die über das Wasser emporragende dreilappige Narbe einer Vallisnerie, deren Buchten den Landungsplatz bilden, so legen sie sich an diese an, und es ist unvermeidlich, daß ein Teil der Pollenzellen an den Franzen am Rande der Narbenlappen hängen bleibt.

Als bald nach dem Anheften des Pollens an die Narbe, einem Vorgange, der durch die Abbildung auf S. 358 dargestellt ist, wird die Fruchtblüte unter das Wasser hinabgezogen, indem ihr langer Stiel die Gestalt einer Schraube annimmt, deren Windungen allmählich so sehr zusammenrücken, daß der zur Frucht gewordene Fruchtknoten wieder ganz nahe über den schlammigen Grund des Wassertümpels zu stehen kommt.

Bisher kennt man die durch den Wind vermittelte Übertragung haftenden Pollens auf den aus Blumenblättern gebildeten, schwimmenden Rähnen bei der weitverbreiteten *Vallisneria spiralis*, bei der im tropischen Asien heimischen *Vallisneria alternifolia*, bei den im Indischen und Stillen Ozean verbreiteten *Enalus acoroides*, bei *Hydrilla verticillata* und *Elodea canadensis* sowie bei einigen im Kapland und im tropischen Afrika vorkommenden Arten der Gattung *Lagarosiphon*, im ganzen nur 13 Arten, welche der kleinen Familie der Hydrocharitaceen angehören. Das ist eine verschwindend kleine Menge im Vergleich zu der Zahl jener Pflanzenarten, welche losen staubförmigen oder lockeren mehligem Pollen entwickeln, und bei welchen die Übertragung des Pollens ausschließlich und während der ganzen Blütezeit durch bewegte Luft in Form von Staubwölkchen erfolgt. Es dürfte nicht viel gefehlt sein, wenn diese Zahl mit 10 000 angesetzt wird, was ungefähr dem zehnten Teil aller Phanerogamen gleichkommt. In diese Abteilung gehören die Nadelhölzer, die Eichen, Buchen, Haseln, Birken, Erlen und Pappeln, die Walnuß- und die Maulbeerbäume, die Platanen und die meisten Palmen, also Gewächse von hohem, baumförmigem Wuchse, welche mit Vorliebe in Beständen wachsen, umfangreiche Wälder zusammensetzen und sich durch überaus große Individuenzahl auszeichnen, weiterhin auch die gesellig wachsenden Salmgewächse, die Gräser der Wiesen, Prärien und Savannen, die Seggen, Simsen und Binjen der Moore, die Getreidearten unserer Felder, ferner Hanf und Hopfen, Nesseln und Wegeriche, die in stehenden und fließenden Gewässern so häufigen Laichkräuter und noch zahlreiche andere Pflanzen der verschiedensten Familien.

Eine Eigentümlichkeit, welche an diesen ausschließlich windblütigen Pflanzen besonders auffällt, ist der Mangel lebhaft gefärbter duftender Blüten. Die Blumenblätter sind bei ihnen verhältnismäßig klein, grünlich oder gelblich und heben sich von dem Laub gar nicht oder doch nur wenig ab. Der Blütengrund entbehrt des Duftes und des Honigs. Für diese Blüten ist es eben nicht von Vorteil, daß sie von Insekten besucht werden, und sie bedürfen darum auch nicht jener Lockmittel, durch welche Hummeln, Bienen, Fliegen und Schmetterlinge angezogen werden, sie bedürfen namentlich nicht der Riechstoffe, der süßen Säfte und der lebhaft gefärbten, von dem Grün des Laubwerkes abstechenden und schon von weitem wahrnehmbaren Blumen. Damit soll nicht gesagt sein, daß die Blüten dieser Pflanzen von dem Insektenvolke förmlich und vollständig gemieden würden. Viele der genannten Tiere haben es ja auch auf den Blütenstaub als Nahrung abgesehen, und man sieht darum auch an den Blütenkästchen der Haseln und Birken, an den Ähren der Wegeriche und an den Rispen der Gräser, Binsen und Simsen nicht selten pollensammelnde und pollenzehrende Insekten sich herumtummeln; aber diese Blüten Gäste spielen doch hier als Zwischenträger des Pollens nur eine sehr untergeordnete Rolle, sie können allenfalls dadurch, daß sie an die mit stäubendem Pollen bedeckten Blütenteile anstoßen, teilweise ein Ausfallen des Pollens veranlassen, aber sie werden damit der betreffenden Pflanze nur dann einen Gefallen tun, wenn gerade in demselben Augenblick der richtige Wind durch die Zweige und Halme streicht, der den ausfallenden Blütenstaub zu den Narben hinführt.

Hiermit ist aber auch schon angedeutet, daß sich nicht jede Luftströmung zur Vermittlerrolle bei der Belegung der Narben mit stäubendem Pollen eignet. Am wenigsten passen Winde, mit denen atmosphärische Niederschläge verbunden sind. Abgesehen davon, daß durch die anprallenden Regentropfen der Blütenstaub von seiner Lagerstätte weggespült und zur Erde geführt würde, müßte er auch infolge der Benetzung zugrunde gehen. Ebenso sind Stürme ohne gleichzeitigen Regen sehr unvorteilhaft; denn sie entführen den Blütenstaub, welchen sie auf ihrem Wege treffen, mit großer Heftigkeit und Schnelligkeit nur nach einer Richtung. In dieser Stromrichtung liegt aber jedenfalls nur eine sehr kleine Anzahl, ja vielleicht keine einzige jener Narben, die mit dem Pollen belegt werden sollen, und der größte Teil des Blütenstaubes würde daher durch die Stürme in des Wortes vollster Bedeutung verschleudert.

Am besten wird der Erfolg, der erreicht werden soll, auch wirklich erreicht, wenn der stäubende Pollen von dem Punkte, wo er entstanden und abgelagert wurde, sich gleichmäßig über immer größere Räume in die Luft verteilt, sich gleichsam verdünnt und ein sich allmählich erweiterndes Wölkchen bildet, so daß die Tausende loser Pollenzellen, welche im Bereiche der Blüte bisher in dem Raume von dem Umfang eines Stecknadelkopfes zusammengedrängt waren, sich nun über einen viele Millionen mal größeren Raum ausbreiten. Ein derartiges Verstäuben wird aber nur durch eine mäßig bewegte Luft veranlaßt. Ein leichter Morgenwind, welcher kurz nach Aufgang der Sonne durch das Thal streicht, aufsteigende Luftströme, welche man zur Mittagszeit über den erwärmten Ebenen zittern sieht, frische Brisen, welche in den Küstenlandschaften bald vom Lande gegen das Meer, bald in entgegengesetzter Richtung ihre Bahnen ziehen, Winde, unter deren Einfluß die Getreidefelder wie ein leicht bewegter See sanfte Wellen schlagen, Luftströme, die den Wald zu kaum hörbarem Rauschen anregen, das sind die besten Vermittler für das erfolgreiche Verstäuben. Unter dem Einflusse solcher milden Winde sieht man zur entsprechenden Zeit, wie von den Blüten der in Rede stehenden Pflanzen eine kleine Staubwolke nach der anderen sich ablöst und langsam entschwebt. Da die Luftströme

wellenförmig dahinfluten und sich in kurzen Pausen bald etwas verstärken, bald wieder abschwächen, so ist auch die erste Bewegung, welche der ausstäubende Pollen erfährt, eine wellenförmige oder wogende; bald aber entzieht sich das Staubwölkchen auf seinem weiteren Wege der Beobachtung, und nur das eine ist noch deutlich zu erkennen, daß der Blütenstaub, ähnlich dem aufgewirbelten Staub auf einer Straße, eine schräg aufsteigende Richtung einhält.

Mit diesen Verhältnissen steht denn auch die Verteilung sowie die Gestalt der mit stäubendem Pollen zu belegenden Narben im Einklang. Sind die Blüten, die der Wind bestäubt,



Schwarzerle (*Alnus glutinosa*): 1) Zweig mit vorläufigen, d. h. vor der Entwicklung des Laubes geöffneten Blüten, die Pollenblüten in Form herabhängender Quasten und darüber die Fruchtblüten in Form kleiner Ähren geordnet, 2) bebaubarer Zweig, an dessen Gipfel bereits die Blütenstände für den nächsten Frühling angelegt sind. (Zu S. 362.)

Zwitterblüten, so sind sie in der Regel dichogam, d. h. ihre Narben sind entweder früher oder später reif als die Pollenzellen derselben Blüte. Eine erfolgreiche Bestäubung der unmittelbar neben den Antheren in derselben Blüte befindlichen Narben ist daher bei dieser Blüte, für welche als Beispiele die Wegeriche, viele Ampferarten, das Glaskraut, das Salzkraut, der Dreizack, die Laidkräuter (*Plantago*, *Rumex*, *Parietaria*, *Salsola*, *Triglochin*, *Potamogeton*) genannt sein mögen, ausgeschlossen, und es muß der Pollen auf den Flügeln des Windes zu benachbarten Blüten, deren Narben eben im belegungsfähigen Zustande sich befinden, getragen werden. Nun finden sich aber bei allen diesen dichogamen Gewächsen die Blüten mit den belegungsfähigen Narben höher gestellt als die Antheren, von welchen geschlechtsreifer Pollen den Luftströmungen anvertraut wird, und es muß daher hier der Pollen, um zu den belegungsfähigen Narben zu gelangen, den Weg nach oben einschlagen.

Noch auffallender tritt diese Erscheinung bei Pflanzen mit einhäufigen Blüten hervor. Von den Zweigen der Eichen, Birken, Erlen usw. hängen die stäubenden Blütenkästchen als schwankende Quasten herab, während die Blüten mit den belegungsfähigen Narben an denselben oder auch an benachbarten Zweigen stets darüberstehen (s. Abbildung, S. 361). An den Ästen der Fichtenbäume sind nur die herabhängenden Seitenzweige mit den Staubblütenständen, die, vor dem Ausstäuben von fern gesehen, fast den Eindruck roter Erdbeeren machen, geschmückt, während die zu bestäubenden Fruchtblütenstände als kleine Zapfen an denselben Ästen obenauf wie die Kerzen auf einem Weihnachtsbaum emporragen; ja, viele Fichtenbäume tragen nur an den obersten Ästen, dicht am Wipfel, die Fruchtblüten, an den unteren Ästen dagegen nur Staubblüten, und es würde hier eine Bestäubung der ersteren ganz unmöglich sein, wenn der Pollen nur in horizontaler Richtung durch die Winde entführt würde. Selbst bei zweihäufigen Pflanzen ist eine solche tiefere Lage der Staubblüten zu beobachten, und es wird dieselbe dadurch erreicht, daß die Stöcke mit Staubblüten im Verhältnis zu jenen mit Fruchtblüten niedrig bleiben. So sieht man z. B. auf den Hanfsfeldern die stäubenden Pflanzen niemals die Höhe derjenigen erreichen, deren Blüten bestäubt werden sollen. Die Rohrkolben (*Typha*), die Igelkolben (*Sparganium*) und mehrere Halbgräser, namentlich zahlreiche Arten der Gattung Segge (*Carex*), welche einhäufige Blüten haben, scheinen allerdings eine Ausnahme zu machen, da bei ihnen die Staubblüten über den Fruchtblüten stehen; hier kommen aber infolge ungleichzeitiger Streckung der Ästen die zu bestäubenden Blüten des einen Stockes mit älterem höheren Stengel gewöhnlich höher zu liegen als die Staubblüten des nebenbei stehenden Stockes mit jüngerem niederen Stengel, und man kann sich durch Beobachtung leicht überzeugen, daß auch hier der stäubende Pollen durch die Luftströmungen nicht in wagerechter, sondern in schräger Richtung aufwärts entführt und an die zu belegenden Narben benachbarter Stöcke angeweht wird.

Das ist allerdings nicht so aufzufassen, als ob bei dem Entführen des stäubenden Pollens durch den Wind gar kein Pollen zur Tiefe gelangen würde; für die Mehrzahl der Fälle aber sieht es außer Frage, daß die Wölkchen des Blütenstaubes, welche durch mäßige Winde fortgeführt werden, zunächst aufwärts schweben und entweder schon auf diesem Wege zu den höher stehenden zu belegenden Narben gelangen, oder aber erst später, wenn die über weite Räume verteilten Pollenzellen bei ruhigerer Luft wieder langsam zur Tiefe sinken, die Narben belegen, ähnlich so, wie der in den Stuben aufgewirbelte Staub schließlich wieder langsam zur Tiefe sinkt und alle Einrichtungsgegenstände in der Stube als gleichmäßige Schicht belegt.

Bei einigen Arten wird der Pollen in demselben Augenblick, in welchem die Antherenfächer auffpringen, mit Gewalt in die Luft hinausgeschleudert und entschwebt in Form kleiner Staubwölkchen schräg nach oben. In unseren Gegenden ist dieser Vorgang besonders schön an den Nesseln zu sehen. Wer sich an einem hellen taufriischen Sommermorgen vor ein Dickicht aus Nesseln stellt und dort zuwartet, bis die ersten Sonnenstrahlen die Blüten streifen, ist nicht wenig überrascht, wenn er bald hier, bald dort ein kleines blaßes Staubwölkchen von den dunkel belaubten Stauden aufsteigen sieht. Anfänglich sind die Staubwölkchen nur vereinzelt und erheben sich in abmeßbaren Zeiträumen, allgemach werden sie häufiger, und bisweilen sieht man fünf, sechs und mehr im selben Augenblick und in geringen Abständen entstehen. Nach und nach aber stellen sich die kleinen Explosionen wieder seltener ein, und ehe noch eine halbe Stunde vergangen ist, herrscht über dem Nesseldickicht wieder vollständige Ruhe. Bei Befichtigung aus nächster Nähe erkennt man leicht, daß die eben geschilderte

Erscheinung auf einem plötzlichen Aufschwellen der fadenförmigen, in der Knospe schlingenförmig eingebogenen Träger der Antheren und einem gleichzeitigen Bersten der Antherenfächer beruht.

Wie mit unseren Nesseln verhält es sich mit den Arten der Gattung Glaskraut (*Parietaria*) und mit zahlreichen tropischen Artifazeen. Eine dieser letzteren nämlich, die im zentralen Amerika heimische *Pilea microphylla* (auch unter dem Namen *Pilea muscosa* bekannt), wird häufig in den botanischen Gärten gezogen, um an ihr das Ausschleudern des stäubenden



Papiermaulbeerbaum (*Broussonetia papyrifera*): 1) ein belaubter Zweig mit köpfchenförmig vereinigten Fruchtblüten, 2) ein des Laubes beraubtes Zweigstück mit ährenförmig gruppierter Pollenblüten, 3) eine noch geschlossene Pollenblüte im Längsschnitt, 4) eine geöffnete Pollenblüte im Längsschnitt, zwei Antherenträger noch eingeschlagen, ein Antherenträger aufgeschwollen und aus der aufgesprungenen Anthere den Pollen ausschleudernd, 5) eine geöffnete Pollenblüte, deren sämtliche Pollenblätter bereits aufgeschwollen sind und den Pollen aus den Antheren ausgeschleudert haben, 6) zwei Fruchtblüten mit langen haarigen Narben. Fig. 1 und 2 in natürl. Größe, Fig. 3—6: 4—5fach vergrößert.

Pollens zeigen zu können. Man braucht diese Pflanze zur Zeit, wenn sie mit Blütenknospen bedeckt ist, nur mit Wasser zu besprühen und dann aus dem Schatten in die Sonne zu stellen, so geht sofort das Schauspiel los. An allen Ecken und Enden explodieren die Blütenknospen, und es wird weißlicher Blütenstaub in Form kleiner Wölkchen in die Luft emporgeschleudert. Auch viele Moraceen zeigen diese Erscheinung, so der Papiermaulbeerbaum (*Broussonetia papyrifera*), von dessen Blüten oben eine Abbildung eingeschaltet ist. Die Pollenblüten sind hier ährenförmig gruppiert (Fig. 2), und jede einzelne besteht aus einem kelchartigen Perigon und vier darüberstehenden Pollenblättern. Die ziemlich dicken Träger der Anthere sind in der geschlossenen Knospe eingeschlagen (Fig. 3) und wie Uhrfedern gespannt; sobald sich aber das Perigon öffnet, schnellen

die Träger der Antheren einer nach dem anderen empor; gleichzeitig springen auch die Antherenfächer auf, und der Pollen wird aus ihnen gewaltsam in die Luft gestreut (Fig. 4). Sind sämtliche Antheren entleert, so krümmen sich ihre Träger bogenförmig zurück (Fig. 5), und alsbald fällt die ganze Blütenähre, die nun für die Pflanze keinen weiteren Wert hat, vom Stamm ab.

Das Ausschleudern des stäubenden Pollens erfolgt bei allen diesen Pflanzen nur dann, wenn zur Zeit des Sonnenaufganges ein leichter austrocknender Morgenwind über die Pflanzen hinstreicht und infolgedessen eine Änderung in der Spannung der betreffenden Gewebe erfolgt. Bei vollständiger Windstille und in schwüler feuchter Luft, ebenso bei Regenwetter



Esche (*Fraxinus excelsior*): 1) Ästchen mit zwei Zweigen, von welchen der linkeitige Pollenblüten, der rechteitige Zwitterblüten trägt, 2) Zwitterblüte, 3) zwei Antheren, die obere aufgesprungen, die untere noch geschlossen. Fig. 1 in natürl. Größe, Fig. 2 und 3: 5fach vergrößert.

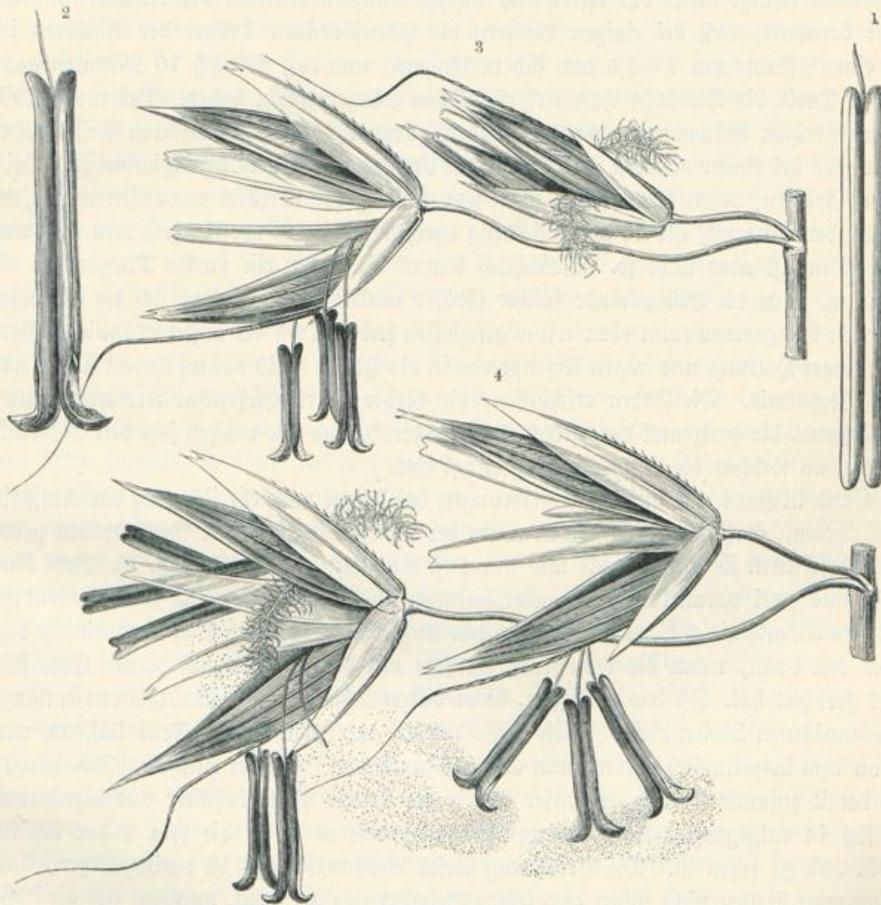
unterbleibt das Öffnen der Blüten sowie das Ausschleudern des Pollens, oder, besser gesagt, es ist dieser Vorgang auf so lange hinausgeschoben, bis die Luft wieder trockener geworden ist, und bis sich wieder eine frische Brise eingestellt hat, welche die blütentragenden Zweige hin und her schwenkt und erschütteret. Die bewegte Luft hat die zwei Vorgänge einzuleiten, welche sich ergänzen. Derselbe Luftstrom, welcher durch Erschütterung der blütentragenden Achsen und durch Veränderungen in der Spannung der Gewebe der Blüte eine Entbindung und ein Ausstreuen des Pollens veranlaßt, entführt auch den Pollen von der Stelle, wo er erzeugt wurde, und geleitet ihn zu dem Ziele, für das er bestimmt ist.

Als ein weiterer solcher Fall wäre zunächst jener anzuführen, der bei Pflanzen mit kurzen, dicken Antherenträgern und verhältnismäßig großen, mit mehligem Pollen erfüllten Antheren beobachtet wird. Die Steinlinde (*Phillyrea*),

die Pistazie (*Pistacia*), der Buchsbaum (*Buxus*) und die meisten Eschen, zumal die gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*; s. obenstehende Abbildung), können als Vorbilder für diese Pflanzengruppe dienen. Die Entwicklung der Fruchtanlage eilt bei ihnen der Ausbildung des Pollens immer voraus. Man sieht zur Zeit, wenn die verhältnismäßig großen fleischigen Narben aus den unscheinbaren Blumen weit vorgestreckt und schon befähigt sind, den Pollen aufzunehmen, die Antheren der danebenstehenden Pollenblüten noch fest geschlossen (s. Fig. 1 und 2). Diese öffnen sich erst zwei, drei, oft sogar erst vier Tage später in trockener Luft, und zwar durch Bildung von Längsspalten über den Pollenbehältern. Die Ränder dieser Spalten schrumpfen sehr rasch, und dadurch wird jeder der beiden Pollenbehälter zu einer weit offenen Nische, in welcher der mehlig oder staubartige Pollen eingebettet liegt (s. Fig. 3). Da sich die Antheren kurz vor dem Aufspringen so gestellt haben, daß die Spalte nach oben gewendet ist, so sind natürlich auch die Nischen nach oben zu gerichtet und bleiben bei ruhiger

Luft mit Pollen erfüllt. Erst dann, wenn die blütentragenden Zweige hin und her schwanke, fällt der Pollen aus den Nischen, und derselbe Windstoß, welcher die Zweige ins Schwanken gebracht hat, entführt ihn als Staubwolke in die Lüfte.

Bei einer anderen Gruppe von Pflanzen werden die Antheren von langen Fäden getragen, kommen durch den leisesten Windstoß in schwingende, pendelnde



Französisches Raigras (*Arrhatherum elatius*): 1) eine geschlossene Anthere, 2) eine geöffnete Anthere, 3) Blütenähren mit aufgesperrten Spelzen und herabhängenden Antheren bei ruhiger Luft, 4) Blütenähren bei bewegter Luft. Die Antheren einer Blüte mit pendelnden Antheren und ausstäubendem Pollen, die Antheren einer anderen Blüte des Pollens beraubt, von einem Faden ist die Anthere abgefallen, die Antheren einer dritten Blüte noch geschlossen, im Vorstieben begriffen. Fig. 1 und 2: 12fach, Fig. 3 und 4: 5fach vergrößert.

und zitternde Bewegung und entlassen ähnlich wie geschüttelte Streubüchsen den stäubenden Pollen in kleinen Prisen.

In erster Linie sind aus der Reihe solcher Pflanzen, deren stäubender Pollen durch zitternde, pendelnde oder schwingende Bewegungen der Antheren und der sie tragenden Fäden in die Luft gestreut wird, die Gräser zu nennen. Wie bei ihnen das Ausstäuben erfolgt, ist so merkwürdig, daß es sich der Mühe lohnt, etwas näher darauf einzugehen. Bei einem Teile der Gräser, zumal dem hier als Beispiel gewählten und oben abgebildeten Französischen

Raigras (*Arrhenatherum elatius*), beginnt der zu schildernde Vorgang damit, daß sich die unter dem Namen Spelzen bekannten Deckblättchen der Blüte plötzlich auseinanderpreizen, was vermittelt eines eigentümlichen, an der Basis angebrachten Schwellgewebes geschieht. Dadurch werden die bisher verborgenen Antheren entblößt und wird auch die Möglichkeit gegeben, daß die Antheren über die Spelzen hinaus in die Luft vorgeschoben werden. Dieses Vorschieben erfolgt durch ein erstaunlich rasches Längenwachstum der Antherenträger. Es wurde berechnet, daß bei einigen Gräsern die fadenförmigen Träger der Antheren innerhalb einer Minute um 1—1,5 mm sich verlängern, und daß sie nach 10 Minuten gewöhnlich das Drei- bis Vierfache ihrer ursprünglichen Länge erreicht haben. Bei einem Teil der hierhergehörigen Pflanzen wachsen die Fäden abwärts, bei einem anderen Teile wagerecht und wieder bei einem anderen Teil in gerader Richtung aufwärts dem Himmel zu. Bei denjenigen Gräsern, deren Staubfäden schon von Anfang her abwärts gewachsen waren, macht es zwar den Eindruck, als ob diese Richtung durch das Gewicht der Anthere veranlaßt worden wäre. Dem ist aber nicht so. Tatsächlich kommt auch hier ein starker Turgor ins Spiel, und wenn man die Blütenstände solcher Gräser umkehrt, so erhalten sich die Staubfäden, welche ihr Längenwachstum eben erst abgeschlossen haben, trotz der außerordentlichen Zartheit in strammer Haltung und ragen kerzengerade in die Höhe. Bald darauf ändert sich allerdings dieses Verhältnis. Die Fäden erschlaffen, die bisher aufrechtstehenden werden nickend und überhängend, die horizontal vorgestreckten sinken herab, und alle machen jetzt den Eindruck von Pendeln, an welchen die Antheren aufgehängt sind.

Hand in Hand mit diesen Veränderungen der Fäden vollzieht sich auch das Aufspringen der Antheren. Solange die Antheren unter der schützenden Hülle der Deckblättchen geborgen waren, erschienen sie langgestreckt und lineal (s. Abbildung, S. 365, Fig. 1). Jede Anthere besteht aus zwei parallel nebeneinanderliegenden Pollenbehältern, und jeder Pollenbehälter weist eine Längslinie auf, welcher entlang das Aufspringen erfolgt. Das Aufspringen beginnt immer erst dann, wenn die betreffende Anthere mit dem ursprünglich oberen Ende sich abwärts gerichtet hat. Ist das geschehen, dann bilden sich an den Pollenbehältern entlang den schon erwähnten Linien Risse. Diese Risse werden nur zum kleinen Teile klastend, nämlich nur an dem ursprünglich oberen, nun abwärts gerichteten Ende der Anthere. Das hängt zum Teil damit zusammen, daß an dieser Stelle die beiden Pollenbehälter auseinanderweichen und sich in entgegengesetzter Richtung krümmen, wie es durch die Fig. 2 der Abbildung auf S. 365 zu sehen ist. Die Bedeutung dieses Vorganges aber ist darin gelegen, daß der staubförmige Pollen nicht sofort aus seinen Behältern fallen kann, nachdem sich die Risse gebildet haben; denn da die Enden der Pollenbehälter zufolge des Auseinanderweichens die Gestalt von tief ausgehöhlten Röhren annehmen, so wird der Pollen bei ruhiger Luft zunächst in diesen Aushöhungen eine Zeitlang zurückbehalten (s. S. 365, Fig. 3). Erst dann, wenn ein Luftstrom die Antheren in Schwingungen versetzt, wird der staubförmige Pollen in Form eines kleinen Wölkchens fortgeweht (s. S. 365, Fig. 4). Zunächst nur jene kleine Priße, welche auf den spreizenden, kahnförmig ausgehöhlten Enden der Anthere liegt; aber alsbald wird diese Priße dadurch ersetzt, daß aus den oberen nichtklastenden Teilen der Antheren neuer Pollen herabsickert. Auch dieser hat natürlich keine lange Ruhe, und schon der nächste Windstoß vermag ihn fortzublasen. Nachdem die Antheren vollständig entleert sind, lösen sie sich von den Fäden ab und fallen als trockene Hüllen zu Boden.

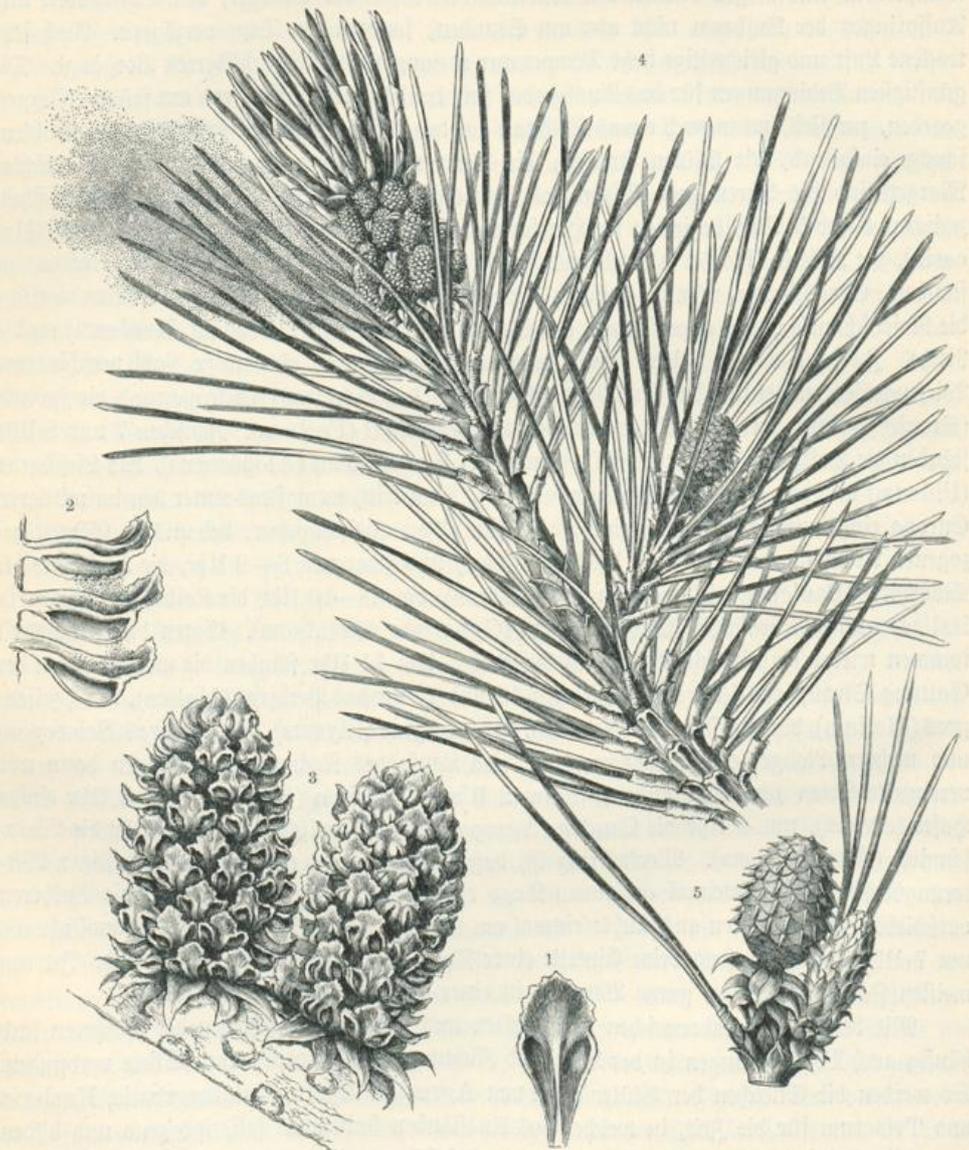
Die dem Verstäuben des Pollens vorausgehenden Veränderungen sind bei den Gräsern

noch weit auffallender als bei anderen Pflanzen von der Witterung abhängig. Besonders spielen die Temperatur und der Feuchtigkeitszustand der Luft eine hervorragende Rolle. Niedere Temperatur und Regen können das Auseinanderweichen der Spelzen, das Vorschieben und Aufspringen der Antheren nicht nur um Stunden, sondern um Tage verzögern. Auch sehr trockene Luft und gleichzeitige hohe Temperatur verlangsamen die geschilberten Vorgänge. Die günstigsten Bedingungen für das Ausstäuben sind bei den meisten Gräsern am frühen Morgen gegeben, zur Zeit, wenn noch etwas Nachtau auf den Wiesen liegt, die ersten Sonnenstrahlen, schräg einfallend, die Blüten streifen, die Temperatur nur mäßig steigt und ein leichter Morgenwind die Ähren und Rispen ins Schwanken bringt. Am frühesten, nämlich schon zwischen 4 und 5 Uhr, beginnen im Hochsommer die Rispengräser (*Poa*), das Süßgras (*Glyceria*), die Kölerie (*Koeleria*) und das Französische Raigras (*Arrhenatherum elatius*) zu stäuben. Etwas später, nämlich zwischen 5 und 6 Uhr, kommen das Zittergras (*Briza media*), die Rasenschmiege (*Aira caespitosa*), der Weizen und die Gerste (*Triticum*, *Hordeum*) an die Reihe. Zwischen 6 und 7 Uhr stäubt dann der Roggen und eine große Zahl verschiedener Wiesengräser, namentlich das Anaulgras (*Dactylis*), das Bartgras (*Andropogon*), die Zwenke (*Brachypodium*) und viele Arten der Gattung Schwingel (*Festuca*). Zwischen 7 und 8 Uhr stäuben die Hafer aus der Gruppe *Trisetum*, der Fuchschwanz (*Alopecurus*), das Liefchgras (*Phleum*) und das Ruchgras (*Anthoxanthum*). Nun tritt, wenigstens unter den im mittleren Europa einheimischen Gräsern, eine Pause ein. Von ausländischen, bei uns in Gärten gezogenen Arten stäuben im Laufe des Vormittags, und zwar von 8—9 Uhr, die Hirse und die Moorhirse (*Panicum milliaceum* und *Sorghum*), von 9—10 Uhr die Kolbenhirse (*Setaria italica*) und das brasilische Savannengras (*Gynerium argenteum*). Gegen die Mittagszeit kommen wieder einheimische Gräser an die Reihe. Um 11 Uhr stäuben die meisten Arten der Gattung Straußgras (*Agrostis*), zwischen 12 und 1 Uhr das Perlgras (*Melica*), das Pfeifengras (*Molinia*), das Borstengras (*Nardus*), das Haargras (*Elymus*), das Hartgras (*Scleropoa*) und mehrere Reitgräser (*Calamagrostis*). Im Laufe des Nachmittags gelangen dann nur vereinzelte Arten zum Ausstäuben, so um 2 Uhr die Trespen (*Bromus*), um 3 Uhr einige Hafer (*Avena*), um 4 Uhr die Quecken (*Agropyrum*) und zwischen 5 und 6 Uhr die Waldschmiege (*Aira flexuosa*). Merkwürdig ist, daß das Honiggras (*Holcus*) bei günstigen Witterungsverhältnissen zweimal an einem Tage die Spelzen auseinanderpreizt, die Antheren vorschleibt und den Pollen ausstäubt: einmal am Morgen nach 6 Uhr, zum zweitenmal abends um 7 Uhr, und zwar stets beim Eintritt einer Temperatur der Luft von 14 Grad. In den meisten Fällen dauert der ganze Vorgang in einer Blüte 15—20 Minuten.

Mit dem Auseinanderweichen der Spelzen und mit dem Vorschleiben der Antheren sind häufig auch Veränderungen in der Lage und Richtung der ährentragenden Stiele verbunden. So werden die Stielchen der Blütenähren von *Agrostis*, *Apera*, *Calamagrostis*, *Koeleria* und *Trisetum* für die Zeit, in welcher das Ausstäuben stattfinden soll, spreizend und bilden gegen die Spindel, von der sie sich abzweigen, Winkel von 45—80 Grad. Sobald aber das Ausstäuben vorüber ist, bewegen sich alle diese Stiele wieder gegen die Hauptachse des ganzen Blütenstandes, und die Rispe erscheint dann wie zusammengezogen.

Ähnlich wie bei den Gräsern und Seggen wird der stäubende Pollen bei dem Hanf und Hopfen (*Cannabis*, *Humulus*) und bei zahlreichen Arten der Gattungen Ampfer und Wiesenraute (z. B. *Rumex alpinus* und *scutatus*, *Thalictrum alpinum*, *foetidum*, *minus*) aus den an zarten Fäden pendelnden Antheren ausgeschüttelt. Auch bei den Wegerichen

(Plantago) wird der flüchtige Pollen aus den von langen Fäden getragenen Antheren durch die Luftströmungen ausgeschüttelt. In der Blütenknospe sind die Fäden noch eingeschlagen,



Leafähre (*Pinus Pamilio*): 1) ein einzelnes Pollenblatt von oben gesehen, 2) drei übereinanderliegende Pollenblätter von der Seite gesehen, der aus einer oberen Anthere ausfallende Pollen fällt auf die obere Seite der nächst tieferliegenden Anthere, 3) zwei ganze Blüten aus Pollenblättern, 4) ein Zweig, aus dessen Blüten der Pollen austäubt, 5) Fruchtanlage (ganzer Zapfen). Fig. 1 und 2: 10fach; Fig. 3: 8fach; Fig. 5: 2fach vergrößert; Fig. 4 in natürl. Größe. (Zu S. 369.)

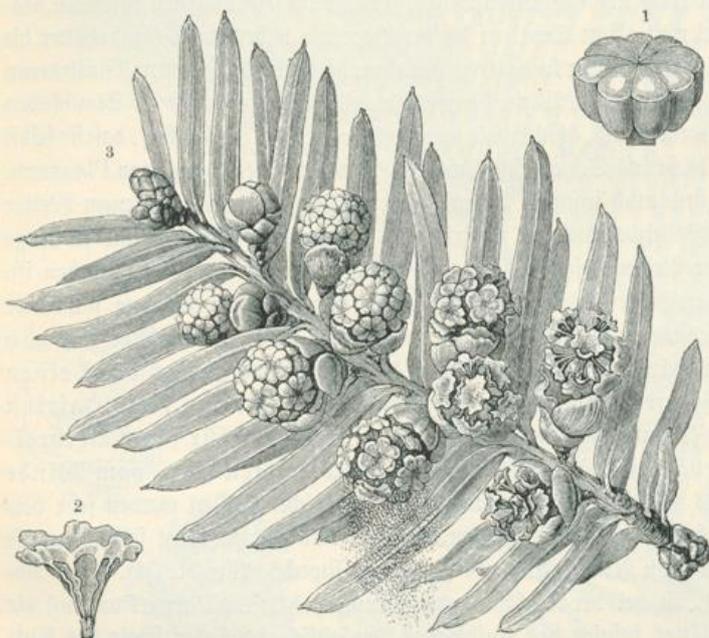
sobald sich aber die Blumenblätter auseinander tun, strecken sich die Fäden gerade und ragen straff aus der Blütenähre hervor. Die von diesen Fäden getragenen beweglichen Antheren sind breit und meistens von herzförmiger Gestalt; die beiden Pollenbehälter, aus welchen sie sich

zusammenlegen, öffnen sich nur an der dem Himmel zugewandten Seite, und es ist daher die kurze klaffende Spalte, durch welche der Pollen in die Luft befördert werden soll, nach oben gerichtet. Hiermit hängt es wohl zusammen, daß bei den Wegerichen ein paar Tage vergehen, bis aller Pollen ausgeschüttelt ist. An die Wegeriche reihen sich dann noch die Rüstern, die japanische *Bocconia* (*Bocconia japonica*), die Wiesenrauten mit aufrecht abstehenden Staubfäden (*Thalictrum aquilegifolium*, *angustifolium*, *flavum* usw.) sowie mehrere Arten der Gattungen Becherblume und Wiesenknopf (*Poterium*, *Sanguisorba*). Die Staubfäden der Rüstern sind zu allen Zeiten gerade, strecken sich aber kurz vor dem Öffnen der Antheren um das Doppelte ihrer ursprünglichen Länge, und die aufgesprungenen Antheren präsentieren sich dann als zwei weit offene Schalen; bei der *Bocconia* haben die Pollenbehälter die Gestalt langer, schmaler Nischen. Bei der in unseren Boralpen häufigen Wiesenraute *Thalictrum aquilegifolium* sowie bei dem sibirischen Wiesenknopfe *Sanguisorba alpina* sind die Staubfäden nach oben zu keulenförmig verdickt und, ähnlich wie jene der *Bocconia*, so eingerichtet, daß sie selbst bei schwach bewegter Luft leicht ins Schwanken kommen. Die Arten der Gattungen *Plantago*, *Thalictrum* und *Ulmus* sind auch insofern bemerkenswert, als sich die bei trockenem Wetter gebildeten Spalten ihrer Pollenbehälter bei Eintritt von Regen rasch schließen und so lange geschlossen bleiben, bis der Regen aufgehört hat und die Luft wieder trockener geworden ist.

In allen bisher besprochenen Fällen gelangt der in den Antheren erzeugte stäubende Pollen von seiner Bildungsstätte unmittelbar in die umgebende Luft. Nun gibt es aber noch viele Pflanzen, deren stäubender Pollen aus den Antheren zunächst auf einen geeigneten, gegen Nässe geschützten Platz im Bereiche der Blüten fällt, daselbst kürzere oder längere Zeit verweilt und erst dann, wenn die für seine Verbreitung geeignetsten Verhältnisse in der Umgebung eingetreten sind, vom Winde weggeblasen wird. Als zeitweilige Ablagerungsstätte für solchen Pollen werden sehr verschiedene Teile der Blüte benutzt. Bei den Kiefern, Tannen und Fichten dient seltsamerweise die Rückseite eines anderen Pollenblattes zu diesem Zwecke. Wie die Fig. 1 der Abbildung auf S. 368 zeigt, ist bei der Legföhre oder Krummholzkiefer (*Pinus Pumilio*) die obere Seite aller Pollenblätter infolge des Aufbiegens der seitlichen Ränder sowie des Aufstülpens der großen häutigen Schuppe, in welche das Konnektiv ausläuft, etwas grubig vertieft; zudem findet sich dort rechts und links von der Mittellinie eines jeden Pollenblattes eine seichte Mulde. Wie man sich leicht überzeugt, dienen diese grubigen Vertiefungen zur Aufnahme jenes Pollens, welcher aus den darüberstehenden Antheren herabfällt (s. Abbildung, S. 368, Fig. 2), und da sich gewöhnlich sämtliche in eine Blüte zusammengedrängte Antheren auf einmal öffnen, so tragen auch sämtliche Pollenblätter der betreffenden Blüte zu gleicher Zeit den staubartigen Pollen auf dem Rücken (s. S. 368, Fig. 3). Solange die Winde schweigen, bleibt der Pollen ruhig auf dieser Ablagerungsstätte liegen, sobald aber ein Windstoß die Äste und Zweige der Kiefer schüttelt, kommt der abgelagerte Pollen aus seinem Verstecke zum Vorschein, und man sieht ganze Wolken gelben Staubes von den Blüten emporwirbeln (s. S. 368, Fig. 4).

Einigermassen abweichend von dieser für die Kiefern, Tannen und Fichten so bezeichnenden Einrichtung ist jene, die bei der Eibe (*Taxus*) beobachtet wird. Das Konnektiv der Pollenblätter endigt bei diesem Nadelholze nicht mit einer aufgestülpten Schuppe, sondern mit einem kreisförmigen, am Rande geferbten Schildchen. Die Pollenbehälter erscheinen der unteren beziehentlich hinteren Seite dieses Schildchens angeheftet, wie an der Abbildung, S. 370, Fig. 1, zu sehen ist. Auch sind die Pollenblätter zu rundlichen Köpfchen vereinigt, und die

schildförmigen Konnektive schließen mosaikartig dicht zusammen, so daß man bei oberflächlicher Ansicht die Pollenbehälter gar nicht zu sehen bekommt. Wenn der Pollen seine Reise erlangt und die Form des Staubes angenommen hat, springen die unter den Schildern versteckten Pollenbehälter auf, die Wände derselben schrumpfen zusammen, und die Pollenblätter haben jetzt die Form angenommen, wie sie die Fig. 2 der untenstehenden Abbildung zur Anschauung bringt. Die Schilder gleichen nun Kuppeln, welche von kurzen Säulen getragen werden und sich über Räume wölben, in denen loser, staubförmiger Pollen aufgespeichert ist. In warmer, trockener Luft zieht sich das Gewebe der Schilder etwas zusammen, es entstehen in-



Eibe (*Taxus baecata*): 1) eine Anthere mit geschlossenen Pollenbehältern, 2) eine Anthere mit geöffneten und entleerten Pollenbehältern, 3) ein Zweig, aus dessen unteren Blüthen der Pollen aussträubt. Fig. 1 und 2 ungefähr 10fach, Fig. 3: 3fach vergrößert.

dessen zwischen den Schildern spaltenförmige Öffnungen, und die aus den Pollenblättern gebildete Kugel sieht wie zerklüftet aus (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 3). Sobald nun ein Windstoß die Eibenzweige ins Schwanken bringt, stäubt ein Teil des Pollens durch die eben erwähnten Spalten in Form kleiner Wölkchen aus. Abends, wenn die Luft feuchter wird, sowie an trüben, regnerischen Tagen schließen die Schilder wieder zusammen, der noch vorhandene Pollen wird eingekapselt und gegen

Nässe geschützt. Tritt neuerdings warme, trockene Witterung ein, so stellen sich die Spalten wieder ein, und es kann der letzte Rest des Pollens ausgeschüttelt und fortgeblasen werden.

Die Einrichtung, welche hier bei der Eibe als einem leicht zugänglichen Beispiele geschildert wurde, findet man, in Einzelheiten mannigfach abgeändert, in der Hauptsache aber übereinstimmend, bei dem Wacholder, den Zypressen und Lebensbäumen (*Juniperus*, *Cupressus*, *Thuja*), und es wurden auch von einer Wacholderart, nämlich von *Juniperus Virginiana*, die bei trockener Luft geöffneten, bei feuchter Luft geschlossenen Köpfchen aus Pollenblättern bereits auf S. 299, Fig. 15—18, bildlich zur Darstellung gebracht. Merkwürdigerweise zeigen auch die im übrigen mit den zuletzt genannten Nadelhölzern in keinen verwandtschaftlichen Beziehungen stehenden Platanen (*Platanus*) ganz ähnliche Verhältnisse bei dem Verstäuben des Pollens. Die Pollenblätter derselben besitzen nämlich ein über den Antheren verbreitetes schildförmiges oder fissenförmiges Konnektiv, und jedes einzelne Pollenblatt, für sich betrachtet, erinnert an einen kurzen Nagel mit großem, dickem Kopfe. Neben kleinen Wäzchen, welche

als verkümmerte Blumenblätter gedeutet werden, trägt der kugelförmige Boden des Blütenstandes eine große Zahl der eben beschriebenen nagelförmigen Pollenblätter. Dieselben stehen nach allen Seiten von der Kugel ab, und ihre schildförmigen Konnektive berühren sich gegenseitig an den Rändern ganz ähnlich wie jene der Eibe. So wie dort bilden sich unter der Decke



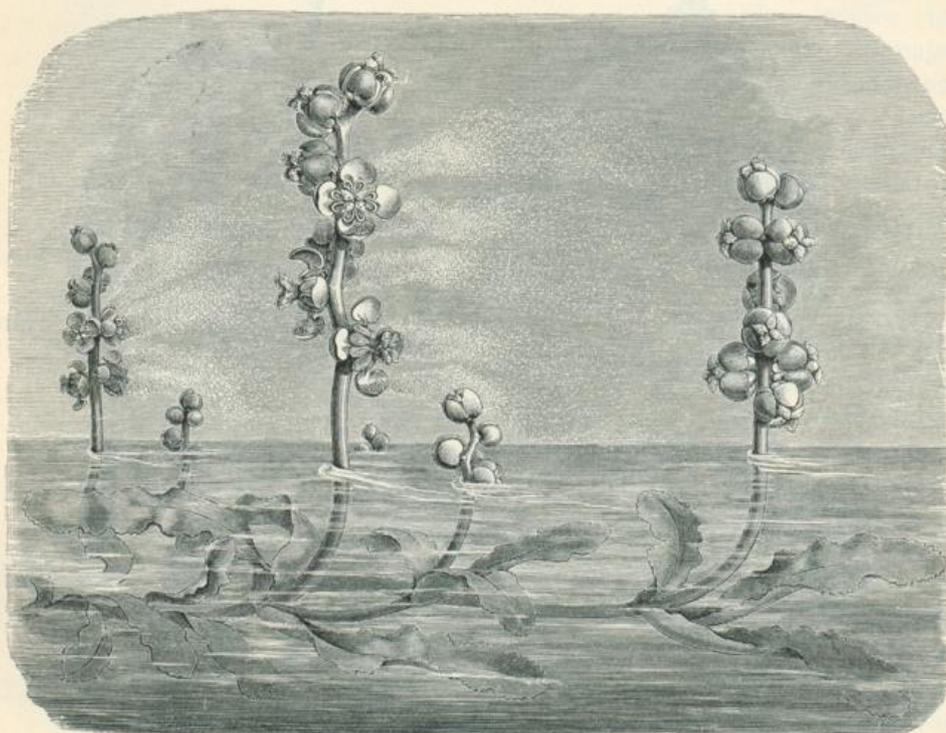
Hazel (*Corylus Avellana*) mit Blüten und Früchten. (Zu S. 372.)

der zusammenschließenden Konnektive Hohlräume aus, welche als zeitweilige Ablagerungsstätte für die aus den aufgesprungenen und zusammengeschrumpften Antheren entbundenen Pollenzellen dienen. Der Vorgang, wie diese Pollenzellen schließlich als Staub in die Luft gestreut werden, ist nun freilich wesentlich anders als bei den Eiben, Zypressen und dem Wachholder. Bei den Platanen fallen nämlich einzelne der nagelförmigen Pollenblätter aus dem kugelförmigen Blütenstande wie Stifte aus einem Mosaik heraus, und es entstehen auf diese Weise Löcher,

24\*

welche sich als die Mündungen der mit stäubendem Pollen erfüllten Hohlräume darstellen. Aus diesen Löchern stäubt aber der Pollen in Form kleiner Wölkchen aus, sobald die an langen, schnurförmigen Stielen hängenden Blütenstände durch den Wind hin und her geschwenkt werden.

Bei den zahlreichen Bäumen und Sträuchern, deren ährenförmige Vereinigungen von Pollenblüten die Gestalt überhängender Quasten und Troddeln haben, wie z. B. bei der in der Abbildung auf S. 371 dargestellten Hasel (*Corylus*), der auf S. 361 abgebildeten Erle (*Alnus*) und weiterhin bei den Birken, Pappeln und Hainbuchen, dient die Rückseite



Krauses Laichkraut (*Potamogeton crispus*) mit ausstäubendem Pollen. (Zu S. 373.)

der Blüten als zeitweilige Ablagerungsstätte des Pollens. Die Blütenähren aller dieser Gewächse sind anfänglich aufrecht und stellen kurze, dicke Zapfen und Zylinder dar. Kurze Zeit, bevor die Antheren aufspringen, streckt sich die Spindel der Ähren und wird überhängend; die an der Spindel sitzenden Blüten erhalten dadurch sämtlich eine gestürzte Lage, ihre offene Seite ist jetzt abwärts und die Rückseite aufwärts gewendet. Die Rückseite einer jeden Blüte ist so eingerichtet, daß sie den Pollen, welcher aus den Antheren der darüberstehenden Blüten ausfällt, aufnimmt und so lange zurückhält, bis ein Windstoß die Quaste ins Schwanken bringt und dadurch ein Ausstäuben veranlaßt (s. die Abbildung von *Juglans regia* auf S. 274, Fig. 2).

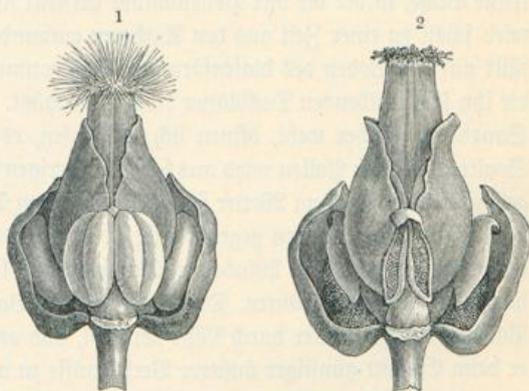
Mitunter gestaltet sich die obere schalenförmig ausgehöhlte Seite der Blumenblätter und Deckblätter zur zeitweiligen Ablagerungsstätte des stäubenden Pollens. Das ist zum Beispiel der Fall bei verschiedenen Arten der Gattung Laichkraut (*Potamogeton*), beim Dreizack (*Triglochin*) und beim Sanddorn (*Hippophaë*). Beim

frausblättrigen Laichkraut (*Potamogeton crispus*), einer in Teichen und langsam fließenden Bächen untergetaucht lebenden Pflanze, welche ihre Blütenähren im Hochsommer über den Wasserspiegel emporhebt (s. die Abbildung, S. 372), erscheinen die fleischigen, rötlichbraunen, großen Narben schon zu einer Zeit befähigt, Pollen aufzunehmen, wo die danebenstehenden Antheren noch geschlossen sind. Ja, nicht einmal die Blumenblätter der betreffenden Blüten haben sich zu dieser Zeit auseinander getan, und man sieht sie unterhalb der vorgehobenen, kreuzweise gestellten vier Narbenlappen über die Antheren gedeckt. Erst dann, wenn die Narben schon zu welken beginnen, schlagen sich die schalenförmigen, kurzgestielten Blumenblätter zurück. Fast gleichzeitig bilden sich an den großen weißen Antheren Längsriffe, die sich rasch in weit klaffende Spalten umwandeln, aus welchen mehlig gelber Pollen reichlich hervorquillt. Wenn

zur Zeit des Aufspringens der Antheren ein frischer, trockener Wind über die aus dem Wasser ragenden Ähren des Laichkrautes streicht, so wird ein Teil des Pollens sofort als Staub fortgetragen; wenn aber Windstille herrscht, so fällt der Pollen zum Teil herab in die Ausbuchtung desjenigen Blumenblattes, welches wie eine Schale oder wie ein kurzgestielter Löffel unter die Antheren gestellt ist. Hier kann der Pollen bei ruhiger Luft stundenlang abgelagert bleiben. Erst beim Eintreten eines kräftigen Windstoßes wird er aus der Schale weggeblasen und zu anderen über das Wasser aufragenden Ähren hingetragen, deren Blüten sich noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium befinden,

und wo zwar die vierstrahligen Narben schon zur Aufnahme von Pollen bereit, aber die Antheren noch nicht aufgesprungen und die Blumenblätter noch geschlossen sind (s. Abbildung, S. 372).

Noch auffallender als bei diesem Laichkraut ist die zeitweilige Auffpeicherung des Pollens in den ausgehöhlten Blumenblättern bei dem Dreizack (*Triglochin*). Auch bei dieser Pflanze eilt die Entwicklung der Narben jener der Antheren um 2—3 Tage voraus. Solange die sprengwedelförmige Narbe am Scheitel des Fruchtknotens frisch und zur Aufnahme des Pollens geeignet ist, sind die Antheren geschlossen, und erst dann, wenn die Narben verwelkt, verchrumpft und gebräunt sind, öffnen sich die Antheren (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2). Die Pollenblätter, sechs an der Zahl, stehen in zwei dreigliederigen Wirteln übereinander (s. S. 184), und unter jedem Pollenblatte befindet sich ein tief ausgehöhltes Blumenblatt. Sobald sich die Antheren öffnen, kollert der Pollen in die Ausbuchtung des darunterstehenden Blumenblattes, das sich inzwischen etwas von der Achse entfernt und gelockert hat. Hier verweilt er so lange, bis ihn ein die schlanken Blütenähren hin und her schwenkender Windstoß aus seinem zeitweiligen Versteck hinausbläst. Bemerkenswert ist der Umstand, daß sich nicht alle sechs Antheren einer Blüte auf einmal öffnen, sondern daß zuerst der untere dreigliederige Wirtel der Pollenblätter an die Reihe kommt, und daß dann, wenn der Pollen derselben auf



Dreizack (*Triglochin palustre*): 1) eine Blüte, deren sprengwedelförmige Narbe bereits belegungsfähig ist, während die sämtlichen Antheren noch geschlossen sind, 2) eine Blüte, deren Narbe bereits verwelkt ist, während die drei unteren Antheren sich geöffnet und ihren Pollen in die darunterstehenden ausgehöhlten Perigonblätter abgelagert haben; von beiden Blüten ist das vordere untere Perigonblatt weggeschnitten, beide sind 8fach vergrößert.

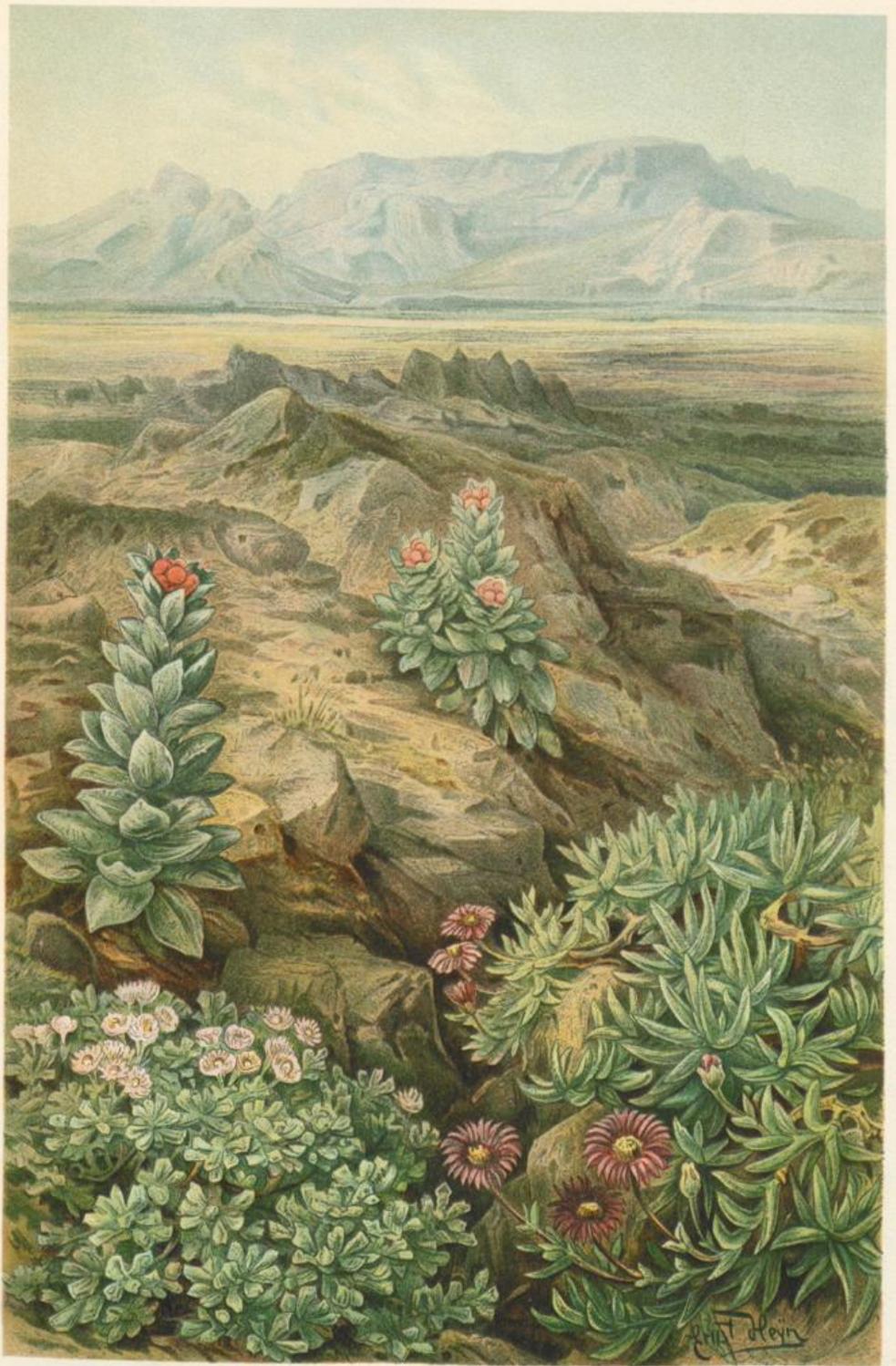
die angegebene Weise durch den Wind entführt worden ist, sowohl die entleerten Pollenblätter als auch die darunterstehenden Blumenblätter abfallen. Nun erst lockert sich der nächsthöhere Wirtel der Blumenblätter; die Antheren der drei oberen Pollenblätter springen auf, ihr Pollen gleitet in die darunterstehenden Ausfackungen der Blumenblätter, und es wiederholt sich genau der früher geschilderte Vorgang.

Als ein drittes hierhergehöriges Beispiel wäre noch der Sanddorn (*Hippophaë*) erwähnenswert, der auf S. 285, Fig. 2—5, abgebildet ist. Die Blüten erscheinen bei diesem Strauche an der Seite holziger Zweige, in Form kleiner Knäuel gruppiert. Jede Staubblüte setzt sich aus vier Pollenblättern und aus zwei schalenförmigen, gegenüberstehenden Deckblättern zusammen; die letzteren liegen mit ihren Rändern aneinander, und es entsteht dadurch eine kleine Blase, in der die vier Pollenblätter versteckt sind. Der orangegelbe Pollen ist mehlig und wird schon zu einer Zeit aus den Antheren entbunden, wenn die Blase noch geschlossen ist. Er fällt auf den Boden des blasenförmigen Hohlraumes und ist dort gegen Regen und Tau durch die ihn überwölbenden Deckblätter trefflich geschützt. Wenn ein warmer, trockener Wind über die Sanddornsträucher weht, öffnen sich die Blasen, es entstehen zwei gegenüberstehende, klaffende Spalten, und der Pollen wird aus seiner bisherigen Ablagerungsstätte in kleinen Priesen hinausgeblasen. Bei feuchtem Wetter schließen die beiden Deckblätter rasch zusammen und schützen den noch vorhandenen Pollen gegen Nässe; bei Eintritt trockener Witterung weichen sie wieder auseinander, gestatten dem Winde den Durchzug und lassen von demselben die Reste des noch vorhandenen Pollens entführen. Durch diese einfache Vorrichtung wird verhindert, daß der stäubende Pollen bei Regenwetter durch Nässe verdirbt, und andererseits ist doch die Möglichkeit gegeben, daß er beim Eintritt günstiger äußerer Verhältnisse zu den Narben benachbarter Sträucher gelangt.

Im Zusammenhange mit den hier in übersichtlicher Reihenfolge geschilderten Einrichtungen, deren Bedeutung darin liegt, daß das Ausstäuben des Pollens nur in den geeignetsten, günstigsten Zeitpunkten erfolgt, steht auch die Freihaltung des Weges, auf welchem der stäubende Pollen durch den Wind fortgeführt wird, und weiterhin auch die Gestalt der zur Aufnahme des stäubenden Pollens bestimmten Narben. Was das erstere anbelangt, so ist es eigentlich selbstverständlich, daß sich in die Bahn, auf welcher die Staubwölken des Pollens zu den Narben hingeführt werden sollen, kein Hindernis einschleibt. Würden die Blüten des Dreizackes, des Laichkrautes und der Gräser von breiten Laubblättern verhüllt sein, so müßte ein großer Teil des Pollens an diesen Blättern hängenbleiben. Dementsprechend sind auch alle Blüten, aus welchen der Wind den Pollen fortzublasen hat, an den oberen Enden der Stengel in Ähren, Rispen, Quasten und Köpfchen gruppiert und diese frei in die Luft gestellt, aber niemals von breit angelegtem Laubwerk verdeckt. Besonders zu beachten ist auch der Umstand, daß eine große Zahl der Pflanzen mit stäubendem Pollen schon zu einer Zeit ihren Pollen dem Winde übergeben, wenn das grüne Laub noch unentwickelt in den Knospen verborgen ist oder eben erst aus den Knospen hervordrängt. Der Sanddorn, die Erle, die Esche, die Hasel, sie alle blühen und stäuben zu einer Zeit, in welcher die Zweige des grünen Blattschmuckes entbehren (s. die Abbildungen auf S. 285, 361, 364 und 371).

Was die Narben anbelangt, so sind sie bei den Pflanzen mit stäubendem Pollen allesamt als rechte Staubfänger ausgebildet. In dem einen Falle sind sie fleischig, gewulstet und an der dem Winde zugänglichen Fläche wie mit Samt überzogen (s. Abbildung, S. 372), in dem anderen Falle bilden sie ein Gewirr aus langen, papillösen oder haarigen Fäden, wie beispielsweise bei dem Papiermaulbeerbaume (s. Abbildung, S. 363,





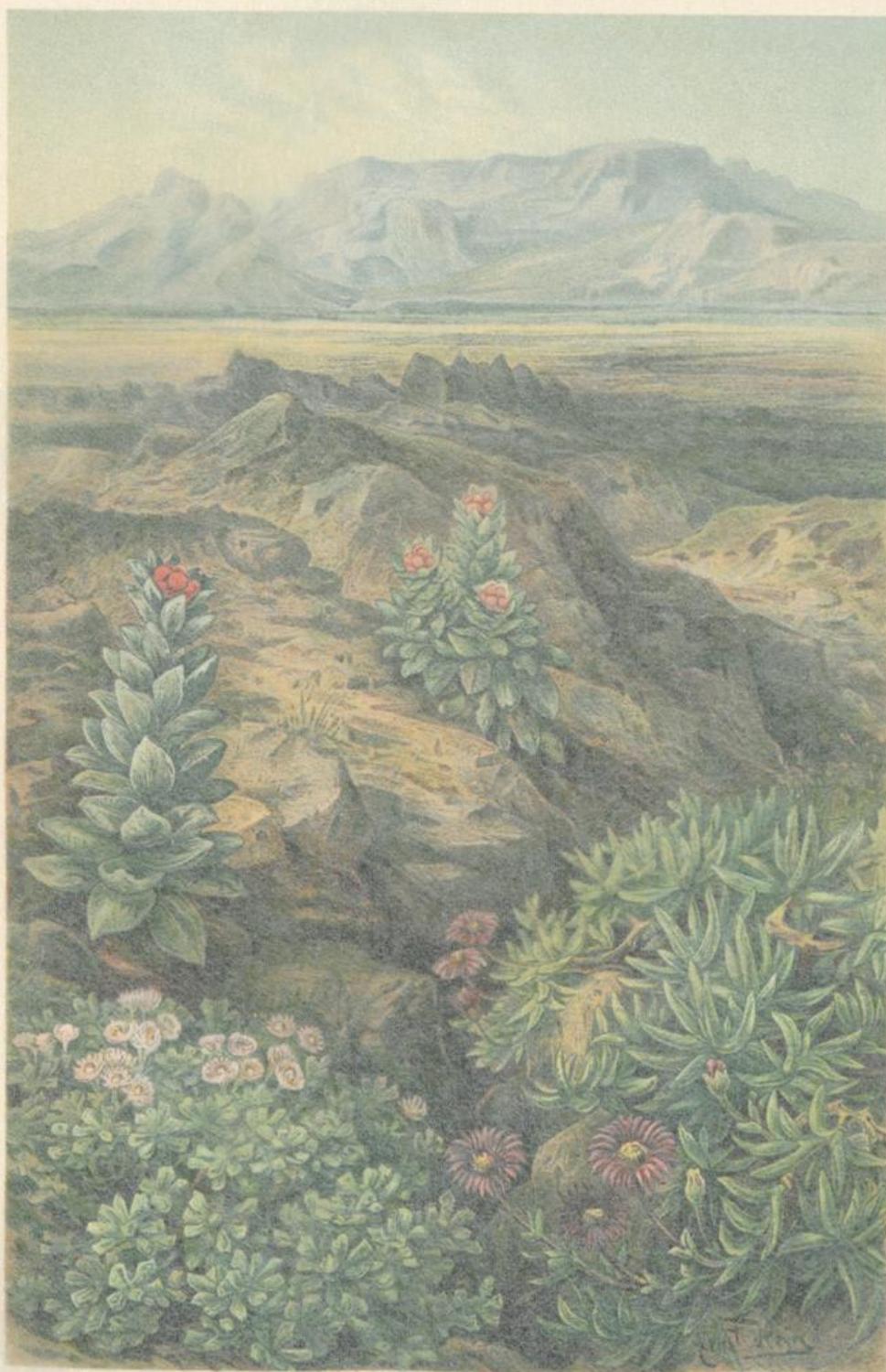
Immortellen und Krifallkräuter der Kapflora, mit mehrfarbigen Blüten.

Fig. 1 und 6), bald erscheinen sie als zarte Federn (s. Abbildung, S. 363), bald als Fasel und Sprengwedel (s. Abbildung, S. 373). Immer sind sie zu der Zeit, wo, durch die Blütheung begünstigt, das Ausstäuben stattfindet, ganz frei dem Winde ausgesetzt und so gestellt, daß die durch die Rüste schwebenden Pollenzellen, sobald sie mit ihnen in Berührung kommen, an die Wände von dem Spinnengeewebe festgehalten werden. Und trotz aller dieser Einrichtungen würde die Bestäubung der Narben durch Vermittelung des Windes fraglich bleiben, wenn nicht noch ein anderer Umstand zu Hilfe käme. Der Wind ist eben ein gar unsicheres Geschick, zumal für einen Gegenstand, der sich ganz untätig verhält, und der auf die Richtung des Weges gar keinen Einfluß zu nehmen vermag. Da ist es aber von Wichtigkeit, daß eine möglichst weitgehende Verteilung und Verbreitung des zu übertragenden Pollens stattfindet, und diese ist wieder nur dann möglich, wenn die Zahl der entführten Pollenzellen recht groß ist. Würden in dem Blütenstand einer Nessel nur ein paar tausend Pollenzellen erzeugt und als ein Spiel des Windes preisgegeben werden, so müßte man es fast als einen glücklichen Zufall preisen, wenn auch nur eine einzige dieser Pollenzellen von den Narben eines 5 m weit entfernten Stodes aufgefangen würde; so aber geht die Zahl der Zellen, welche den stäubenden Pollen einer Nesselstaude bilden, in die Milliarden, und es wird durch die Wahrscheinlichkeit der Bestäubung in entsprechendem Maße erhöht. Wenn man die Staubblüten von Nadelhölzern, Haseln, Birken, Hanf und Leinwand, welche sich deren Antheren geöffnet haben, abkratzt, auf eine entsprechende Unterlage bringt, und das Aufspringen der Narben abwartet, so kommt man über die Masse des sich entblühenden Staubstaubes. Es scheint kaum glaublich, daß sich in den so kleinen Antheren eine so große Menge von Pollen entwickelt hat, und das beachtliche Mismatch wird erst begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Fäden, welche innerhalb der Antheren dicht aneinander liegen, nicht nur noch lose zusammenhängen, sondern auch von diesem Hautwerk von unzähligen Zwischenräumen durchzogen ist. In solchen Fällen, wie die Blüte der Nadelhölzer besonders günstig sind, wallen und wogen in den Blüthenperioden, wenn ein Wind gewaltige Staubwolken nicht nur durch die Blüthen, sondern darüber hinaus, so daß schließlich außer den Staubblüthen, Nadeln und Zweigen dieser Pflanze auch die Blätter benachbarter Nadelhölzer, ja selbst Kräuter und Gräser der angrenzenden Wiesen mit gelblichem Pollen überdeckt werden. Fällt in einer solchen Blütheperiode plötzlich ein Gewitterregen, so kann der Pollen abgewaschen und durch das über den Boden fließende Regenwasser wegschwemmt werden. Wenn aber die Gewässer abgelaufen sind, bleiben auf der Erde die feinen, als Regenformige Ablagerungen eines gelben Pulvers zurück, welche nicht selten die Gestalt von kleinen „Schwefelregnen“ annehmen.

Übertragung des Pollens durch Insekten

Die Übertragung des Pollens durch Insekten ist eine der wichtigsten Methoden der Fortpflanzung der Pflanzen. Insekten besuchen die Blüten, um Nektar zu sammeln, und dabei übertragen sie den Pollen von Blüte zu Blüte. Diese Methode ist besonders bei den Blütenpflanzen verbreitet, die einen süßen Nektar produzieren. Insekten wie Bienen, Hummeln und Schmetterlinge sind die wichtigsten Bestäuber. Die Übertragung des Pollens durch Insekten ist ein komplexer Prozess, der von der Anlockung der Insekten durch Duftstoffe bis zur Übertragung des Pollens auf der Narbe umfasst. Insekten spielen eine entscheidende Rolle in der Fortpflanzung vieler Pflanzenarten, und ohne sie wäre die Vielfalt der Pflanzenwelt stark eingeschränkt. Die Übertragung des Pollens durch Insekten ist ein Beispiel für die gegenseitige Abhängigkeit zwischen Tieren und Pflanzen in der Natur.





Immorfellen und Kriffalkräuter der Kapflora, mit mehrfarbigen Blüten.

Fig. 1 und 6), bald erscheinen sie als zarte Federn (s. Abbildung, S. 365), bald als Pfeil und Sprengwedel (s. Abbildung, S. 373). Immer sind sie zu der Zeit, wo, durch die Witterung begünstigt, das Ausstäuben stattfindet, ganz frei dem Winde ausgesetzt und so gestellt, daß die durch die Lüfte schwebenden Pollenzellen, sobald sie mit ihnen in Berührung kommen, wie die Netze von dem Spinnengewebe festgehalten werden. Und trotz aller dieser Einrichtungen würde die Bestäubung der Narben durch Vermittelung des Windes fraglich bleiben, wenn nicht noch ein anderer Umstand zu Hilfe käme. Der Wind ist eben ein gar unsicheres Gefährt, zumal für einen Gegenstand, der sich ganz untätig verhält, und der auf die Richtung des Weges gar keinen Einfluß zu nehmen vermag. Da ist es aber von Wichtigkeit, daß eine möglichst weitgehende Verteilung und Verbreitung des zu übertragenden Pollens stattfinde, und diese ist wieder nur dann möglich, wenn die Zahl der entführten Pollenzellen recht groß ist. Würden in dem Blütenstand einer Nessel nur ein paar tausend Pollenzellen erzeugt und als ein Spiel des Windes preisgegeben werden, so müßte man es fast als einen glücklichen Zufall preisen, wenn auch nur eine einzige dieser Pollenzellen von den Narben eines 5 m weit entfernten Stodes aufgefangen würde; so aber geht die Zahl der Zellen, welche den stäubenden Pollen einer Nesselstaude bilden, in die Milliarden, und es ~~mindestens~~ durch die Wahrscheinlichkeit der Bestäubung in entsprechendem Maße erhöht. Wenn man ~~manche~~ Staubblüten von Nadelhölzern, Haseln, Birken, Eiche und ~~andere~~ sich deren Antheren geöffnet haben, abpflückt, auf eine entsprechende Unterlage bringt und das Aufspringen der Antheren erwartet, so staunt man über die Masse des sich entbindenden Pollenstaubes. Es scheint kaum glaublich, daß sich in den so kleinen Antheren eine so große Menge von Pollen entwickeln konnte, und das scheinbare Mißverhältnis wird erst begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Pollen, welche innerhalb der Antheren dicht aneinander ~~stehen~~, jetzt nur noch lose zusammengefaßt sind, und daß dieses Hauswerk von unzähligen Zwischenräumen durchsetzt ist. In ~~den~~ für die Mäule der Nadelhölzer besonders günstig sind, wallen und wogen in den ~~Städern~~ bei mäßigem Winde gewaltige Staubwolken nicht nur durch die Baumkronen, sondern oft weit darüber hinaus, so daß schließlich außer den Fruchtblüten, Nadeln und Zweigen dieser Bäume auch die Blätter benachbarter ~~Nadelhölzer~~, ja selbst Kräuter und Gräser der angrenzenden Wiesen mit gelblichem Pollen eingehüllt werden. Fällt in einer solchen Blüthenperiode plötzlich ein Gewitterregen, so kann das Follen abgekühlt und durch das über den Boden fließende Regenwasser zusammengeschwemmt werden, und wenn dann die Gewässer abgelaufen sind, bleiben auf der ~~Ufer~~ flache, unregelmäßige Ablagerungen eines gelben Pulvers zurück, welche vielfach ~~manchmal~~ gaben von ~~dem~~ „Schwefelregen“ veranlaßt ~~werden~~.



Übertragung des Pollens durch den Wind

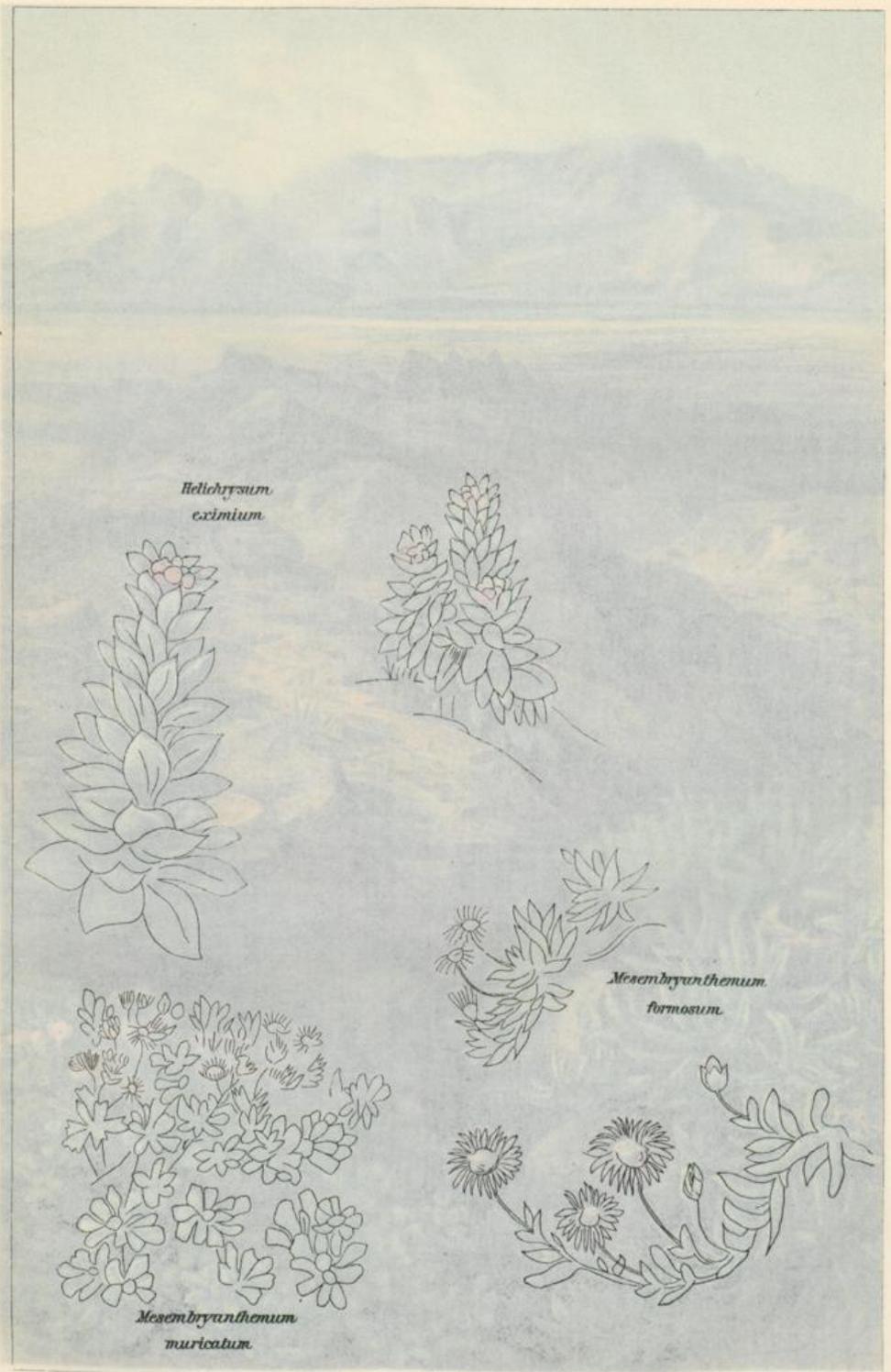
... so müßte hier am ...

... an hellen Sonnen ...

... angehauchten Schilderungen der ...

... bei nativen Völkern eine so hervorragende Rolle spielen. Dar ...

[Zur Tafel: »Immortellen und Kristallkräuter der Kapflora.«.]



Immortellen und Kristallkräuter der Kapflora, mit mehrfarbigen Blüten.

Fig. 1 und 6), bald erscheinen sie als zarte Federn (s. Abbildung, S. 365), bald als Pinsel und Sprengwedel (s. Abbildung, S. 373). Immer sind sie zu der Zeit, wo, durch die Witterung begünstigt, das Ausstäuben stattfindet, ganz frei dem Winde ausgesetzt und so gestellt, daß die durch die Lüfte schwebenden Pollenzellen, sobald sie mit ihnen in Berührung kommen, wie die Mücken von dem Spinnengewebe festgehalten werden. Und trotz aller dieser Einrichtungen würde die Bestäubung der Narben durch Vermittelung des Windes fraglich bleiben, wenn nicht noch ein anderer Umstand zu Hilfe käme. Der Wind ist eben ein gar unsicheres Gefährt, zumal für einen Gegenstand, der sich ganz untätig verhält, und der auf die Richtung des Weges gar keinen Einfluß zu nehmen vermag. Da ist es aber von Wichtigkeit, daß eine möglichst weitgehende Verteilung und Verbreitung des zu übertragenden Pollens stattfinde, und diese ist wieder nur dann möglich, wenn die Zahl der entführten Pollenzellen recht groß ist. Würden in dem Blütenstand einer Nessel nur ein paar tausend Pollenzellen erzeugt und als ein Spiel des Windes preisgegeben werden, so müßte man es fast als einen glücklichen Zufall preisen, wenn auch nur eine einzige dieser Pollenzellen von den Narben eines 5 m weit entfernten Stockes aufgefangen würde; so aber geht die Zahl der Zellen, welche den stäubenden Pollen einer Nesselstaude bilden, in die Milliarden, und es wird dadurch die Wahrscheinlichkeit der Bestäubung in entsprechendem Maße erhöht. Wenn man die Staubblüten von Nadelhölzern, Haseln, Birken, Hanf und Nesseln, noch ehe sich deren Antheren geöffnet haben, abpflückt, auf eine entsprechende Unterlage bringt und das Aufspringen der Antheren abwartet, so staunt man über die Masse des sich entbindenden Blütenstaubes. Es scheint kaum glaublich, daß sich in den so kleinen Antheren eine so große Menge von Pollen entwickeln konnte, und das scheinbare Mißverhältnis wird erst begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Zellen, welche innerhalb der Antheren dicht aneinander schlossen, jetzt nur noch lose zusammengehäuft sind, und daß dieses Haufwerk von unzähligen Zwischenräumen durchsetzt ist. In Jahren, die für die Blüte der Nadelhölzer besonders günstig sind, wallen und wogen in den Kiefernwäldern bei mäßigem Winde gewaltige Staubwolken nicht nur durch die Baumkronen, sondern oft weit darüber hinaus, so daß schließlich außer den Fruchtblüten, Nadeln und Zweigen dieser Bäume auch die Blätter benachbarter Laubhölzer, ja selbst Kräuter und Gräser der angrenzenden Wiesen mit gelblichem Pollen eingepudert werden. Fällt in einer solchen Blütenperiode plötzlich ein Gewitterregen, so kann der Pollen abgespült und durch das über den Boden fließende Regenwasser zusammengeschwemmt werden, und wenn dann die Gewässer abgelaufen sind, bleiben auf der Erde mitunter streifen- und fleckenförmige Ablagerungen eines gelben Pulvers zurück, welche vielfach die Angaben von gefallenem „Schwefelregen“ veranlaßt haben.

### Die Übertragung des Pollens durch Tiere.

Würde dieses Buch mit Initialen ausgestattet sein, welche den Inhalt der Abschnitte durch bildliche Darstellungen andeuten sollen, so müßte hier am Kopfe des Kapitels eine Gruppe von Blumen stehen, welche von Faltern, Hummeln und Bienen umschwärmt wird, es müßte der Künstler in die Schnörkel des Anfangsbuchstabens eines jener Stilleben einsplechten, die an hellen Sommertagen in Wald und Flur so lieblich zu schauen sind und in den poetisch angehauchten Schilderungen der Blumenwelt sowie in den Schöpfungen der bildenden Kunst bei naiven Völkern eine so hervorragende Rolle spielen. Darstellungen von Schmetterlingen,

welche um bunte Blumen gaukeln, und emsigen Bienen, welche sich den Honigseim aus den Blütenkelchen holen, finden übrigens selbst in unserer der Kleinmalerei abholden Zeit immer noch ihr dankbares Publikum. Aber hinter diesem Treiben verbirgt sich ein wichtiger Vorgang, dessen wissenschaftliche Aufklärung für uns noch viel anziehender ist, als das Bild der die Blumen umfliegenden Insekten für den Künstler.

Wenn die Zoologen behaupten, daß viele Ausbildungen an dem Körper der Insekten mit der Form gewisser Blüten im Zusammenhange stehen, so ist diese Erklärung vollauf berechtigt. Dasselbe gilt aber auch von dem Ergebnis, zu welchem die Botaniker, namentlich durch die grundlegenden Untersuchungen von Hermann Müller, gekommen sind, daß nämlich zahlreiche Eigenheiten der Blüten mit der Gestalt und Lebensweise der blütenbesuchenden Tiere im Einklange stehen. Nun sind aber gerade jene Tiere, welche von den Blüten leben, und die zugrunde gehen müßten, wenn es nur ein einziges Jahr hindurch keine Blüten auf dem Erdenrunde gäbe, in Anbetracht der Größe, Form und Bekleidung, in betreff der Nahrungsbedürfnisse, im Hinblick auf die Flugzeit sowie mit Rücksicht auf zahlreiche andere nach Klima und Boden sich richtende Gewohnheiten ungemein verschieden. Von den winzigen Mücken bis zu den Kolibris und Honigvögeln, von den kaum 1 mm langen springenden Blasenfüßen, die in und mit den Blüten leben und sterben, bis zu den Riesenschmetterlingen Seylons, Brasiliens und Neuguineas, deren Flügel eine Spannweite von 16 cm erreichen, und die schwerfällig von Blüte zu Blüte flattern, zieht sich eine lange Stufenleiter, welcher eine ganz ähnliche Reihe aus der Blütenwelt an die Seite gestellt werden kann. Der Buntheit in der Farbe blütenbesuchender Tiere, der Ausbildung der Flugvorrichtungen bei Käfern, Fliegen, Bienen, Schmetterlingen und Vögeln, der Vielsältigkeit der Organe, mit welchen die genannten Tiere ihre Nahrung aus den Blüten gewinnen, der Greifwerkzeuge, mit welchen sie sich an den Blüten anklammern und festhalten, der Borsten und Haarpelze, mit denen sie den Pollen abstreifen, entspricht eine ebenso große, augenscheinlich parallel laufende Farben- und Formenverschiedenheit im Reiche der Pflanzen.

Gleichzeitig mit dem Öffnen der ersten Lenzesblüten schlüpfen auch die ersten Aurorafalter aus ihrer Puppenhülle; Bienen und Hummeln erwachen an demselben sonnigen Tag aus dem Winter Schlaf, an welchem die Kästchen der Weiden, aus der braunen Knospenschuppe hervor drängend, ihren Honig und Pollen ausbieten. Viele Blüten, welche sich am frühen Morgen öffnen, sind nur von bestimmten, zur selben Zeit ihre nächtlichen Ruheplätze verlassenden Schmetterlingen besucht; sobald sich diese Blüten bei Sonnenuntergang schließen, suchen auch die genannten Tiere ihre Quartiere auf, legen die Flügel zusammen und bleiben die Nacht hindurch in Schlaf versunken. Andere Blüten öffnen sich erst nach Sonnenuntergang, also zur Zeit, wenn die Tagfalter schon zur Ruhe gegangen sind; zu diesen Nachtblüten kommen die Schwärmer, Eulen, Spinner und Spanner angeflogen, die sich tagsüber in schattigen Winkeln versteckt aufgehalten haben und erst mit beginnender Dämmerung ihre Ausflüge beginnen. Das sind gegenseitige Beziehungen der Lebensäußerungen, welche sich selbst dem flüchtigen Beobachter in der freien Natur mit jedem neuen Jahr aufdrängen, und die auch unzählige Male geschildert worden sind.

Heutzutage begnügen wir uns aber nicht mehr mit der Schilderung des Tatsächlichen, sondern fragen bei allen Erscheinungen nach den nahen und fernen Gründen und wollen den urfächlichen Zusammenhang der vor dem staunenden Auge sich abspielenden Vorgänge kennen lernen. Da drängt sich vor allem die Frage auf: was veranlaßt die Insekten und in den Tropen auch kleine Vögel, zu den Blüten zu kommen, und welcher Vorteil erwächst der Pflanze

aus den ihren Blüten zuteil werdenden Besuchen? Die Antwort lautet: in einigen Fällen die Sorge um die Brut, in anderen Fällen die Unnehmlichkeit eines gegen die Unbilden der Witterung gesicherten Unterstandes und in den meisten Fällen das Bedürfnis nach Nahrung. Die Blüten bieten also den Tieren die Brutstätte für die Nachkommenschaft, den zeitweiligen behaglichen Unterstand und die gesuchte Nahrung nur für eine Gegenleistung, die darin besteht, daß die besuchenden Tiere mit Pollen beladen werden, der dann weiterhin, auf andere Blüten übertragen und dort auf den Narben abgelagert, die Samenbildung veranlaßt. Mit anderen Worten: die Insekten sind Vermittler der Befruchtung der Pflanzen. Es ist Aufgabe der nachfolgenden Zeilen, diese ganz allgemein gehaltene Antwort durch Darstellung einzelner Fälle zu erläutern und zu begründen.

Was zunächst die Wahl der Brutstätte für die Nachkommenschaft anlangt, so ist längst bekannt, daß die Nachschmetterlinge aus der Gattung *Dianthoecia* und auch einige Arten der Gattung *Mamestra* ihre Eier in die Blüten nelkenartiger Gewächse, z. B. des nickenden Leimkrautes, der Klatschnelke, Kuckucksnelke und des Seifenkrautes (*Silene nutans*, *Silene inflata*, *Lychnis flos cuculi*, *Saponaria officinalis*), legen. Aus den mit einer verhältnismäßig langen, scharfrandigen Legeröhre abgesetzten Eiern gehen alsbald kleine Raupen hervor, welche in der Höhle des Fruchtknotens nicht nur ein sicheres Versteck, sondern auch die ihnen zusagende Nahrung finden. Die Raupen leben von den Samenanlagen und jungen Samen, welche in der Mitte der Fruchtknotenöhle dem polsterförmigen oder kegelförmigen Ende des Blütenbodens aufsitzen. Wenn sie ausgewachsen sind, durchbeißen sie die Seitenwand des Fruchtknotens, kriechen durch das gebildete Loch aus der bisher als Wohnstätte benutzten Höhlung ins Freie und kommen auf den Boden herab, um sich daselbst zu verpuppen. Würden die Raupen von *Dianthoecia* sämtliche im Fruchtknoten angelegten Samen aufzehren, so wäre das kein Vorteil, sondern ein Nachteil für die betreffende Nelkenart. Bei der Fülle von Samenanlagen kommt es aber nur selten zu einer solchen vollständigen Vernichtung, und wenn schon in einer Kapsel alle Samen aufgezehrt werden sollten, so finden sich an demselben Nelkenstocke immer noch andere Kapseln, welche eine Fülle unverzehrter keimfähiger Samen entwickeln. Die Mehrzahl der hier in Rede stehenden nelkenartigen Gewächse, unter anderen auch das auf S. 378 und 379 abgebildete nickende Leimkraut (*Silene nutans*), blüht in der Nacht; ihre Blüten öffnen sich, sobald die Dämmerung beginnt, sind die Nacht hindurch weit geöffnet und schließen sich bei Aufgang der Sonne am folgenden Tage. Das wiederholt sich an jeder Blüte wenigstens dreimal. Am ersten Abend breiten sich die Kronenblätter, welche bisher in der Knospe eingerollt und eingeschlagen waren, sternförmig aus und schlagen sich etwas zurück (s. Abbildung, S. 378); auch werden ziemlich rasch aus der Mitte der Blüte fünf Antheren vorgeschoben, welche bald danach aufspringen, sich ringsum mit Pollen bedecken und in diesem Zustande die Nacht hindurch verbleiben. Im Laufe des folgenden Vormittags biegen sich die fadenförmigen Träger dieser dem äußeren Kreise der Pollenblätter angehörenden Antheren nach außen, und die Antheren fallen ab. Seltener bleiben sie als verschrumpfte leere Säcke an den Enden der zurückgekrümmten Fäden hängen. Am nächsten Abend kommt der zweite in diesen Blüten enthaltene Wirtel von Pollenblättern an die Reihe, und es werden ganz in derselben Weise wie das erstemal fünf Antheren vor die Mündung der Blüten geschoben, die bei einbrechender Dunkelheit aufspringen und ihren Pollen ausbieten. Am dritten Tage krümmen sich auch diese Pollenblätter zurück, wobei ihre Antheren gewöhnlich abfallen, und bei beginnender Dämmerung schieben sich jetzt die langen, S-förmig gewundenen samteneu Narben vor,

welche bisher, in der Tiefe der Blüte zusammengelegt, verborgen waren. Mit diesen Veränderungen Hand in Hand gehen auch gewisse Lageänderungen, welche die Blumenblätter betreffen. Es wurde bereits erwähnt, daß die in der Knospe eingerollten Kronenblätter am ersten Tage des Blühens sich aufrollen, sternförmig ausbreiten und zurückschlagen. Auch entwickeln die Blüten zu dieser Zeit einen köstlichen Hyazinthenduft, welcher zahlreiche nächtliche Insekten herbeilockt, aber nur von 8 Uhr abends bis gegen 3 Uhr morgens anhält. Mit anbrechendem Tage beginnen die Blumenblätter sich wieder einzurollen, und zwar bei milder Temperatur und hellem Himmel rascher, bei kalter Witterung und trübem Himmel langsamer. Bei diesem Einrollen bekommen die Kronenblätter auch Längsfalten, werden runzelig und gerieft und bilden



Rückendes Leimkraut (*Silene nutans*) in der Nacht; eine Blüte von dem Nachtschmetterling *Dianthoclea albimaculata* besucht.

nun fünf den Blütenmund umgebende Knäuel, welche bei flüchtigem Ansehen glauben machen, die Blütezeit sei schon vorüber (s. Abbildung, S. 379). Aber sobald der Abend heranrückt, verschwinden die Runzeln, die Kronenblätter glätten sich, rollen sich auf, breiten sich wieder sternförmig aus und schlagen sich neuerdings zurück. Eine Eigentümlichkeit, welche diesen Blüten zukommt, besteht auch darin, daß die innere Seite der Kronenblätter weiß, die Rückseite schmutziggelb, grünlich oder braun, auch trübbrot oder fast aschgrau; immer aber von einer unausgesprochenen, unscheinbaren, wenig in die Augen fallenden Farbe ist. Während die sternförmig ausgebreiteten und zurückgeschlagenen Kronenblätter, welche die Innen-seite nach außen kehren, mit ihrer weißen Farbe in der Dämmerung des Abends sehr auffallen, sind die eingerollten verknitterten Kronenblätter, von welchen nur die Rückseite zu sehen ist, bei Tage nichts weniger als in die Augen fallend und machen vielmehr den Eindruck,

als seien sie bereits verwelkt und dabei gebräunt, wie das auch in der Abbildung auf S. 379 zu sehen ist. Infolgedessen werden sie auch am Tage von den Insekten nicht beachtet und die betreffenden Blüten nicht besucht.

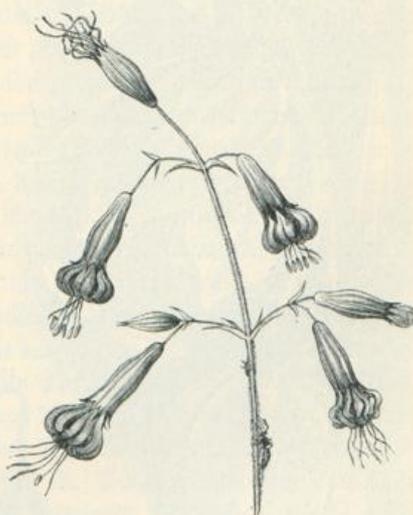
Das ist es aber gerade, was hier angestrebt erscheint. Jene Insekten, welche im Laufe des Tages zu den Blüten kommen, um dort Honig zu saugen, wären für das Leimkraut nichts weniger als willkommene Gäste. Sie würden nur Honig holen, ohne Pollen mitzunehmen oder auf die Narbe abzustreifen. Die fadenförmigen Träger der Antheren sind zurückgekrümmt, die Antheren sind zusammengeschrumpft und leer oder abgefallen, und es ist jetzt kein Pollen in den Blüten abzustreifen. Sobald aber die Nacht heranrückt, stehen die pollenbeladenen Antheren und die samtigen Narben vor dem Eingange zum honigführenden Blütengrunde, der Duft und die weiße Farbe der Blumen wirken als Anlockungsmittel für die Insekten, und jetzt sind diese als Besucher willkommen und gern aufgenommen, freilich nur solche, welche zufolge ihres Körpermaßes bei Gelegenheit ihrer Besuche den Pollen oder die Narben streifen und rasch von

Blüte zu Blüte schwärmen. Die anderen, welche zu klein sind oder der Flügel entbehren, sind auch jetzt noch ferngehalten, und zwar durch Einrichtungen, auf welche später noch die Rede kommen wird. Von den willkommenen Besuchern sind aber wieder durch ihre Größe, Körperform, Rüssellänge und verschiedene andere Eigentümlichkeiten des Baues die kleinen Eulen am besten geeignet und unter diesen insbesondere die Arten aus der Gattung *Dianthoecia*, von welchen eine als Besucherin an der Blüte des nickenden Leimkrautes in der Abbildung auf S. 378 dargestellt ist. Diese kleinen Nachtschmetterlinge kommen auch fleißig angeflogen, saugen Honig, und die Weibchen legen ihre Eier in die Blüten. Es kommt auch vor, daß die Weibchen von einer Blüte, an der sie sich saugend aufgehalten haben, Pollen aufladen, dann zu anderen Blüten fliegen, an diesen, ohne wieder Honig zu saugen, die Eier ablegen und bei dieser Gelegenheit den mitgebrachten Pollen an die Narben abstreifen. Das Ergebnis aller dieser Vorgänge ist aber folgendes. Die Blüten des nickenden Leimkrautes und der anderen erwähnten nelkenartigen Gewächse sind für die kleinen Eulen aus der Gattung *Dianthoecia* und *Mamestra* berechnet und werden ausschließlich oder vorwiegend von diesen Tieren besucht. Die kleinen Eulen gewinnen dort Honig, und die Weibchen finden die für sie allein geeigneten Brutstätten für ihre Eier. Der Gegendienst, welchen die Schmetterlinge den Nelkengewächsen erweisen, besteht darin, daß sie den Pollen von Blüte zu Blüte übertragen und dadurch das Entstehen von Samen veranlassen, welche sonst nicht zustande kommen würden.

Die hier geschilderten Beziehungen zwischen den kleinen Eulen aus den Gattungen *Dianthoecia* und *Mamestra* und den Nelkengewächsen aus den Gattungen *Silene*, *Lychnis* und *Saponaria* wieder-

holen sich auch noch in mehreren anderen Gruppen der Schmetterlinge und Pflanzen. So stehen mehrere Arten der kleinen blauen Tagfalter aus der Gattung *Lycæna* zu den Hülfengewächsen und Rosazeen in einem ganz ähnlichen Verhältnis. Die schöne *Lycæna Hylas* besucht die Blüten des Wundklee (*Anthyllis Vulneraria*) und überträgt bei diesen Besuchen den Pollen von einem Stocke zum anderen. Das Weibchen legt die Eier in den Fruchtknoten der besuchten Blüten, und aus den Eiern schlüpfen Raupen, die sich von den jungen Samen ernähren. Im ausgewachsenen Zustande verlassen die Raupen den Fruchtknoten und gehen unter die Erde, um sich daselbst zu verpuppen. Dasselbe Verhältnis besteht zwischen der süd-europäischen *Lycæna Baetica* und dem Blasenstrauche (*Colutea arborescens*), der *Lycæna Areas* und dem Wiesenknopfe (*Sanguisorba officinalis*) und manchen anderen; nur kommen zu den Blüten dieser Pflanzen neben den Schmetterlingen noch andere Insekten angeflogen, welche keine Eier in die Fruchtknoten legen und als Lohn für die Übertragung des Pollens nur Honig erhalten, so daß diese Fälle wohl nur teilweise hierher gehören.

Dagegen wurde die Lebensgeschichte einer auf den kapseltragenden Arten der Gattung *Yucca* lebenden Motte, *Pronuba yuccasella*, bekannt, welche eins der



Nickendes Leimkraut (*Silene nutans*) am Tage.  
(Zu S. 377 und 378.)

merkwürdigsten Beispiele für die Übertragung des Pollens durch eierlegende Insekten ist und hier etwas ausführlicher besprochen werden soll. Die Blüten aller Arten



Übertragung des Pollens durch eierlegende Insekten: 1) ein Zweig aus dem Blütenstand der *Yucca filamentosa*, die Blüte in der Mittelhöhe geöffnet, die unter ihr stehende Blüte, welche tags vorher geöffnet war, bereits geschlossen, die übrigen Blüten noch im Knospenzustande; 2) eine einzelne Blüte derselben Pflanze, welche tags vorher geöffnet war, bereits geschlossen, die übrigen Blüten noch im Knospenzustande; 3) Narbe der *Yucca filamentosa*; 4) *Pronuba yuccasella* zu der vom Rote *Pronuba yuccasella* besucht, die drei vorbereitenden Blütenblätter entfernt; 5) Kopf der *Pronuba yuccasella*, von dessen röhrenförmigen Riefertastern ein Ballen aus dem Pollen der *Yucca* festgehalten wird; 6) Zweig mit Blütenstand der *Ficus pumila*, der urnenförmige Blütenstand der Länge nach durchschnitten; 7) eine einzelne Fruchtblüte aus dem Grunde der Urne von *Ficus pumila*; 8) und 9) Pollenblätter derselben Pflanze aus dem oberen Teile der Urne; 10) Urne von *Ficus carica*, mit den von *Blastophaga* erzeugten Gallen erfüllt, der Länge nach durchschnitten, nahe der Mündung der Urne eine Feigenwespe (*Blastophaga grossorum*), die aus einer der Gallen ausgeschlüpft ist; 11) urnenförmiger Blütenstand von *Ficus carica*, mit Fruchtblüten erfüllt, der Länge nach durchschnitten, an der Mündung der Urne zwei Feigenwespen, von welchen eine bereits in den Innenraum eingekrochen ist, während die andere im Begriffe steht, einzukriechen; 12) Pollenblüte; 13) langgriffelige Fruchtblüte der *Ficus carica*; 14) die aus einer kurzgriffeligen Gallenblüte hervorgegangene Galle; 15) *Blastophaga grossorum* aus einer Galle ausgeschlüpfend; 16) eine ausgeschlüpfte *Blastophaga*; 17) dieselbe vergrößert. Fig. 1, 2, 4, 6, 10, 11, 16 in natürl. Größe; Fig. 3: 2fach; Fig. 5: 20fach; Fig. 7-9: 12\*, 13: 5fach; Fig. 14, 15, 17: 8fach vergrößert. (Zu S. 379-385.)

der Gattung *Yucca* stehen in umfangreichen Rippen beisammen (s. Abbildung, S. 81), sind glockenförmig und hängen an grünen glatten Stielen. Die Blumenblätter, sechs an

der Zahl, haben eine gelblichweiße oder rosenrote Farbe und sind demzufolge in der Dämmerung und in mond- und sternenhellen Nächten auf ziemliche Entfernung sichtbar. Nach dem Aufspringen der Blütenknospen, was regelmäßig am Abend erfolgt, bilden die Blumenblätter eine weit offene Glocke (s. Abbildung, S. 380, Fig. 2). Gleichzeitig mit dem Auseinandergehen der Blumenblätter öffnen sich auch die kleinen Antheren, welche auf dicken papillösen, auswärts gekrümmten Trägern ruhen, und es wird in den schraubenförmig gedrehten Rissen derselben ein goldgelber klebriger Pollen sichtbar. Jede Blüte ist nur eine Nacht hindurch weit geöffnet, schon am anderen Tage neigen die freien Enden der sechs Blumenblätter zusammen, und die Blüte hat jetzt die Form eines Ballons oder einer Blase mit sechs schmalen seitlichen Öffnungen angenommen (s. Abbildung, S. 380, Fig. 1). Im Zwielficht des Abends und in der Nacht flattern um die Blüten der Yucca zahlreiche kleine gelblichweiße, im Mondescheine metallisch schimmernde Motten (*Pronuba yuccasella*; s. S. 380, Fig. 4) herum. Die Weibchen derselben kommen in das Innere der weit geöffneten Glocken und suchen sich dort zunächst des Pollens zu bemächtigen, aber nicht um ihn zu verzehren, sondern um ihn wegzuschleppen. Sie sind zu diesem Zwecke mit einer eigenen Vorrichtung ausgestattet. Das erste Glied der Kiefertaster ist außerordentlich verlängert, an der Innenseite mit steifen Borsten besetzt und kann wie ein Rüssel eingerollt werden (s. S. 380, Fig. 5). Es dient zum Ergreifen, Zusammenballen und Festhalten des Pollens. In kürzester Zeit haben die Motten mittels dieses Greiforganes einen Ballen aus Pollen gesammelt, der an der unteren Seite des Kopfes durch die eingerollten Kiefertaster festgehalten wird und den Eindruck eines großen Kropfes macht. Beladen mit diesem Ballen aus Pollen, der mitunter dreimal so groß ist als der Kopf, verläßt die Motte die eine Blüte, um sofort eine zweite aufzusuchen. Hier angelangt, rennt sie flink im Kreise herum, macht ab und zu einen plötzlichen Sprung und nimmt endlich Stellung auf je zwei der dicken, nach auswärts gebogenen Träger der Antheren, indem sie sich auf diese mit gespreizten Beinen hinsetzt. Sie sucht nun mit der Legeröhre einen günstigen Punkt an der Seite des Stempels zu erreichen und setzt ihre Eier ab. Die Legeröhre besteht aus vier zusammengelegten hornartigen Borsten und ist ganz dazu geeignet, das Gewebe des Stempels der Yuccablüte zu durchbohren. Nachdem die Eier gelegt sind und der Eierleger zurückgezogen ist, rennt die Motte zur Spitze der trichterförmig vertieften Narbe (s. S. 380, Fig. 3), rollt dort ihre rüßelförmigen Kiefertaster auf und stopft den Pollen in den Narbentrichter hinein, indem sie dabei wiederholt nickende Bewegungen mit dem Kopfe ausführt (s. S. 380, Fig. 2). Es wird angegeben, daß dieselbe Motte in derselben Blüte das Eierlegen und das Ausstopfen der Narbe mit Pollen abwechselnd mehrmals wiederhole.

Die meisten in den Stempel eingeführten Eier werden in der Nähe der Samenanlagen abgesetzt. Sie sind länglich, schmal und durchscheinend, nehmen rasch an Umfang zu, und man sieht alsbald in denselben einen eingerollten Embryo. Schon am vierten oder fünften Tage kriecht die Raupe aus und geht sogleich daran, die Samenanlagen in der Höhle des Fruchtknotens zu verzehren. Jede Raupe braucht im Laufe ihrer Entwicklung 18—20 Samen zur Nahrung. Ist sie ausgewachsen, so beißt sie in die noch saftreiche Wand des Fruchtknotens ein Loch, kriecht durch dasselbe nach außen, läßt sich an einem Faden auf den Boden herab, bohrt sich in die Erde ein und spinnt unterirdisch einen eiförmigen Kokon, in welchem sie bis zum nächsten Sommer verbleibt. 14 Tage vor Beginn der Blütezeit der Yucca verpuppt sie sich, und sobald die Blüten der Yucca aufspringen, schlüpfen auch die silberglänzenden Motten aus ihrer Puppenhülle.

Zum vollen Verständniß der Beziehungen zwischen der Yucca und Yuccamotte ist es wichtig, zu wissen, daß bei der genannten Pflanze der klebrige Pollen ohne Beihilfe der Insekten nicht auf die Narbe gelangen kann. Nur bei *Yucca aloëfolia* scheint manchmal eine Übertragung des Pollens auf die Narbe durch Vermittelung der Blumenblätter oder der sich verlängernden Antherenträger stattzufinden, aber bei den meisten Arten dieser Gattung, namentlich den kapselfrüchtigen, ist das gewiß nicht der Fall. Insekten kommen mit Ausnahme der Motte nur selten angefliegen, und diejenigen, welche sich zufällig auf die Blüte setzen, veranlassen keine Belegung der Narbe mit Pollen. Würde die Pollenübertragung nicht durch die *Pronuba yuccasella* ausgeführt, so müßten die Fruchtanlagen und selbstverständlich auch die Samenanlagen der Yucca verderben. Tatsächlich verkümmern auch sämtliche Früchte der kapselfrüchtigen Arten, wenn die Motten durch einen Schleier aus Gaze von den Blüten abgehalten werden. Auch in den Gärten, wo die Yuccamotten fehlen, unterbleibt an den dort gepflegten Stöcken die Fruchtbildung. *Yucca filamentosa*, welche in ihrem Heimatlande von einer Motte besucht wird und dort reichliche aufspringende Kapsel Früchte bildet, hat im Wiener Botanischen Garten, wo sie wiederholt geblüht hat, wo aber die Motte fehlt, keine einzige Frucht zur Reife gebracht. In gewissen Arten, z. B. an *Yucca gloriosa*, hat überhaupt noch niemand Früchte gesehen, weder an ihrem ursprünglichen Standorte noch in den Gärten, und man glaubt, daß die zu dieser Art gehörige Motte ausgestorben ist. Es mag diese letztere Annahme dahingestellt bleiben; so viel ist gewiß, daß ohne Beihilfe der *Pronuba yuccasella* gewisse Arten von Yucca, namentlich die kapselfrüchtigen, keine Früchte und Samen bilden. Da es aber andererseits sichergestellt ist, daß die Raupe der genannten Motte ausschließlich von den jungen Samen dieser Arten von Yucca lebt, so wird man zu dem Schlusse gedrängt, daß die Motte den Pollen in die Narbe der Yuccablüte stopft, damit ihre Raupen die zur Erhaltung der Art nötige Nahrung finden.

Selbstverständlich bedarf diese Schlussfolgerung nicht der Annahme, daß von der Motte die besprochenen Verrichtungen mit Überlegung und kluger Voraussicht ausgeführt werden. Aber es wird nichts dagegen einzuwenden sein, wenn man die Handlungsweise dieser Tiere als eine unbewußt zweckmäßige auffaßt. Das Hineinstopfen des Pollens in den Narbentrichter ist nicht mehr und nicht weniger wunderbar als die Tatsache, daß der Kohlweißling in abgelegenen Gebirgstälern, wo sich nur spärliche menschliche Ansiedelungen und nur wenige Gemüsegärten neben den zerstreut stehenden Gehöften finden, oft stundenweit herumfliegt, um Kohlpflanzen ausfindig zu machen, auf die er seine Eier legt, damit die auskriechenden Raupen sogleich die ihnen zusagende Nahrung finden, daß viele auf Baumrinde sich einspinnenden Raupen das Gespinnst, in dem sie sich später verpuppen, mit Flechten und Bruchstücken der Baumhorke durchsetzen, damit ihre zeitweilige Ruhestätte von den insektenfressenden Vögeln nicht bemerkt wird, und daß die im Inneren harter Pflanzenteile lebenden Raupen vor der Verpuppung einen besonderen Ausgang für den später auskriechenden weichen und zarten Schmetterling vorbereiten.

Noch ist zu erwähnen, daß die Raupen der *Pronuba yuccasella* nicht alle Samen jenes Fruchtknotens aufzehren, in welchen die Motte ihre Eier gelegt hat. Es finden sich in einem Fruchtknoten ungefähr 200 Samenanlagen. Wenn nun auch die Hälfte, ja selbst zwei Drittel davon verzehrt werden, so bleibt noch immer eine genügende Zahl unverzehrter Samen übrig, welche nach vollendeter Reife ausgestreut werden können, während ohne Dazwischenkunft der Motte kein einziger keimfähiger Same entstanden sein würde. Dasselbe gilt wohl auch für die anderen kapselfrüchtigen Arten der Gattung *Yucca*, namentlich für *Yucca brevifolia*, von

welcher in neuerer Zeit nachgewiesen wurde, daß sie zu *Pronuba synthetica*, und für *Hesperoyucca Whipplei*, von der ermittelt wurde, daß sie zu *Pronuba maculata* in ähnlichen Beziehungen siehe wie die hier als Beispiel gewählte *Yucca filamentosa* zu *Pronuba yucca-sella*. Daß, abgesehen von den Arten der Gattung *Yucca*, welche Kapsel Früchte haben, auch noch bei den beerentragenden Arten ein Zusammenleben mit Motten vorkommt, ist zwar mit Sicherheit nicht nachgewiesen, aber sehr wahrscheinlich, da an den beerentragenden Arten *Yucca aloëfolia*, *Treculiana* usw. wenigstens im Heimatlande (Florida, Carolina, Mexiko, Louisiana, Texas) in allen ausgereiften Früchten Löcher und andere Spuren wahrgenommen werden, welche beweisen, daß daselbst Raupen gehaust haben.

Noch merkwürdiger als das Verhältnis zwischen den kapselfrüchtigen Arten der Gattung *Yucca* und den mit ihnen zusammenlebenden Motten ist jenes zwischen den Feigenbäumen und gewissen kleinen Wespen aus der Gruppe der Chalcidier. Um in daselbe einen klaren Einblick zu gewinnen, ist es vor allem notwendig, den Bau des Blütenstandes, wie er den Feigen zukommt, kennen zu lernen. Betrachtet man eine der Länge nach aufgeschnittene Feige, wie sie durch die Fig. 6 auf S. 380 dargestellt ist, so bemerkt man, daß sie nicht eine einfache Fruchtanlage, sondern vielmehr eine ganze Sammlung von Fruchtanlagen, ein aus dem betreffenden Zweige des Feigenbaumes hervorgewachsener kurzer, verdickter und ausgehöhlter Seiten sproß ist, welcher in der Aushöhlung eine Menge Blüten birgt. Solche Seitensprosse, welche, von außen gesehen, die Form einer Keule, einer Birne oder einer Kugel zeigen, sind demnach in Wirklichkeit Becher oder Urnen, von deren Innenwand die Blütenstiele als letzte Verzweigungen des Sprosses entspringen. Die Mündung der Urne ist sehr eng, und es wird dieselbe noch dazu durch kleine schuppenförmige Blättchen beschränkt. Die Blüten, welche fast den ganzen Innenraum erfüllen, sind von zweierlei Art, Fruchtblüten und Pollenblüten. Beide sind sehr einfach gebaut. Jede Pollenblüte besteht aus 1—2, selten 3—6 Pollenblättern, welche von schuppenförmigen Blättchen umgeben und von einem kurzen Stiele getragen werden (s. S. 380, Fig. 12). Die Pollenblätter haben bei manchen Arten, so namentlich bei *Ficus pumila*, die Gestalt eines Löffels, und der Aushöhlung dieses löffelförmigen Gebildes sind die Antheren eingebettet (s. S. 380, Fig. 8 und 9). Die Fruchtblüten zeigen einen einfächerigen Fruchtknoten mit einer einzigen Samenanlage. Der Griffel erhebt sich einseitig vom Fruchtknoten und ist durch eine sehr mannigfach gestaltete Narbe abgeschlossen. An der Basis des Fruchtknotens bemerkt man schmale Schuppen in verschiedener Zahl, welche als Perigon aufgefaßt werden (s. S. 380, Fig. 7 und 13). Viele Arten haben in ein und derselben Urne zweierlei Fruchtblüten, solche mit längerem Griffel und entwickelter Narbe und solche mit kürzerem Griffel und verkümmelter Narbe. Die letzteren werden aus einem weiterhin zu erörternden Grund auch Gallenblüten genannt (s. S. 380, Fig. 14). Die Verteilung der Pollenblüten und Fruchtblüten ist bei den verschiedenen Arten sehr verschieden. In den Urnen von *Ficus elastica* stehen die Pollenblüten und Fruchtblüten scheinbar regellos durcheinander, in jenen der *Ficus pumila* (s. Abbildung, S. 380, Fig. 6) beobachtet man im Grunde der Urne nur Fruchtblüten und in der Nähe der Mündung nur Pollenblüten. Diese Verteilung ist wohl die gewöhnlichste, aber es besteht wieder ein weiterer Unterschied in betreff der Zahl der Pollenblüten. In den Urnen mancher Arten ist nämlich die Umgebung der Mündung reichlich, in jenen anderer Arten nur sehr spärlich mit Pollenblüten besetzt, ja es kommt auch vor, daß die Pollenblüten in einer oder der anderen Urne ganz fehlen, und daß diese nur Fruchtblüten enthält. Bei vielen Arten entwickeln einige Stöcke nur Urnen mit Fruchtblüten, einige Stöcke

nur Urnen, in welchen die Umgebung der Mündung mit Pollenblüten ausgestattet ist, und wo tiefer abwärts nur Fruchtblüten stehen. Das merkwürdigste aber ist, daß in den Urnen mancher Arten unterhalb der Pollenblüten alle oder die meisten Fruchtblüten in Gallenblüten umgewandelt sind. Das ist z. B. bei dem in Südeuropa vielfach gepflanzten gewöhnlichen Feigenbaum (*Ficus Carica*) der Fall, von welchem in der Tat zweierlei Stöcke vorkommen, solche, deren Urnen nur Fruchtblüten enthalten, und solche, welche in ihren Urnen an der Mündung mit Pollenblüten, weiter abwärts mit Gallenblüten besetzt sind (s. Abbildung, S. 380, Fig. 10 und 11). Die ersteren sind unter den Namen *Ficus*, die letzteren unter dem Namen *Caprificus* bekannt. Die Bäume erzeugen im Jahre drei Generationen von Feigen, denen auch drei Generationen der Gallwespen entsprechen.

Es drängt sich nun zunächst die Frage auf, welche Bedeutung den sogenannten Gallenblüten in den Urnen zukommt. Wie schon der Name andeutet, gehen aus den in Gallenblüten umgewandelten Fruchtblüten keine Früchte, sondern Gallen hervor, und das geschieht auf folgende Weise. Eine kleine Wespe aus der früher erwähnten Gruppe der Chalcidier (s. Abbildung, S. 380, Fig. 16 und 17), welche auf der in Südeuropa gezogenen Feige lebt, und die von den Zoologen *Blastophaga grossorum* genannt wird, gelangt durch die Mündung der Urne in den Innenraum, führt dort den Legestachel senkrecht in den Griffelkanal einer Blüte ein und setzt in der Nähe des Kernes der Samenanlage ein Ei ab. Die weiße, fufßlose Larve, welche sich aus dem Ei entwickelt, nimmt rasch an Umfang zu und füllt alsbald den Fruchtknoten ganz aus, die Samenanlage dagegen geht zugrunde. Der Fruchtknoten ist jetzt zur Galle geworden (s. S. 380, Fig. 14). Wenn die kleinen Wespen ausgewachsen sind, verlassen sie die Gallen. Die flügellosen Männchen schlüpfen zuerst aus, und zwar durch ein Loch, welches durch Zerbeißen in der sie beherbergenden Galle erzeugt wurde. Die Weibchen bleiben noch einige Zeit in ihrer Galle und werden dort durch die Männchen befruchtet. Nachdem das geschehen ist, schlüpfen auch sie aus (s. S. 380, Fig. 15), halten sich aber nur kurze Zeit in dem Hohlraum der Urne auf, suchen vielmehr sobald wie möglich aus der Urne hinaus ins Freie zu kommen. Sie klettern daher zu der Urnenmündung empor, wobei sie mit den Pollen der dort entwickelten Pollenblüten in Berührung kommen und sich mit denselben den Kopf, die Brust, den Hinterleib, die Beine und Flügel, kurz den ganzen Körper bestäuben. Nachdem sie sich auch noch zwischen den schuppenförmigen Blättchen an der Mündung der Urne durchgezängt haben, sind sie endlich an der Außenseite der Urne angelangt, lassen hier ihre Flügel trocknen und laufen nun zu anderen Urnen desselben oder benachbarter Feigenstöcke hin. Das Wort laufen muß hier ausdrücklich betont werden; denn von den Flügeln machen sie bei dieser Ortsveränderung nur selten Gebrauch. Sie suchen nunmehr ausschließlich diejenigen Urnen auf, welche sich in einem jüngeren Entwicklungsstadium befinden, um dort ihre Eier in die Fruchtknoten zu legen, laufen der Urnenmündung zu und schlüpfen zwischen den dort befindlichen Schüppchen in den Innenraum. Bei dieser Gelegenheit werden bisweilen die Flügel verletzt, ja es kommt vor, daß die Flügel ganz abbrechen und zwischen den Blättchen an der Urnenmündung stecken bleiben.

Im Innenraum der Urne angelangt, machen sich die Wespen sofort an das Eierlegen, wobei sie unvermeidlich mit den Narben der Fruchtblüten in Berührung kommen. Da die Wespen noch immer mit dem beim Verlassen ihrer Geburtsstätte aufgeladenen Pollen bestäubt sind, so wird dieser an der Narben abgestreift und somit Pollen aus der einen in die andere Urne übertragen. Kommt der Pollen auf normale Fruchtblüten, so können diese

keimfähige Samen entwickeln; kommt er auf Gallenblüten, so ist er in der Regel wirkungslos, weil die Narben dieser Gallenblüten mehr oder weniger verkümmert sind. Übrigens entstehen in diesen Gallenblüten auch aus dem Grunde keine Samen, weil an ihrer Stelle die Eier der Wespe gelegt werden. Bei jenen Feigenarten, wo Gallenblüten nicht besonders vorbereitet sind, werden die Eier in einen Teil der normal ausgebildeten Fruchtblüten gelegt. Bei der gewöhnlichen Feige (*Ficus Carica*) hat man aber die Beobachtung gemacht, daß die von *Blastophaga grossorum* in normale Fruchtblüten gelegten Eier nicht zur Entwicklung kommen, oder mit anderen Worten, daß eine solche Fruchtblüte auch dann, wenn die genannte Wespe ihren Legestachel in sie einsetzt und ein Ei absetzt, nicht zur Galle wird. Der Griffel ist nämlich bei den normalen Fruchtblüten der *Ficus Carica* (s. Abb., S. 380, Fig. 13) so lang, oder, was auf dasselbe hinauskommt, der Legestachel der *Blastophaga grossorum* ist so kurz, daß das Ei nicht bis in die Fruchtknotenöhle hinabgeschoben werden kann, sondern an einem für die weitere Entwicklung ungünstigen Punkte zurückbleibt und dort zugrunde geht. Die Gallenblüten dieser Feigenart dagegen sind mit ihrem kurzen Griffel (s. Abb., S. 380, Fig. 14) zur Aufnahme des Eies an Stelle der Samenknochenanlage vorzüglich geeignet, hinwiederum für die Ausbildung keimfähiger Samen ungeeignet, weil auf ihren verkümmerten Narben der Pollen keine Pollenschläuche treibt. Augenscheinlich findet hier eine Ergänzung der Rollen oder, wenn man es lieber hört, eine Teilung der Arbeit in folgender Weise statt. Sowohl zu den kurzgriffeligen Gallenblüten als auch zu den langgriffeligen normalen Fruchtblüten bringen die zum Ablagern der Eier angelockten Wespen den Pollen herbei, und sie versuchen auch in beiderlei Blüten ihre Eier zu legen. Die Gallenblüten sind eigens für die Aufnahme der Wespen Eier vorbereitet, und es entstehen in ihnen wirklich junge Wespen, aber ihre Narben sind zur Aufnahme des Pollens nicht geeignet, es entwickeln sich daher keine Pollenschläuche und demzufolge auch keine keimfähigen Samen. Auf den Narben der langgriffeligen normalen Fruchtblüten dagegen entwickeln sich Pollenschläuche, und dann kommt es zur Ausbildung keimfähiger Samen; der lange Griffel ist aber ein Hindernis für die passende Ablagerung des Wespen eies, und es bilden sich daher aus diesen Blüten niemals oder doch nur sehr selten Gallen.

Die zahlreichen Abweichungen, welche bei anderen Feigenarten noch beobachtet wurden, hier ausführlich zu erörtern, würde zu weitläufig werden. Dieselben sind auch lange nicht genau genug bekannt, um sie übersichtlich darstellen zu können. Nur so viel sei hier in Kürze bemerkt, daß es ungefähr 600 Arten der Gattung *Ficus* gibt, welche über die tropischen und subtropischen Gebiete der Alten und der Neuen Welt verbreitet sind, und daß man bisher fast ein halbes Hundert Arten kleiner Wespen aus den Gattungen *Blastophaga*, *Crossogaster*, *Sycophaga* und *Tetrapus* nachgewiesen hat, welche an den verschiedenen Feigenarten die Übertragung des Pollens von Urne zu Urne vermitteln. Manche dieser Wespen bewohnen mehrere Feigenarten. So z. B. ist *Blastophaga brasiliensis* in den Urnen von sieben verschiedenen Feigenbäumen nachgewiesen worden. Meistens hat jede Feigenart ihre besondere Wespe; äußerst selten wurden in den Urnen ein und derselben Feigenart zwei verschiedene Wespenarten gefunden.

In Unteritalien und auch sonst noch in Südeuropa, wo die Feigenkultur seit uralter Zeit im großen betrieben wird, zieht man die Feigenstöcke nur selten aus keimfähigen Samen, sondern verjüngt sie mittels Stecklingen, und zwar pflanzt man vorwiegend Stecklinge des *Ficus*, d. h. von Stöcken, deren Urnen nur Fruchtblüten enthalten, weil sie die besten und saftigsten Feigen liefern. Die Feigenstöcke, welche in ihren Urnen neben Pollenblüten nur Gallenblüten bergen, also der sogenannte *Caprificus*, wird nicht gepflegt, weil seine meisten Feigen frühzeitig

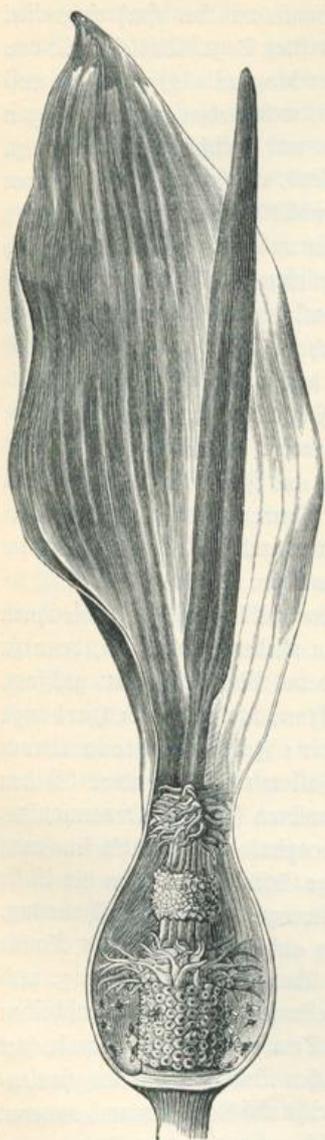
vertrocknen und abfallen. Nur einzelne Stöcke des *Caprificus* werden hier und da gezogen, und zwar zu dem Zwecke, um die Urnen desselben an die Zweige des *Ficus* zu hängen. Man nennt das die Kaprifikation, und es herrscht die Meinung, daß dann, wenn aus den Urnen des *Caprificus* die Wespen ausschlüpfen und in die Urnen des *Ficus* einwandern, die Feigen des letzteren besser werden. Diese Meinung, obgleich bei den Gärtnern und bei dem Landvolke weitverbreitet, ist aber unrichtig. Damit die Feigen des *Ficus* süß und saftig werden, bedarf es nicht der Wespen. Tatsächlich gehen aus den Urnen des *Ficus*, in welche keine Wespen gekommen, und in deren Früchtchen auch keine keimfähigen Samen entstanden sind, treffliche Feigen hervor, und ungezählte Mengen der in den Handel kommenden Feigen stammen aus Gegenden, wo die Kaprifikation nicht geübt wird. Es scheint daher, daß sich der Gebrauch der Kaprifikation durch Überlieferung aus sehr alter Zeit erhalten hat, aus einer Zeit, in welcher es den Gärtnern nicht nur darum zu tun war, gute Früchte, sondern auch keimfähige Samen zur Vermehrung der Feigenstöcke zu erhalten. Obgleich nach dem Mitgeteilten die Kaprifikation heutzutage überflüssig ist, wird dennoch der alte Gebrauch, dessen wahre Bedeutung dem Landvolke nicht mehr bekannt ist, gewohnheitsmäßig und beharrlich fort und fort geübt.

Ausschließlich als Unterstand während der Nacht, als Obdach bei Regenwetter und als zeitweilige Herberge werden die Blüten und Blütenhüllen verhältnismäßig wenig in Anspruch genommen. Die meisten Hummeln, Bienen und Wespen haben ihre eigenen Heimstätten mit gesicherten Wohnräumen, in die sie sich beim Eintritt der Dämmerung und bei Sturm und Regen zurückziehen, die Schmetterlinge aber können der Mehrzahl nach das Innere der Blumenglocken und Blumentrichter für längere Zeit als Unterstand nicht auffuchen, weil ihre verhältnismäßig großen Flügel in dem engen Raume Schaden leiden könnten, und weil bei eintretender Gefahr ein rasches Entweichen aus der Höhlung einer Blume kaum möglich wäre. Es bleiben daher nur Käfer, Fliegen und Aderflügler aus den Gattungen *Meligethes*, *Melanostoma*, *Empis*, *Andrena*, *Cilissa* und *Halictus*, durchweg Tiere, welche weder eigene Wohnungen noch überhaupt beständige Nachtquartiere haben, sondern mit dem nächstbesten Unterschlupf zufrieden sind und gewöhnlich dort übernachten, wo sie sich tagsüber aufgehalten haben. Wenn sie an solchen Orten Blüten finden, in deren Höhlung es wie in einer geheizten Stube recht warm ist, und wo noch dazu eine zuzugende Nahrung ausboten wird, desto besser. Ohne Zweifel sind aus diesen Gründen die honigführenden Blüten der Glockenblumen (*Campanula*) sowie jene des Fingerhutes, in deren Innerem die Temperatur im Vergleiche zur Umgebung während der Nacht immer etwas erhöht ist (vgl. Bd. I, S. 436), als Herberge in kalten Nächten besonders beliebt. Auch die großen Köpfechen der *Crepis grandiflora* und mehrerer anderer Korbblütler, deren äußere Zungenblüten am Abend zusammenschließen, werden von Käferchen (*Cryptocephalus violaceus*, *Meligethes aeneus*) und dunkeln, kleinen Bienen (*Panurgus ursinus*) als nächtlicher Unterstand gern aufgesucht, weil im Inneren der geschlossenen Köpfechen nachts eine über die Umgebung erhöhte Temperatur herrscht. Sobald die Sonne kommt, verlassen die genannten Tiere ihre Nachtquartiere, und dabei ist es leicht möglich, ja in manchen Fällen unvermeidlich, daß der Pollen abgestreift, mitgenommen und auf andere weiterhin besuchte Blüten übertragen wird.

Bisweilen bleiben die Insekten in solchen behaglich eingerichteten Herbergen nicht nur während der Nacht, sondern auch noch während des Tages, ja mitunter sogar mehrere Tage. Wenn sich die kleinen Käfer aus den Gattungen *Anthobium*, *Dasytes* und *Meligethes* im Grunde der Blüten von Magnolien und Gentianen

(*Magnolia obovata*, Yulan, *Gentiana acaulis*, *ciliata*, *Pneumonanthe* usw.) eingemistet haben, so verlassen sie dieses warme sichere Heim nicht vor dem dritten Tage. Daselbe gilt von den Rosenkäfern (*Cetonia*), welche mit Vorliebe die Blüten der *Magnolia grandiflora* aufsuchen. Gewöhnlich drängen sie sich in die jüngsten Blüten ein, welche eben erst aufgegangen sind, und tun sich da an dem süßen Saft gütlich, welcher an und zwischen den Narben zu finden ist. Später verzehren sie auch noch einen Teil des Pollens, welcher aus den Antheren entbunden wird und auf die schüsselförmig ausgehöhlten Blumenblätter herabfällt. Öffnen sich die Magnoliablüten am hellen Mittag, so bleiben die Rosenkäfer unbeirrt sitzen und lassen sich von den Sonnenstrahlen erwärmen; kommt der Abend und schließen sich die oberen Blumenblätter zusammen, so haben sie gleichfalls keine Ursache, ihr einmal gewähltes Standquartier zu verlassen, denn im abgeschlossenen Raume erhöht sich in der Nacht die Temperatur um 5—10° über die Temperatur der Umgebung, und zudem sind die Käfer dort gegen Angriffe von Nachttieren trefflich geschützt. So verbleiben sie denn auch in den Magnoliablüten so lange, bis sie beim Abfallen der Blumenblätter sozusagen an die Luft gesetzt werden. Die Blüten des Mohnes (*Papaver somniferum*) werden gleichfalls von einigen Käfern und Fliegen alsbald nach dem Aufblühen aufgesucht und nicht früher verlassen, bis sich die Blumenblätter ablösen. Allerdings ist dieser Aufenthalt viel kürzer als in den Magnoliablüten, weil sich die Blumenblätter des Mohnes nur einmal über Nacht schließen und schon am anderen Tag abfallen.

In den bisher besprochenen Fällen wäre es den Insekten ein leichtes, das von ihnen gewählte Standquartier am hellen Tage und bei Sonnenschein wieder zu verlassen, denn zu dieser Zeit sind die Blüten der Magnolien, der Gentianen und des Mohnes so weit geöffnet, wie überhaupt möglich. Es kommt aber auch vor, daß Insekten, welche eine Herberge suchend, in den Blütengrund geschlüpft sind, dort eine Zeitlang wie in einem Gefängnis festgehalten werden. Dieser merkwürdige Fall wird insbesondere bei den Aroideen und Aristolochiaceen beobachtet. Bei zahlreichen Aroideen (*Arum*, *Dracunculus*, *Helicodiceros* usw.), für welche hier als Vorbild *Arum conocephaloides* gewählt sein mag (s. Abbildung, S. 388), hat die Blüten Scheide eine tütenförmige Gestalt; nach oben hin ist sie weit geöffnet, unterhalb der Mitte zeigt sie eine auffallende Verengung oder Einschnürung, und am Grunde ist sie wieder tonnenförmig oder kesselförmig aufgetrieben. In der Sonne oder dem Kessel erhöht sich die Temperatur immer bedeutend über jene der Umgebung, und Temperaturen von 30—36° sind in diesen Räumen keine Seltenheit; in den Blüten Scheiden des italienischen Aroisstabes (*Arum italicum*) wurde sogar die Temperatur von 44° beobachtet (vgl. Bd. I, S. 437). Alle diese Aroideen haben einen widerlichen Duft, der an Nas, faulenden Harn und dergleichen erinnert, aber gerade dadurch zahlreiche auf Kadavern und anderen faulenden Stoffen lebende Tiere herbeilockt. Diese Tiere setzen sich auf das aus der Tüte emporragende Ende des Blütenkolbens und klettern oder fallen abwärts in die kesselförmige Erweiterung, wo sie einen warmen Unterstand und überdies an den dünnwandigen und saftreichen den Kessel im Inneren auskleidenden Zellen Nahrung finden. Dort, wo die Blüten Scheide verengt ist, gehen ringsum vom Kolben steife Borsten aus, welche eine Art Keuse darstellen. Da die Spitzen der meisten Borsten nach abwärts gekrümmt sind, so gestattet die Keuse den Insekten, in den warmen Kessel hinabzuklettern, versperrt ihnen aber den Rückweg. Erst nach einigen Tagen, wenn einmal der aus den Antheren hervorgequollene Pollen jene Region des Zapfens bedeckt, welche die Pollenblüten trägt, und wenn es unvermeidlich geworden ist, daß Insekten, welche über den Kolben emporklettern, sich mit dem ihnen in den Weg gelegten Pollen



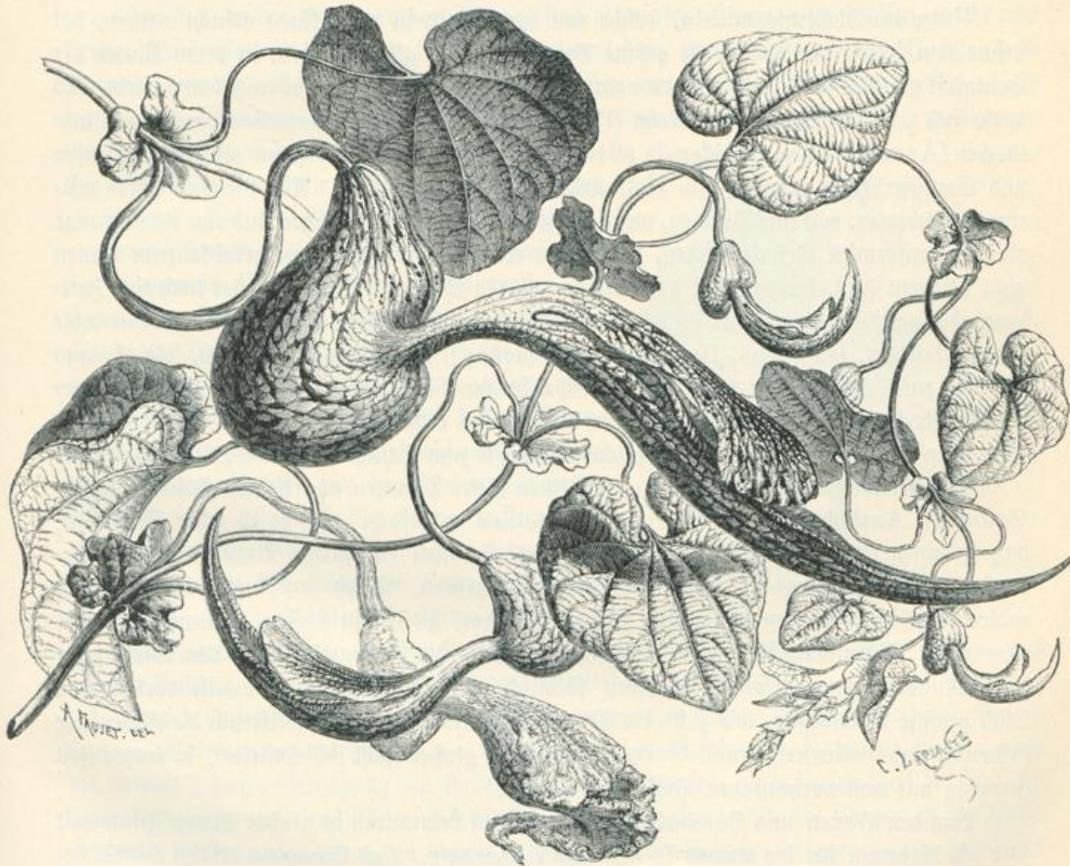
*Arum conocephaloides*, die vordere Wand der Blütenhülle entfernt, zu unterst an den Kolben die Fruchtblüten, darüber die erste Keuse, dann die Pollenblüten, dann eine zweite Keuse. Im Grunde des Kessels zahlreiche Mücken aus der Gattung *Ceratopogon*, deren Entschlüpfen durch die starren, abwärts gerichteten Spigen der unteren Keuse zeitweilig verhindert wird.

behaften, um ihn weiterhin zu anderen jüngeren Blüten zu bringen, erst dann erschlaffen die Borsten der Keuse, die Einschnürung der Blütenhülle lockert und erweitert sich, und nun können die Gefangenen ihren zeitweiligen Unterstand wieder verlassen. Bei dem nebenstehend abgebildeten *Arum conocephaloides* sind zwei Keusen vorhanden, eine untere und eine obere. Die Borsten der oberen Keuse erschlaffen später als jene der unteren, und wenn die aus dem unteren Stockwerke des Kessels dem Ausgange zuwandernden Mücken nach dem Erschlaffen der unteren Keuse in das obere Stockwerk kommen, werden sie dort eine Zeitlang durch die noch starre obere Keuse aufgehalten, tummeln sich hier in der Region der Pollenblüten herum und beladen sich unvermeidlich mit Pollen. Erst wenn das geschehen ist, erschlafft auch die obere Keuse, und die Mücken können nun ungehindert wieder aus dem Gefängnis entweichen.

Es ist erstaunlich, wie viele und wie vielerlei Insekten in den Aroideenblüten einen Unterstand suchen und finden. Die kleineren Aroideen, so z. B. das in den mitteleuropäischen Laubwäldern verbreitete *Arum maculatum*, werden vorzüglich von kleinen Mücken, namentlich von *Psychoda phallaeoides*, aufgesucht, und es ist keine Seltenheit, daß man in einem einzigen Kessel mehrere Hunderte dieser Tiere findet. In dem Kessel der Blütenhülle des im Wiener Botanischen Garten gepflanzten *Arum conocephaloides* hatten sich drei Arten kleiner schwarzer Mücken aus der Gattung *Ceratopogon* eingefunden, und in einer dieser Blütenhüllen, welche in Alkohol versenkt und nachträglich geöffnet worden war, fanden sich nahezu tausend solcher Mücken eingesperrt. Im Grunde einer einzigen Blütenhülle des italienischen Aroidees (Arum italicum) fand man gleichfalls Fliegen, und zwar bis zu 16 verschiedene Arten in ein und demselben Kessel, vorzüglich aus den Gattungen *Chironomus*, *Limosina*, *Sciara* und *Psychoda*. Die Aroidee *Dracunculus crinitus* wird vorwiegend von größeren Fliegen, namentlich *Somomyia Caesar* und *Anthomyia scalaris*, aufgesucht. In den Kesseln des im Wiener Botanischen Garten zur Blüte gekommenen *Dracunculus creticus* hatten sich neben zahlreichen grünen, goldbigglänzenden Fliegen aus den Gattungen *Anthomyia*, *Lucilia* und *Somomyia* auch verschiedene Nasenkäfer (*Aleochara fuscipes*, *Dermestes undulatus*, *Saprinus nitidulus* usw.) eingefunden, und in den Blütenhüllen des in Italien vorkommenden *Dracunculus vulgaris* wurden fast nur Nasenkäfer, vorzüglich aus den Gattungen *Dermestes* und *Saprinus*, beobachtet. In einer einzigen Blütenhülle der zuletzt genannten

Pflanzenart fanden sich einmal mehr als 250 Stück Maskäfer, welche elf verschiedenen Arten angehörten, so daß solche Blüten Fundgruben für Entomologen darstellen.

Eine überraschende Ähnlichkeit mit den Blütenscheiden der Aroideen haben die Blumen der Gattung Osterluzei (*Aristolochia*). Wie bei den Aroideen die Blütenscheide, gliedert sich bei den Aristolochien das Perigon in drei Abteilungen. Zuvörderst der Saum, welcher bei den europäischen Arten die Gestalt einer Tüte hat, bei den tropischen amerikanischen Arten



*Aristolochia ringens*. (Nach Baillon.)

aber auch viele andere seltene Formen annimmt, insbesondere bei der obenstehend abgebildeten *Aristolochia ringens* in eine fahnförmige Unterlippe und eine deckelförmige Oberlippe vorgezogen ist, zweitens das röhrenförmige Mittelstück, welches verschiedene Einrichtungen zeigt, die den obdachsuchenden Tieren zwar den Eingang, aber nicht den Ausgang gestatten, und endlich drittens der tonnenförmig, kesselförmig oder blasenförmig erweiterte Blütengrund, in welchem sich die Narbe und die Antheren befinden, und der auch das Ziel der obdachsuchenden Insekten bildet. Es muß später ohnedies noch ausführlicher besprochen werden, in welcher Weise die in den Kessel einkriechenden Insekten den Pollen aufladen und abladen, und es genügt daher, hier in Kürze zu bemerken, daß die Tiere so lange im Kessel zurückgehalten

werden, bis sich dort die Antheren geöffnet haben. Erst wenn das geschehen ist, treten in dem röhrenförmigen Mittelstücke Veränderungen ein, welche es den Gefangenen möglich machen, aus ihrem zeitweiligen Verliese zu entweichen.

### Die Anlockung der pollenübertragenden Tiere durch Genußmittel.

Unter den Nahrungsmitteln, welche von den Tieren in den Blüten gesucht werden, hat neben dem Honig der Pollen die größte Bedeutung. Es gibt Pflanzen, in deren Blüten der Honigsaft gänzlich fehlt, und wo den nahrungsuchenden Tieren nur Pollen geboten wird. Als solche sind z. B. die Tulpen, der Mohn (*Papaver*), das Leberkraut (*Hepatica*), mehrere Windröschen (*Anemone alpina*, *baldensis*, *silvestris* usw.), die Rosen (*Rosa*) und zahlreiche Zistrosen und Sonnenröschen (*Cistus* und *Helianthemum*) bemerkenswert. Alle stimmen darin miteinander überein, daß ihre Blumen, wenn sie geöffnet sind, aufrechtstehen und eine sternförmige oder schalenförmige Gestalt besitzen, so daß der etwa aus den Antheren herabfallende Pollen nicht verloren geht, sondern auf der konkaven oberen Seite der Blumenblätter noch eine Zeitlang abgelagert bleibt, wie das besonders auffallend bei den Blüten der mohnartigen Gewächse (*Eschscholtzia*, *Glaucium*, *Roemeria*, *Argemone*; s. Abbildungen, S. 290, Fig. 1, und S. 391) zu sehen ist. Mit den später zu besprechenden honigführenden Blüten verglichen, erscheinen sie stets sehr einfach gebaut, was sich daraus erklärt, daß bei ihnen besondere Einrichtungen zur Abscheidung und Aufspeicherung sowie zum Schutze des Honigs überflüssig sind.

Mit besonderer Vorliebe werden die Blüten dieser Pflanzen von kleinen Käfern aus den Gattungen *Anthobium*, *Dasytes* und *Meligethes* aufgesucht, und es ist keine Seltenheit, daß in einer einzigen Zistrosen- oder Sonnenröschenblüte ein halbes Duzend *Dasytes* gefunden werden, die dort mit Heißhunger Pollen verzehren. Nächst den Käfern kommen auch zahlreiche Fliegen zu den honiglosen Blüten, um dort Pollen zu fressen, namentlich gewisse Muszideen, *Stratiomyideen* und *Syrphideen*, welche die Pollenzellen mit den Endklappen ihrer Mundwerkzeuge erfassen, dieselben förmlich zermalmen und partienweise verschlucken. Auch gewisse Aderflügler, wie z. B. die Arten der Gattung *Prosopis*, weiterhin die Blasenfüße (*Thrips*) sind Pollenfresser und können, wenn sie in großer Zahl sich einstellen, in kurzer Zeit gewaltig mit dem vorhandenen Pollen aufräumen.

Von den Bienen und Hummeln wird der Pollen bekanntlich in großer Menge gesammelt und als Nahrung für die Larven in den Bau eingetragen. Das Sammeln erfolgt mittels besonderer Haare und Borsten, welche die verschiedenen Teile des Körpers, zumal den Hinterleib und die Schienen und Fersen der Hinterbeine, bekleiden. Ein Teil der Haare ist weich und biegsam, hat die Gestalt zarter Federchen, und wenn derlei Haargebilde gehäuft nebeneinander stehen, so wirken sie wie ein Flederwisch als wahre Staubsänger. Es bleibt daher der Pollen, mit dem sie bestreut oder über den sie hingestreift und hingeschleift werden, zwischen den Federchen hängen, kann aber nachträglich ebenso leicht wieder aus denselben entfernt werden. Andere Haare sind, wie gesagt, kurz und steif, machen den Eindruck von Wimpern und Borsten, ordnen sich in regelmäßige Reihen und fügen sich so zusammen, daß kleine Bürsten entstehen. Bei den Hummeln und Bienen finden sich Bürsten an den Fersen beider Hinterbeine, während bei den Arten der Gattung *Osmia* nur eine einzige Bürste an der unteren Seite des Hinterleibes ausgebildet ist. Wenn die genannten Insekten über pollenbedeckte Antheren oder über

Blumenblätter, auf welche loser Pollen hinabgefallen ist, mit den Beinen oder mit dem Hinterleibe hinstreifen, so kehren sie den Pollen mit den kleinen Bürsten ab, und es erscheinen danach die Räume zwischen den kurzen Bürstchen der Bürste mit Pollen ganz vollgepfropft. Auch können die Bienen und Hummeln mit Hilfe der an den Fersen der Hinterbeine angebrachten Bürsten den Pollen, der sich in den weichen Haaren ihres eigenen Pelzes verfangen hat, abkänmen und abfegen, und es werden so diese Bürsten zu trefflichen Sammelvorrichtungen des Pollens. Bei diesen Insekten finden sich überdies noch eigentümliche Vorrichtungen, die man mit Körbchen verglichen hat, an den Beinen ausgebildet; es sind glatte, scharf umgrenzte Stellen, welche von steifen, stäbchenförmigen Borsten förmlich eingezäunt sind, und in welche der zu Klumpen und Knäueln vereinigte Pollen eingepfercht, aufgespeichert und nach Hause getragen wird. Viele der in Rede stehenden Aderflügler besuchen den Pollen, welchen sie einsammeln wollen, zumal dann, wenn er mehlig oder staubförmig ist, mit Honigsaft, um ihn dann in die Körbchen einzukneten zu können. Wenn z. B. die Bienen den lockeren, aus den Rissen der Antheren hervorgebrängten Pollen des Wegerichs (*Plantago*) gewinnen wollen, so speien sie auf denselben zuerst aus der vorgestreckten Saugröhre Honig, wodurch die lockere Masse gewissermaßen gebunden und zum Einsammeln geeignet wird. Auch wird häufig der einzusammelnde lockere Blütenstaub mit Säften aus dem angestochenen, prallen, saftstrogenden Gewebe der benachbarten Blumenblätter verfest. Ist der Pollen klebrig, so sind derlei Zurichtungen überflüssig. Es genügt dann die leiseste Berührung und das flüchtigste Anstreifen, damit der Pollen an dem Insektenleibe haften bleibt. Sogar ganz glatte, haarlose Stellen der Brust, des Hinterleibes und der Beine können mit solchem Pollen, der sich dort ohne weiteres festheftet, besetzt werden.



Honigpöfe, pollentreiche Blüte von *Argemone mexicana*.

Da der Insektenbesuch für die Blumen nur dann einen Vorteil bringt, wenn dieser Besuch auch eine Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte im Gefolge hat, so muß selbstverständlich die zu weit gehende Vertilgung des Pollens hintangehalten sein. Ein großer Teil des Pollens kann immerhin aus einer Blüte aufgefressen oder als Nahrung für die Larven in die Baue geschleppt werden, aber etwas soll immer an dem Leibe der Besucher hängen bleiben, damit die Narben anderer Blüten mit Pollen versehen werden können. Tatsächlich ist das auch der Fall und wird vorzüglich durch einen Überfluß von Pollen erreicht. Alle jene Blüten, welche keinen Honig enthalten und den Insekten nur Pollen als Nahrung anbieten, wie z. B. jene der oben abgebildeten *Argemone*, zeichnen sich durch eine große Menge von Pollenblättern aus, und diese erzeugen so viel Pollen, daß trotz weitgehender Angriffe von seiten der Insekten immer noch der Bedarf zur Belegung der Narben gedeckt ist. Die pollenfressenden Käfer, welche solche Blüten besucht haben, sind stets mit Pollen ganz eingepudert, können sich des an Brust, Hinterleib, Flügeldecken und Beinen haftenden Blütenstaubes bei dem Verlassen der Blüten nicht sofort entledigen und verschleppen diesen daher regelmäßig in andere Blüten. Auch die Bienen und Hummeln, welche in solche Blüten einfliegen, kommen wie mit Mehl bestäubt zurück, und wenn sie auch nachmals

mit ihren Fersenbürsten fleißig über den Pelz fahren, um den Pollen abzukehren, so bleibt doch immer noch so viel übrig, als notwendig ist, damit auch die Narben ihren Teil bekommen, wenn nachträglich die genannten Tiere von der einen zur anderen Blüte hinüberfliegen.

In den Blüten, welche Honig in ihren Tiefen bergen, ist mit dem Pollen sehr gespart, und es ist auch Vorsorge getroffen, daß derselbe nicht vergeudet und unnützerweise verzettelt wird. Die Tiere, welche sich bei pollenarmen Blüten einfänden, sind ohnedies vorwiegend Honigsauger und gehen nicht darauf aus, Pollen zu fressen oder ihn zu sammeln und für ihre Brut in den Bau zu tragen. Sie werden vielmehr mit dem Pollen bestreut, bestrichen und beklebt, ohne daß sie es wollen, und bisweilen scheint es, daß ihnen diese Belastung nicht gerade sehr angenehm ist. Ebenfowenig kann sie ihnen aber widerwärtig sein; denn man sieht Tiere, welche soeben von einer den Pollen austreuenden Blüte wie erschreckt davongeflogen sind, im nächsten Augenblicke doch wieder zu einer zweiten Blüte derselben Pflanzenart herankommen und sich der gleichen Behandlung aussetzen. Es wäre auch seltsam, wenn in den Blüten einerseits Einrichtungen getroffen wären, welche Insekten anlocken, damit sie den Pollen von Stock zu Stock übertragen, und wenn dieselben Blüten zugleich auch darauf eingerichtet wären, die eingeladenen und angelockten Gäste zu verschrecken und sie von weiteren Besuchen abzuschrecken. Ein solcher Widersinn kommt im Reiche der Blüten niemals vor; vielmehr zeigen alle Einrichtungen, welche mit der Übertragung des Pollens zusammenhängen, eine Harmonie, welche jeden, der sich mit den einschlägigen Beobachtungen eingehender beschäftigt, mit Staunen erfüllt und zur Bewunderung hinreißt.

Dem Pollen in der äußeren Erscheinung sehr ähnlich, in der Entwicklung aber von ihm gänzlich verschieden sind die staub- und mehrlartigen Belege, welche die Blüten einiger Orchideen, zumal der Gattungen *Eleanthus* und *Polystachya*, auszeichnen. Sie bestehen aus einem Haufwerke loser rundlicher Zellen und gehen durch Zerfall aus perlenkettenschnurähnlichen Reihen hervor, welche sich von der Oberhaut der jugendlichen Blumenblätter erheben. Meistens ist es nur jenes unpaarige, unter dem Namen Lippchen bekannte Blatt der Orchideenblüte, an welchem die Belege entstehen, und dieses präsentiert sich dann wie ein mit Mehl gefülltes kleines Becken. Die losen Zellen, die den Eindruck von Mehl oder Staub machen, enthalten Stärke, Zucker, Fett und eiweißartige Verbindungen, bilden daher eine vortreffliche Nahrung und dienen ganz ähnlich wie die Pollenzellen als Anlockungs- und Genußmittel für Insekten.

Im ganzen genommen sind diese staub- und mehrlartigen Belege auf den Blumenblättern selten. Desto häufiger kommt es vor, daß Zellenreihen und Zellengewebe, welche von der Oberhaut bestimmter Blütenteile ausgehen und dem unbewaffneten Auge als Papillen, Haare, Schwielen und Warzen erscheinen, den blütenbesuchenden Insekten als Nahrung angeboten werden und insofern auch als Lockmittel zu gelten haben. In den Blüten des Portulaks (*Portulaca oleracea*) erscheint ein den kugelförmigen Fruchtknoten überdeckender ringförmiger Wulst ausgebildet, an dessen innerem Rande die Pollenblätter, an dessen Umfang die Blumenblätter entspringen. Zwischen diesen beiden Blattkreisen sieht man den fleischigen Wulst ganz dicht mit glashellen Papillen besetzt, welche zwar keinen Saft ausscheiden, aber von den die Blüten besuchenden kleinen Insekten ausgefogen und bisweilen auch förmlich abgeweidet werden. Dasselbe gilt von den zarten Haaren, mit welchen die Träger der Antheren des Gauchheils, der Königskerze und Tradescantie (*Anagallis*, *Verbascum*, *Tradescantia*) besetzt sind, und welche sich unter dem Mikroskop als saftreiche vereinzelte oder reihenweise gruppierte Zellen ausweisen, ebenso von den Haaren, welche den Grund des ausgehöhlten Perigonblattes in der

Blüte des Frauenschuhs (*Cypripedium*) bekleiden. Bei mehreren Arten der Gattung *Lysimachia* ist der Fruchtknoten mit kleinen Wärzchen besetzt, deren saftreiche Zellen von den Tieren ausgesogen oder verzehrt werden, und in den Blüten der Frühlingsknotenblume (*Leucojum vernum*) findet sich ein kissenförmiger, den Griffel umwallender Zellgewebskörper, dessen Bedeutung mit jener der eben erwähnten kleinen Warzen übereinstimmt. Auch zahlreiche Orchideen, namentlich aus den Gattungen *Odontoglossum*, *Oncidium* und *Stanhopea*, tragen an ihrem Perigon fleischige Schwielen, Zapfen und Rämme, welche in demselben Sinne gedeutet werden.

Häufig kommt es auch vor, daß begrenzte Teile der flachen Blumenblätter aus einem Zellgewebe bestehen, welches von den Mundwerkzeugen der Insekten leicht durchbohrt und ausgesogen werden kann. Diese Teile unterscheiden sich gewöhnlich durch lebhafteren Glanz von der Umgebung, und man möchte glauben, daß dort eine dünne Schicht von Flüssigkeit ausgebreitet sei, obgleich es in Wirklichkeit nicht der Fall ist. Besonders auffallend sind in dieser Hinsicht die Blüten des *Centunculus minimus*, einer winzigen Primulazee, deren beckenförmige Blumenkrone am Grunde mit schwachgewölbten großen saftreichen Oberhautzellen tapetisiert ist, die, von der Sonne beschienen, wie Silber glänzen. Ähnlich verhalten sich auch die Blumenblätter der Blutwurz (*Sanguinaria*), des Hartheus (*Hypericum*), des Goldregens (*Cytisus Laburnum*), des Besenstrauchs (*Spartium*) und noch vieler anderer Pflanzen. Daß auch die Blumenblätter der Hyazinthen und mehrerer Windröschen, die Blüten des Tausendgüldenkrautes (*Erythraea*) sowie die hohlen, honiglosen Sporne unserer Wiesenorchideen (*Orchis mascula*, *militaris*, *Morio* usw.) von den Insekten angestochen und ausgesogen werden, ist gleichfalls durch wiederholte Beobachtungen nachgewiesen, und es ist hier am Platze, hervorzuheben, daß zum Anbohren saftreicher Zellgewebe nicht nur Fliegen, Bienen und Hummeln, sondern selbst Schmetterlinge befähigt sind. Die letzteren haben an den Enden der Kieferladen, welche ihren Rüssel zusammensetzen, spitzzackige Anhängsel, mit welchen sie das saftreiche Gewebe zuerst aufrißen, um es dann des Saftes zu berauben.

Eine seltsame Anlockung jener Insekten, welche saftreiche Gewebe anzustechen und auszusaugen gewohnt sind, wurde an den im Altai, Kaukasus und Taurus heimischen Arten der Gattung *Eremurus* beobachtet. Diese zu den Liliaceen gehörigen Gewächse tragen auf hohem Schaft eine während des Blühens sich mächtig verlängernde Blütentraube. Wenn sich die Blütenknospen öffnen, sind die Blumenblätter flach ausgebreitet und umgeben als ein sechsstrahliger Stern die noch geschlossenen Antheren. Das dauert aber nur kurze Zeit. Sobald die Antheren aufspringen und ihren hastenden orangefarbenen Pollen ausbieten, rollen sich die Blumenblätter ein, werden welk und bilden einen kleinen, schmutzig rotbraunen Knäuel, von dem sich sechs grünliche dicke Schwielen abheben. Diese Schwielen, welche nichts anderes sind als die saftreichen Riele an der Rückseite der Blumenblätter, machen den Eindruck von grünen Blattläusen. Die Schwebefliege *Syrphus pirastris*, welche bekanntlich Blattläuse aufsucht, sie ansieht und aussaugt, scheint diese Schwielen auch für Blattläuse zu halten; wenigstens stößt sie auf die eingerollten Blumen der *Eremurus* gerade so los wie auf Blattläuse, und, was das merkwürdigste an der Sache ist, sie belädt sich bei diesem Vorgehen mit den Pollen der vor den Blüten stehenden Antheren und überträgt ihn auf die Narben anderer Blüten.

Es wird später noch wiederholt von Pflanzen die Rede sein, deren Blüten nur einen Tag, nur eine Nacht, ja selbst nur einige Stunden hindurch geöffnet sind. Die Blumenblätter dieser Gewächse haben die Eigentümlichkeit, daß sie bei dem Verwelken rasch verfallen, verfärben, zerknittern, sich einrollen und weich werden. Der Zellsaft tritt dann aus dem Gewebe hervor und

bedeckt die Oberfläche mit einer dünnen Flüssigkeitsschicht. Derlei weiche Blumenblätter werden gleichfalls von Insekten, zumal von Fliegen, aufgesucht, welche den Saft lecken und saugen und bei dieser Gelegenheit die Narbe mit dem von anderen Blüten mitgebrachten Pollen belegen. So verhält es sich z. B. bei *Calandrinia*, *Tradescantia* und *Villarsia*. Im ganzen genommen ist dieser Vorgang aber selten, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil die Zahl der Pflanzen mit so kurzlebigen Blüten sehr beschränkt ist.

Dagegen ist die Ausscheidung von Säften an der Oberfläche frischer Gewebe in den mehrere Tage hindurch offen bleibenden Blüten eine weitverbreitete Erscheinung, und es dürfte nicht viel gefehlt sein, wenn man annimmt, daß diese Ausscheidung an 90 Prozent der von Insekten und Kolibris besuchten Blüten vorkommt. Der ausgeschiedene Saft enthält mehr oder weniger Zucker und schmeckt süß. Neben dem Zucker sind aber auch verschiedene andere Stoffe in gelöstem Zustand darin enthalten. Je nach dem wechselnden Gehalt an diesen Stoffen wechselt auch die Konsistenz, die Farbe und der Duft des Saftes vielfach ab. Bald ist derselbe wässrig und farblos, bald dickflüssig und braun wie Sirup. Der dunkle Saft, wie er in den Blüten von *Melianthus* vorkommt, hat einen unangenehmen, ja geradezu widerlichen Duft; in den meisten Fällen stimmt aber der Duft mit jenem des Bienenhonigs überein. Es ist auch der Hauptsache nach der in Rede stehende süße Saft nichts anderes als Honig, und dieser Name wird ihm daher jetzt von den meisten Botanikern auch beigelegt. Von den Botanikern früherer Zeit wurde er Nektar genannt, und die ihn zubereitenden und aufspeichernden Teile der Blüte, wenn sie deutlich umgrenzt sind, hat man als Nektarien angesprochen.

Die Ausscheidung des Honigs erfolgt in den meisten Fällen durch Spalten, und diese sind entweder gleichmäßig über die Oberfläche des betreffenden Gewebes verteilt oder auf bestimmte Stellen zusammengedrängt. Gewöhnlich sind die Spaltöffnungen groß und von jener Form, welche man Wasserspalten genannt hat. (Vgl. Bd. I, S. 169.) Bei den Weiden (*Salix*) trägt das zapfenförmige oder tafelförmige Nektarium an seinem abgestutzten Ende nur eine einzige große Wasserspalte, aus welcher farbloser Honig hervorquillt. Es gibt auch Nektarien, welche der Spaltöffnungen ganz entbehren, und wo der süße Saft auf diosmotischem Wege durch die äußere Wand der Oberhautzellen zutage tritt. Bisweilen scheint eine innere Schicht dieser Zellwände zu verschleimen, sich in Gummi und weiterhin in Zucker umzusetzen und dann aus den Rissen der blasenförmig emporgehobenen und berstenden Kutikula hervorzuströmen.

Die Menge des zutage tretenden Honigs ist sehr verschieden. Bei manchen Pflanzen sind die aus zerstreuten Spaltöffnungen der Blumenblätter hervorkommenden Tröpfchen so klein, daß man sie mit freiem Auge kaum zu erkennen vermag, bei anderen bildet der Honig einen äußerst dünnen Überzug, so daß man glauben könnte, es sei das betreffende Gewebe mit einem feuchten Pinsel bestrichen worden. In den meisten Fällen fließen die kleinen Tröpfchen zu größeren Tropfen zusammen und erfüllen dann die zu ihrer Aufnahme bereiten Rinnen, Röhren, Gruben und Becher. Mitunter füllen sich diese Behälter bis zum Übermaß, und es träufelt dann bei dem geringsten Anstoß der süße Saft in Tropfenform aus den Blüten herab. So verhält es sich z. B. bei dem im Kaplande vorkommenden *Melianthus major*, aus dessen mit einem kapuzenförmigen großen Honigbehälter ausgestatteten Blüten beim Schütteln des Blütenstandes ein förmlicher Honigregen niedergeht. Von einer tropischen Orchidee, namens *Corianthes*, wird aus zwei kleinen hornförmigen Fortsätzen der Blüte so viel flüssiger Honig abgeschieden, daß er längere Zeit von den Spitzen der Hörner herabtropft. Das untere Ende des sogenannten Lippchens ist ausgehöhlt, und allmählich wird diese Aushöhlung von dem





Alpenleinkraut im Kalkgerölle.  
Nach der Natur von Ernst Heyn.





Alpenleinkraut im Kalkgerölle.

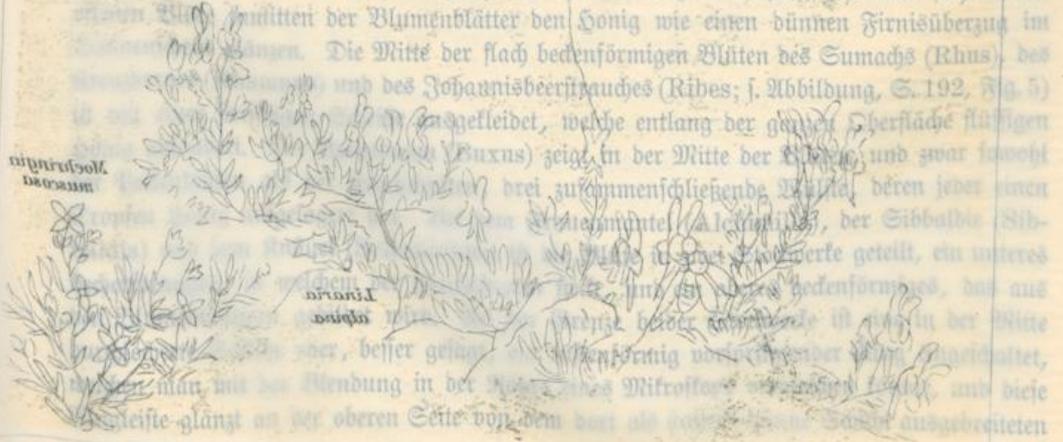
Nach der Natur von Ernst Heyn.

herabströmender Honig wird ausgefüllt. Die Menge süßer Flüssigkeit, welche sich hier an-

sammelt, beträgt ungefähr 30 g. In den meisten Blüten erhält sich der für die Anlockung der Insekten wichtigste Bestandteil des Honigs, das ist der Zucker, in gelöstem Zustande, was einerseits von seinen chemischen Ver-

hältnissen, andererseits auch davon abhängt, daß die süße Flüssigkeit in den versteckten Gruben und Röhren der Blüten der Verdunstung ausgesetzt ist. Nur bei einigen Orchideen aus der Gattung *Aerides* finden sich aus dem süßen Saft in den Blüten Zuckerkristalle von ansehnlicher Größe. Das ist außerhalb der Blüten die aus den Hüllschuppen gewisser Korblblätter hervor-

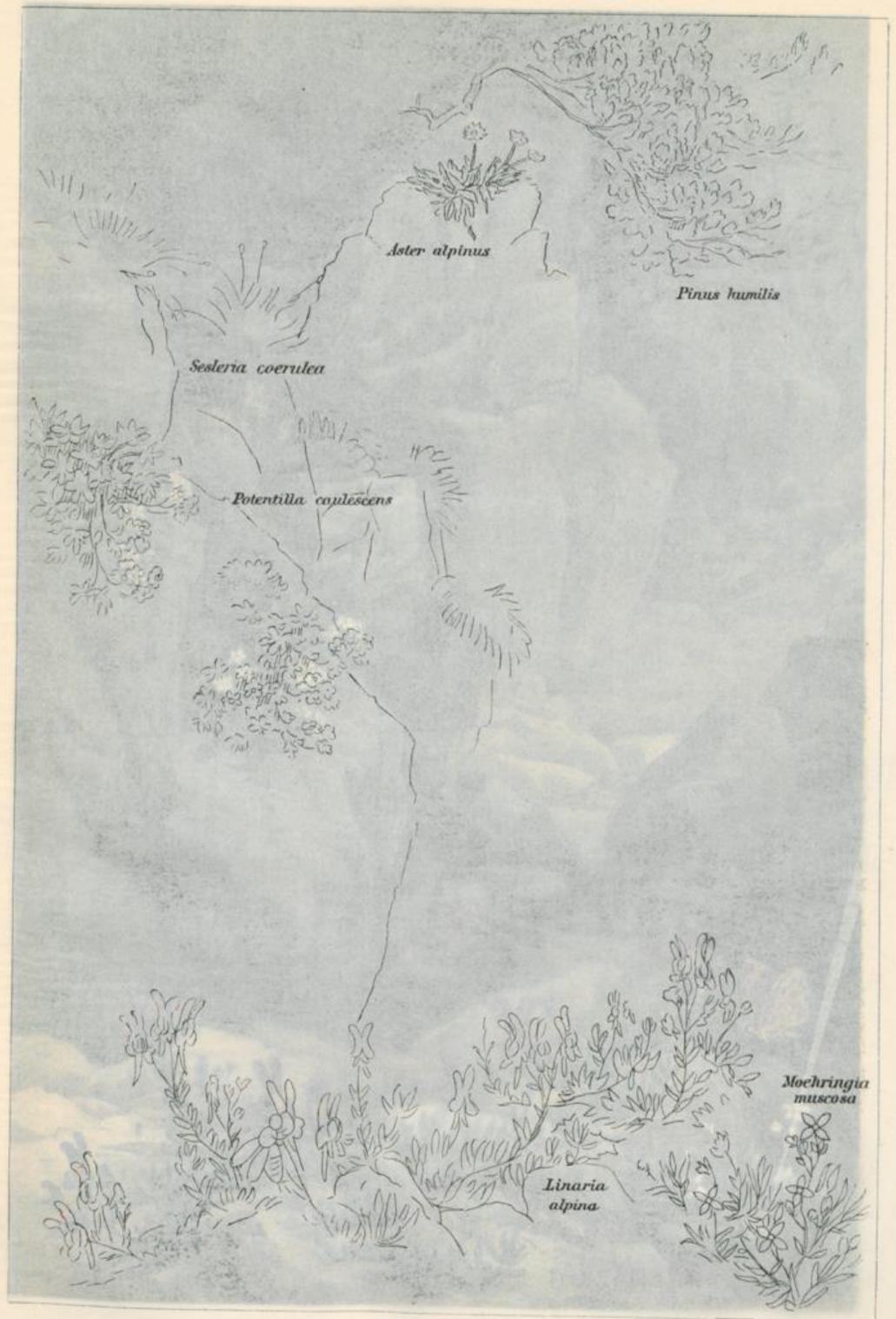
quellende Zuckerkristalle in krümelige kristallinische Klümpchen umwandelt, gehört, strenggenom- men, nicht hierher, mag aber doch eine kurze Erwähnung finden. Es wird auf diese Form des Zuckers als vielumworbene Nahrung der Ameisen in einem späteren Kapitel die Rede kommen. Gewöhnlich verbleibt der Honig unmittelbar an jener Stelle, wo er gebildet und aus-



Nippelholz  
Buxus

Nippelholz  
Buxus

[Zur Tafel: »Alpenleinkraut«.]



Alpenleinkraut im Kalkgerölle.

Nach der Natur von Ernst Meyer.

herabträufelnden Honig ganz ausgefüllt. Die Menge süßer Flüssigkeit, welche sich hier ansammelt, beträgt ungefähr 30 g.

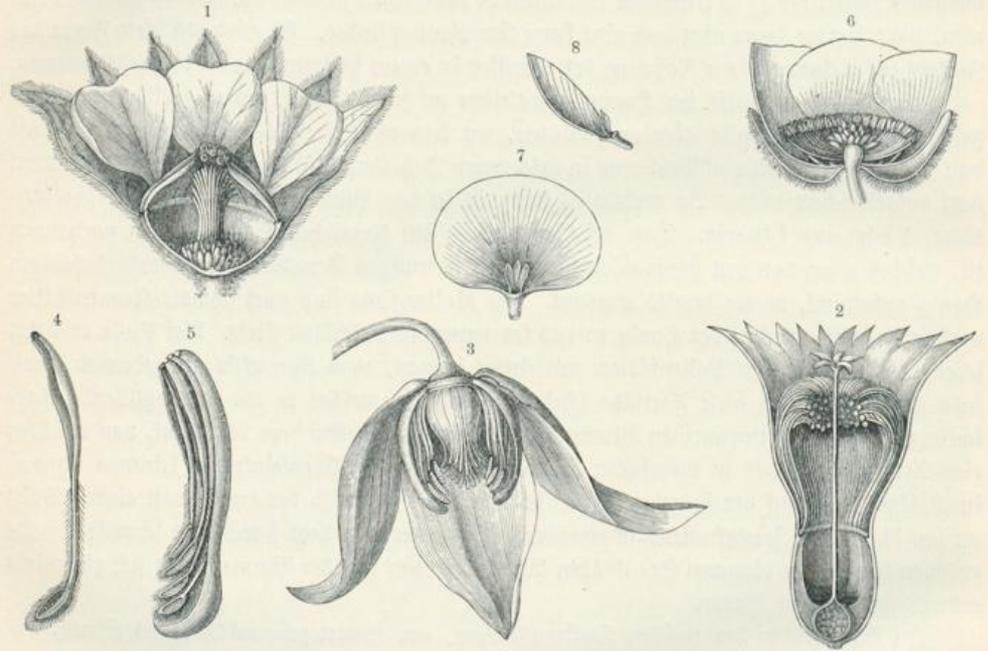
In den meisten Fällen erhält sich der für die Anlockung der Insekten wichtigste Bestandteil des Honigs, das ist der Zucker, in gelöstem Zustande, was einerseits von seinen chemischen Verhältnissen, andererseits auch davon abhängt, daß die süße Flüssigkeit in den versteckten Gruben und Röhren der Blüten der Verdunstung weniger ausgesetzt ist. Nur bei einigen Orchideen aus der Gattung *Aërides* bilden sich aus dem süßen Saft in den Blüten Zuckerkristalle von ansehnlicher Größe. Daß sich außerhalb der Blüten die aus den Hüllschuppen gewisser Korbblütler hervorgehende Zuckerkristalle in krümelige kristallinische Klümpchen umwandelt, gehört, strenggenommen, nicht hierher, mag aber doch eine kurze Erwähnung finden. Es wird auf diese Form des Zuckers als vielumworbene Nahrung der Ameisen in einem späteren Kapitel die Rede kommen.

Gewöhnlich verbleibt der Honig unmittelbar an jener Stelle, wo er gebildet und ausgeschieden wurde; es gibt aber auch Blüten, wo das nicht der Fall ist, wo der süße Saft von der Ursprungsstelle abfließt und in besonderen Behältern, die man Safthalter genannt hat, aufgespeichert wird. So verhält es sich z. B. in den Blüten von *Coryanthes*, *Melianthus*, *Viola* und *Linaria*. Daß bei *Coryanthes* ein förmliches Sammelbecken vorhanden ist, welches allen von den honigabsondernden hornförmigen Gewebekörpern herabträufelnden Honig aufnimmt, wurde bereits erwähnt. Bei *Melianthus* sind zwei schmale Kronenblätter vorhanden, von welchen der Honig in das kapuzenartige Kelchblatt fließt. Bei *Viola* erscheint jedes der zwei unteren Pollenblätter mit einem langen, vom Konnektiv ausgehenden Fortsatz ge schmückt, und diese Fortsätze scheiden Honig ab, welcher in die sie umhüllende Ausfackung des unteren unpaarigen Blumenblattes herabsickert. Bei dem Leinkraut, von welchem eine Art, nämlich das in mehrfacher Hinsicht interessante „Alpenleinkraut (*Linaria alpina*) im Kalkgerölle“, auf der beigehefteten Tafel abgebildet ist, wird der Honig von einem Wulst an der Basis des Fruchtknotens abge sondert, fließt aber von dort durch eine schmale Spalte zwischen den beiden längeren Staubfäden hindurch in den von der Blumenkrone sich rückwärts erstreckenden hohlen Sporn.

In den Blüten der meisten Doldenpflanzen, der Hartriegelgewächse, des Efeus, des Milzkrautes, zahlreicher Arten der Gattung Steinbrech und Spindelbaum ist ein dem Fruchtknoten auflagerndes Gewebepolster ausgebildet; die Staubfäden und Blumenblätter stehen um dieses Polster im Kreise herum, ohne dasselbe aber zu verdecken, und man sieht in der offenen Blüte inmitten der Blumenblätter den Honig wie einen dünnen Firnisüberzug im Sonnenschein glänzen. Die Mitte der flach beckenförmigen Blüten des Sumachs (*Rhus*), des Kreuzdornes (*Rhamnus*) und des Johannisbeerstrauches (*Ribes*; s. Abbildung, S. 192, Fig. 5) ist mit einer fleischigen Scheibe ausgekleidet, welche entlang der ganzen Oberfläche flüssigen Honig absondert. Der Buchsbaum (*Buxus*) zeigt in der Mitte der Blüten, und zwar sowohl der Pollenblüten als der Fruchtblüten, drei zusammenschließende Wülste, deren jeder einen Tropfen Honig aufgelagert hat. Bei dem Frauenmantel (*Alchimilla*), der Sibbaldie (*Sibbaldia*) und dem Knäuel (*Scleranthus*) ist die Blüte in zwei Stockwerke geteilt, ein unteres becherförmiges, in welchem der Fruchtknoten steckt, und ein oberes beckenförmiges, das aus den Blumenblättern gebildet wird. An der Grenze beider Stockwerke ist eine in der Mitte durchlöcher te Scheibe oder, besser gesagt, ein leistenförmig vorspringender Ring eingeschaltet, welchen man mit der Blendung in der Röhre eines Mikroskops vergleichen könnte, und diese Ringleiste glänzt an der oberen Seite von dem dort als äußerst dünne Schicht ausgebreiteten

Honig. Ganz seltsam nehmen sich auch die honigausscheidenden Gewebe bei der Wolfsmilch (*Euphorbia*) aus. Die dicht zusammengedrängten Blüten sind von einer becherförmigen Hülle umgeben, deren Rand mit halbmondförmigen quer-ovalen oder rundlichen Gewebekörpern besetzt ist. Alle diese Gewebekörper glänzen an der oberen Seite von dem dünnen Überzug aus Nektar, ähnlich so wie das Gewebepolster, welches dem Fruchtknoten der Doldenpflanzen und des Spindelbaumes aufgelagert ist.

In den Blüten des Schlehdorns, der Mandel- und Pfirsichbäume, der Himbeeren und Erdbeeren, einiger Fingerkräuter und zahlreicher verwandter Arten ist im Umkreise des Frucht-



Nektarien: 1) Blüte eines Fingerkrautes (*Potentilla mierantha*), der vordere Teil der Blüte weggeschnitten; 2) Blüte der *Mammillaria glochidiata*, der vordere Teil der Blüte weggeschnitten; 3) Blüte der Alpenrose (*Atrages alpina*), der vordere Teil der Blüte weggeschnitten, 4) ein Pollenblatt der Alpenrose mit rinnenförmig ausgehöhltem Anthereuträger, 5) vier sich bedeckende rinnenförmig ausgehöhlte Pollenblätter, zusammengehalten von einem lösselförmigen Blumenblatt, von derselben Pflanze; 6) Blüte des Gletscherhahnenfußes (*Ranunculus glacialis*), der vordere Teil der Blüte weggeschnitten, 7) ein einzelnes Kronenblatt des Gletscherhahnenfußes, von oben gesehen, 8) dasselbe Blatt der Länge nach durchgeschnitten, von der Seite gesehen. Fig. 3 in natürl. Größe, die übrigen Figuren etwas vergrößert. (Zu S. 396—400, 402 und 403.)

knotens oder des Fruchtknotenköpfchens ein fleischiges Gewebe ausgebildet, welches, vom Blütenboden ausgehend, gleich einer Tapete dem Grunde des Kelches aufliegt (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1). Dieses Gewebe sondert Honig ab, der aber von außen nicht sichtbar ist, weil ihn die im Kreise herumstehenden, meist sehr zahlreichen Pollenblätter überdachen. Auch in den Blüten der Kakteen ist der unterste becherförmige oder röhrenförmige Teil der Blüte inwendig mit einer honigabsondernden Gewebeschicht ausgekleidet (s. obenstehende Abbildung, Fig. 2).

Bei den Daphnoideen, Skrofulariaceen, Gesneriaceen, Asperifoliaceen und Labiäten bildet das honigabsondernde Gewebe einen die Basis des Fruchtknotens ringförmig umschließenden Wall, während bei den verwandten Rhinanthaceen, zumal den Gattungen *Bartschia*, *Clandestina*, *Lathraea*, *Pedicularis*, nur ein einseitig der Basis des Fruchtknotens angeschmiegener Wulst und bei *Rhinanthus* und *Melampyrum* an derselben Stelle ein fleischiger, honigabsondernder

Lappen zu sehen ist. Auch bei den Schotengewächsen ist das Gewebe im Umkreise des Fruchtknotenstieles verdickt und gewulstet, und es erheben sich von demselben an bestimmten Stellen Warzen und Zapfen, welche den Honig ausscheiden. Bei den Levkojen (*Matthiola annua* und *incana*), bei *Alyssum*, *Schieverekia* und *Thlaspi* sieht man solche Warzen rechts und links von den zwei kurzen Pollenblättern, und bei *Alliaria* und *Draba* erhebt sich je eine Warze an der äußeren, den Blumenblättern zugewendeten Seite der längeren Staubfadenpaare. Ob diese Gebilde als metamorphosierte Blätter aufzufassen sind, mag dahingestellt bleiben. In manchen Fällen, wie z. B. bei *Haberlea*, *Paederota* und *Polemonium*, wo der ringförmige Wulst in fünf, und bei *Scrophularia*, wo er in zwei symmetrisch gestellte Lappen gegliedert ist, möchte man das letztere glauben. In den Blüten der Windlinge (*Konvolvulazeen*) ist die Basis des Fruchtknotens von fünf dicklichen, honigabsondernden gleichgroßen Schuppen umgeben, die zusammen einen kleinen Becher bilden, so daß man an ein im Eibecker stekendes Ei erinnert wird, und bei den *Krassulazeen* erhebt sich von dem ringförmigen Walle des Blütenbodens vor jedem Fruchtblatt ein Knötchen oder eine fleischige Schuppe, welche bald spatelförmig (*Sedum annuum*), bald lineal und am freien Ende zerschlüßt (*Sedum atratum*), überhaupt sehr mannigfaltig gestaltet ist. In diesen Fällen darf man die honigabsondernden Gebilde wohl zweifellos als metamorphosierte Blätter ansehen.

Verhältnismäßig selten sind die Fälle, wo die Honigbildung von den Fruchtblättern ausgeht, wie z. B. in den Blüten mehrerer *Primulazeen* (*Androsace*, *Aretia*), wo die flach gewölbte Decke des Fruchtknotens winzige Nektartröpfchen ausscheidet, und bei vielen *Gentianen* (*Gentiana acaulis*, *asclepiadea*, *Bavarica*, *Pneumonanthe*, *prostrata*, *punctata* usw.), wo die zwiebelartig verdickte Basis des Fruchtknotens fünf Wülste zeigt, welche reichlichen Honig für den Grund des Blumentrichters liefern. In den Blüten einiger *Lilazeen* und *Melanthazeen* (z. B. *Albuca*, *Ornithogalum*, *Tofieldia*) wird der Honig in den seitlichen Furchen des Fruchtknotens abgefordert, und bei der Zaunlilie (*Anthericum*) sowie dem Zwerglauch (*Allium Chamaemoly*) sieht man an jeder der drei Verbindungslinien der Fruchtblätter ein kleines Grübchen, aus welchem ein Honigtropfen hervorquillt.

Viel häufiger findet man die Nektarien an den Pollenblättern. Sie sind in allen Größen und Formen ausgebildet. Mitunter kommt es auch vor, daß ganze Pollenblätter in Nektarien umgewandelt sind, was natürlich nur auf Kosten der Antherenbildung erfolgen konnte. Die Pollenblätter der Heidelbeeren und Moosbeeren (*Vaccinium Myrtillus* und *uliginosum*), ebenso jene der Tulpen (*Tulipa*) haben an der verdickten breiten Basis der Antherenträger, und zwar an der äußeren, gegen die Blumenblätter gewendeten Seite, ein kleines, honigabsonderndes Grübchen. Bei der weitverbreiteten Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*) ist an den Pollenblättern knapp über jener Stelle, wo sie mit den violetten Blättern des Perigons verwachsen sind, ein orangefarbiger honigabsondernder Gewebekörper, und der dort erzeugte Honig erfüllt eine Rinne, welche das sich anschmiegende Perigonblatt durchzieht. Ebenso verhält es sich bei den anderen Zeitlosen und auch bei den Arten der Gattung *Trillium*. Bei den Storchschnabelgewächsen, insbesondere bei *Erodium* und *Geranium*, erhebt sich an der den Kelchblättern zugewendeten Seite von der Basis eines jeden der äußeren fünf Antherenträger ein warzenförmiges, bisweilen etwas ausgehöhltes Nektarium. Einen fast unerschöpflichen Reichtum an Formen zeigen auch die Nektarien an der Basis der fadenförmigen Antherenträger bei den Mieren und Nelfengewächsen. Bald sind sämtliche Staubfäden einer Blüte an ihrer Wurzel etwas verdickt und sondern aus einem gelblichen, dem Fruchtknoten zugewendeten

Gewebe Honig ab (wie z. B. bei *Telephium Imperati*), oder es ist an der Basis jedes Staubfadens ein Paar honigabsondernder Warzen zu sehen (wie z. B. bei *Alsine mucronata* und *verna*), bald wieder sind es nur die vor den Kelchblättern stehenden Pollenblätter, deren Fäden an der Basis schwielenförmig verdickt sind und an der dem Fruchtknoten zugewendeten grubig vertieften Seite Honig ausscheiden (wie z. B. bei *Cherleria sedoides*). In den Blüten der *Sagina Linnaei* sieht man jeden vor den Kelchblättern stehenden fadenförmigen Träger der Antheren am Grunde von einem becherförmigen Nektarium umwallt. Gar oft sind die Nektarien der benachbarten Pollenblätter in den Blüten der eben besprochenen Pflanzen zu einem Ringe miteinander verschmolzen, was bei den Storchschnabelgewächsen nur angedeutet ist, bei vielen Mieren (z. B. bei *Spergula*) und noch mehr bei den leinartigen und nelkenartigen Gewächsen (*Linum*, *Gypsophila*, *Dianthus*, *Lychnis*) recht auffallend hervortritt. Auch in den Blüten der meisten Schmetterlingsblütler sind es die Pollenblätter, welche den Nektar liefern. Neun miteinander verwachsene Staubfäden bilden eine Rinne, in welche der Fruchtknoten eingebettet



Blüte des Schneeglöckchens  
(*Galanthus nivalis*).

ist; dieser Fruchtknoten ist gegen den Blütengrund zu stielartig verschmälert, die Rinne dagegen etwas erweitert. So entsteht dort ein Hohlraum, und herein wird von dem angrenzenden Teile der Staubfadenrinne Honig abgeschieden. Nach oben ist der Hohlraum durch das zehnte Pollenblatt zugedeckt, das keinen Honig liefert. An der zu den Ranunkulazeen gehörigen Alpenrebe (*Atragene alpina*) ist es die rinnenförmig vertiefte innere Seite der Staubfäden, in welcher der reichliche, von Hummeln sehr eifrig aufgesuchte Honig ausgebildet wird (s. Abbildung, S. 396, Fig. 3, 4 und 5).

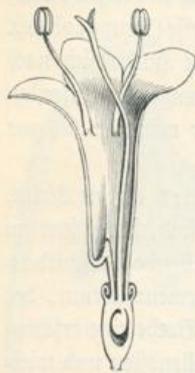
Sehr häufig wird der Nektar von den Blumenblättern ausgeschieden, und zwar sowohl von den Blättern jener Blumen, die man als Perigon anspricht, als auch jener, welche Kelch und Krone genannt werden. Bei dem Schneeglöckchen (*Galanthus nivalis*; s. obenstehende Abbildung) sieht man den Honig in parallelen Längsfurchen an der Innenseite der drei ausgerandeten Perigonblätter; in den Blüten der Lilien, wie beispielsweise *Lilium chalcedonicum*, *Carniolicum*, *Martagon* und *bulbiferum*, ist jedes Perigonblatt der Länge nach von einer mit Leisten oder auch mit geweihartig verzweigten und teilweise kolbenförmig verdickten Gewebewucherungen eingefassten Rinne durchzogen, und diese Rinne strotzt von dem in ihr abgesetzten reichlichen Nektar. Mehrere Orchideen, so namentlich die Arten der Gattung Zweiblatt (*Listera*), zeigen auch eine solche von süßem Saft erfüllte Rinne, aber nur an einem Blatte des Perigons, nämlich an dem sogenannten Lippchen (labellum), welches gleichzeitig auch die Anflugstelle für die honigsuchenden und die Rinne ausleckenden Insekten bildet. In den Perigonen der Sumpfwurz (*Epipactis*; s. Abbildung, S. 176, Fig. 3) ist das Lippchen grubig vertieft und macht den Eindruck einer mit Honig gefüllten Schale. Bei dem auf der Tafel in Band I bei S. 410 abgebildeten Ohnblatt (*Epipogon*) erscheint das dem Lippchen entsprechende Perigonblatt wie ein Helm oder wie eine phrygische Mütze nach oben gewölbt, und diese Wölbung birgt den an Ort und Stelle erzeugten reichlichen Honig. Bei vielen anderen Orchideen ist die Unterlippe des Perigons rückwärts ausgefacht, und in diese Ausfaltung, welche in der beschreibenden Botanik Sporn genannt wird, birgt sich gewöhnlich eine Fülle des süßen Saftes. Das Perigon der auf S. 403, Fig. 4, abgebildeten *Tricyrtis*

*pilosa* wird aus sechs Blättern aufgebaut, von diesen sind die drei äußeren nahe ihrem Grund ausgefackt und scheiden daselbst reichlichen Nektar ab. In den Blüten der Narzissen (*Narcissus*), des Schwertels und der Schwertlilien (*Gladiolus*, *Iris*), ebenso in jenen von *Sisyrinchium* und *Thesium* ist die Innenseite des röhrenförmigen Perigonteiles entweder ganz oder wenigstens im unteren Drittel in ein honigabsonderndes Gewebe umgewandelt, ohne daß sich dort besondere Ausfackungen zeigen. Ungemein zierlich sind die Nektarien bei den Perigonen der amerikanischen *Uvularia grandiflora*, bei den zahlreichen Arten der Gattung *Fritillaria*, namentlich bei der unter dem Namen Kaiserkrone in den Gärten häufig gepflegten *Fritillaria imperialis*, ausgebildet. Jedes der sechs Perigonblätter zeigt bei diesen Pflanzen an der Innenseite nahe der verdickten Basis ein rundliches, scharf umgrenztes Grübchen, in welchem ein großer Tropfen Honig funktelt.

Vergleichsweise selten ist die Honigausscheidung aus dem Gewebe der Kelchblätter. Am auffallendsten ist sie im Grunde der gefärbten, etwas ausgefackten und zugleich fleischigen Kelchröhre bei den verschiedenen Arten der Gattung *Cuphea* und der Kapuzinerkresse (*Tropaeolum*). Die Arten der zuletzt genannten Gattung haben einen Kelch, dessen obere Hälfte sich nach rückwärts in eine lange, kapuzenförmige Ausfackung fortsetzt. In dem verengerten untersten Teile dieser Ausfackung wird Honig erzeugt, und zwar so reichlich, daß er mitunter bis zur Mündung der Kapuze emporsteigt.

Und nun kommen endlich die Nektarien im Bereich der Kronenblätter an die Reihe. Wenn schon die honigbildenden Gewebe, welche am Blütenboden entwickelt sind, sowie jene an den Fruchtblättern, Pollenblättern, Perigonblättern und Kelchblättern auffallende Verschiedenheiten zeigen, so sind diese doch noch geringfügig im Vergleich zu dem Formenreichtum, der sich an den Blättern der Krone kundgibt. Es ist nicht möglich, in diesem Buche eine erschöpfende Darstellung dieser Gebilde zu geben, und es muß genügen, die auffallendsten und wichtigsten Formen für die weiterhin folgenden Schilderungen gewisser Vorgänge in den Blüten übersichtlich zusammenzustellen. In den Blumenkronen der Königskerzen, zumal in jenen von *Verbascum Blattaria* und *phoeniceum*, erfolgt die Ausscheidung von Honig auf dem unteren großen Kronenblatte, und zwar in Form zahlreicher über das Mittelfeld dieses Blattes zerstreuter Tröpfchen. Jedes Tröpfchen kommt aus einer Spaltöffnung hervor, und man sieht daher zur Zeit des Öffnens der Blumenkrone dieses Blatt wie mit Tau beschlagen. Das ist aber im allgemeinen der seltenere Fall; gewöhnlich fließen die ausgeschiedenen Tröpfchen zu einer Masse zusammen, und es erscheint dann an irgendeiner beschränkten Stelle ein größerer Tropfen aufgespeichert. Von den windenden Arten der Gattung Geißblatt (*Lonicera Caprifolium*, *etrusca*, *grata*, *implexa*, *Periclymenum* usw.), von den Bärentrauben (*Arctostaphylos alpina* und *Uva ursi*), von *Allionia* und *Crucianella*, von einer Art des Wintergrüns, nämlich *Pirola secunda*, sowie noch von zahlreichen anderen Gewächsen wird der Honig in der zuletzt geschilderten Weise im untersten Teile der röhrenförmigen oder glockigen Blumenkrone abgehoben. Bei dem Alpenröschen (*Rhododendron ferrugineum* und *hirsutum*) sowie bei dem Fichtenspargel (*Monotropa*) ist der honigabcheidende Teil der Blumenkrone fleischig verdickt und jedes der miteinander verwachsenen Kronenblätter am Grunde grubig ausgehöhlt. Auch in den radförmigen Kronen der zu den Gentianazeen gehörenden Ophelien ist jedes der Blumenblätter an seinem Grunde mit einer Nektargrube ausgefattet. In den Blüten der nicht windenden Geißblattarten (*Lonicera alpigena*, *nigra*, *Xylosteum* usw.) zeigt die Blumenkrone über der Basis eine honigbildende Ausfackung, und in den Blüten der Kalzeolarien

(*Calceolaria amplexicaulis*, *floribunda*, *Pavonii* usw.) findet sich die Nektargrube auf dem Ende des eingeschlagenen unteren Blumenblattes wie in einem Gehäuse geborgen. Die Blumenkrone der Baldriane (*Valeriana globulariaefolia*, *montana*, *officinalis* usw.) erzeugt ihren Honig in einer kleinen Ausfackung, welche an der Kronenröhre zu sehen ist (s. untenstehende Abbildung), und in den Blüten des Fettkrautes (*Pinguicula*) verschmälert sich die Krone nach rückwärts in eine spitze, hohle, spornförmige, honigführende Ausfackung (s. Abbildung auf der Tafel in Band I, bei S. 320). In den Blüten der Balsaminen (*Impatiens*) ist nur eins der fünf Kronenblätter mit einem honigführenden Sporn versehen, in jenen der Akelei (*Aquilegia*) ist dagegen jedes derselben in einen Sporn ausgezogen, welcher in seinem kolbenförmig verdickten Ende Honig entwickelt. Die kleinen weißen Kronenblätter des Sonnentaus (*Drosera*) sind an der Basis in einen gelben Nagel zusammengezogen, und das Gewebe dieses Nagels scheidet spärlichen Honig aus. Ähnlich verhält es sich in den Blüten des Hahnenfußes (*Ranunculus*); nur ist bei diesen das honigerzeugende Gewebe scharf umgrenzt und erscheint als Auskleidung eines kreisrunden oder quer-ovalen Grübchens, das in manchen Fällen, wie z. B. bei *Ranunculus alpestris*, unbedeckt, in anderen Fällen dagegen, wie z. B. bei dem Gletscherhahnenfuß (*Ranunculus glacialis*), von einer Schuppe überdacht ist (s. Abbildung, S. 396, Fig. 6, 7 und 8). Die Blüten der Lappenblume (*Hypecoum*) zeigen zwei gegenüberstehende, in drei Lappen geteilte Kronenblätter, und am Grunde derselben ist unterhalb des mittleren Lappens eine verhältnismäßig große Grube ausgebildet, welche mit dem dort erzeugten reichlichen Honig erfüllt ist (s. Abbildung, S. 396, Fig. 5 und 6). Ganz eigentümlich sind auch die Nektarien in den Blüten der zu den Gentianazeen gehörigen *Swertia perennis*. Einige Millimeter

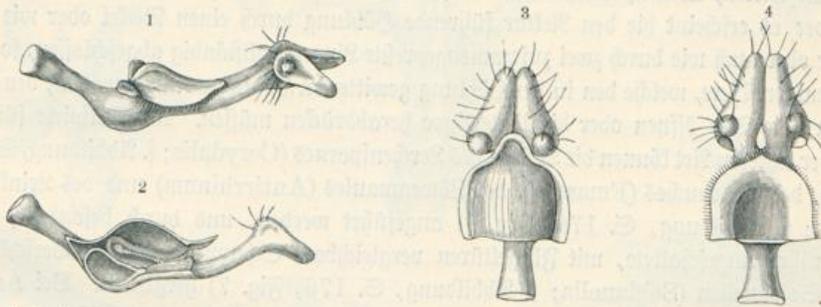


Blüte des Baldrians (*Valeriana officinalis*), der Länge nach durchschnitten.

oberhalb des Blütengrundes sieht man auf jedem Kronenblatte zwei Gruben, welche von einem festen Ringwall umgeben sind, und von diesem Ringwall erheben sich lange Franzen, die eine Art Gitter über der Grube herstellen. Das Gewebe, welches die Auskleidung der Grube bildet, entwickelt reichlichen Honig, und da das Gitter die Grube nicht vollständig verdeckt, so sieht man den Honig zwischen den Franzen mehr oder weniger deutlich durchschimmern.

An dieser Stelle ist auch der merkwürdigen Nektarien zu gedenken, welche sich in den Blüten mehrerer Droserazeen, Berberideen und Ranunkulazeen zwischen die Blumenblätter und Pollenblätter eingeschaltet finden, und für welche neuerlich der Name Honigblätter in Vorschlag gebracht wurde. Sie zeigen die seltsamsten Formen und entsprechen nur wenig der Vorstellung, welche man sich gemeinhin von einem Blatte macht. So z. B. haben sie bei dem zu den Saxifragazeen gehörenden Studentenröschen (*Parnassia*) die Form einer Hand, an deren hohler Seite sich zwei honigabsondernde Furchen befinden, während die den Fingern der Hand entsprechenden elf dünnen Fortsätze mit rundlichen Köpfchen abschließen. In den Blüten der zu den Berberideen gehörenden Sockenblume (*Epimedium*) haben sie die Gestalt eines Pantoffels, in jenen des Schwarzkümmels (*Nigella*) aus der Familie der Ranunkulazeen präsentieren sie sich als gestielte, zugebedeckte Schalen oder Ampeln (s. Abbildung, S. 401). In den Blüten des Eisenhutes (*Aconitum*) zeigen sie die Form bald einer phrygischen Mütze, bald einer Kapuze, bald eines Waldhornes, und werden von einem langen, aufrechten, der Länge nach rinnig durchfurchten Stiele getragen. In den Blüten des Muschelblümchens (*Isopyrum*) sowie in

denen des Wanzenkrautes (*Cimicifuga*) besitzen sie die Gestalt von Schaufeln oder kurzgestielten Löffeln und tragen mitunter am freien Ende zwei in ihrer Bedeutung räthselhafte geknöppte Spitzen. Die Blüten des Wintersterns (*Eranthis*) sowie jene der Nieswurz (*Helleborus*) zeigen innerhalb der großen Kelchblätter tütenförmige, becherförmige oder röhrenförmige Nektarien mit schief abgechnittener Mündung, und die der Trollblume (*Trollius*) bergen zahlreiche spatelförmige Nektarien, welche im unteren Drittel etwas geknickt und verdickt und dort mit einem honigführenden Grübchen ausgestattet sind (s. Abbildung, S. 286, Fig. 3). In den Blüten der Kücheneschellen (*Pulsatilla vernalis* und *vulgaris*) sieht man zwischen die großen flachen Blumenblätter und die antherentragenden Pollenblätter in zwei oder drei Schraubenumgängen kleine kolbenförmige Gebilde eingeschaltet, welche reichlichst Honig abgeben, der die Basis der benachbarten Staubfäden benetzt. Alle diese Honigblätter kann man ebensogut als Umwandlungen der Kronenblätter wie der Pollenblätter betrachten. Jene der Sockenblume, des Schwarzkümmels, des Eisenhutes und des Muschelblümchens mahnen mehr an



Vergung des Honigs: 1) ein Honigblatt von *Nigella elata*, 2) dasselbe, der Länge nach durchgeschnitten; 3) ein Honigblatt von *Nigella sativa*, von oben gesehen, 4) dasselbe, der Deckel, welcher die Nektargrube verschließt, weggeschnitten. Sämmtliche Figuren etwas vergrößert.

Kronenblätter, jene der Trollblume und der Kücheneschelle mehr an Pollenblätter. In Band I, S. 183, wurde der Auffassung Raum gegeben, daß alle Pollenblätter metamorphosirte Blätter seien. Von diesem Standpunkt aus angesehen, ist es selbstverständlich müßig, zu fragen, ob die besprochenen Honigblätter als Kronenblätter oder als Pollenblätter zu deuten seien.

Der offen zutage liegende Honig ist zwar für alle blütenbesuchenden Tiere zugänglich, wird aber doch nur von einem Teile derselben mit Erfolg ausgebeutet. Von Schmetterlingen und langrüsseligen Hummeln kann z. B. der firnisartige Überzug aus Honig, welcher dem Gewebepolster über dem Fruchtknoten bei dem Spindelbaum, Efeu und Hartriegel, den Steinbrechen und Doldenpflanzen aufgelagert ist, nicht gesogen werden. Dagegen ist gerade dieser Honig ein Anziehungspunkt für die Käfer, Fliegen, Mücken und andere kurzrüsselige Insekten. Auf den Blüten der genannten Pflanzen wimmelt es förmlich von Käfern aus den Gattungen *Anthrenus*, *Dasytes*, *Meligethes*, *Telephorus* und *Trichius* sowie von unzähligen Fliegen und Mücken, welche mit ihrer Zunge oder den platt aufgedrückten Rüsselklappen die flache, dünne Honigschicht ablecken. Auch der in Form großer Tropfen in den Vertiefungen des Lippchens in den Blüten der Sumpfwurz (*Epipactis*) sowie der in den Kronen der Braunwurz (*Scrophularia*) ausgebotene Honig wird nur von kurzrüsseligen Insekten, namentlich von Wespen, aufgesucht und von Schmetterlingen und Hummeln gemieden.

Mit dem in versteckten Gruben, Röhren und Rinnen geborgenen Honig verhält

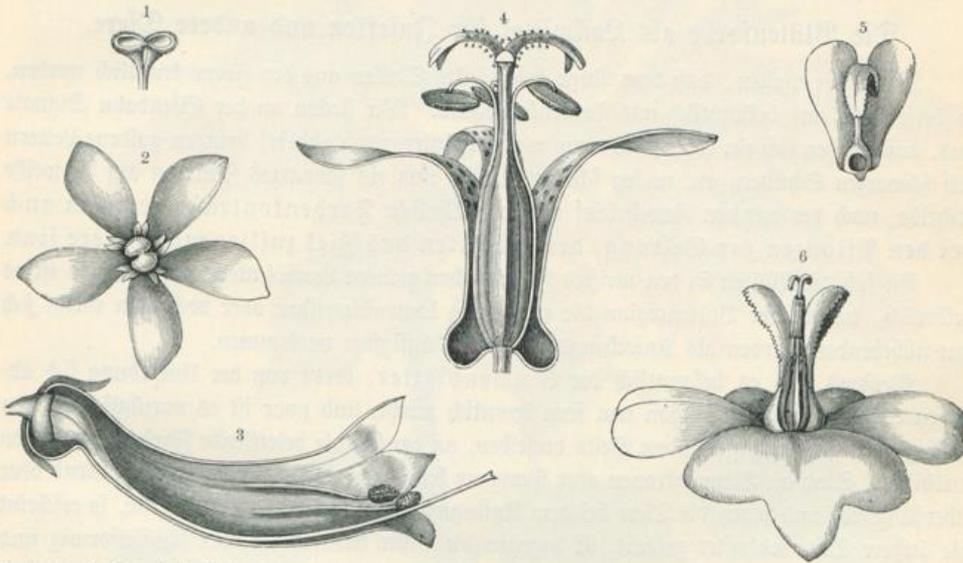
es sich gerade entgegengesetzt. Derselbe ist den meisten kurzrüßeligen Insekten unzugänglich, bildet dagegen die wichtigste Nahrung für Schmetterlinge, Hummeln, Schwebefliegen, Kolibris und Honigvögel (Nektariniden). Freilich sind auch da wieder Unterschiede, je nach der Länge des Rüssels oder Schnabels und der Tiefe des Verstecks, in welchem der Honig verborgen ist. In den Blüten des Frühlingsheidekrautes (*Erica carnea*) beträgt die Entfernung des honigabsondernden Grundes von der verschlossenen Mündung der Blumenkrone nur einige Millimeter, in jenen des *Oxyanthus tubiflorus*, einer in der Sierra Leone heimischen Rubiacee, 16 cm, und bei *Angraecum sesquipedale*, einer durch Größe und Pracht des Blütenstandes ausgezeichneten, in Madagaskar heimischen Orchideenart, zeigt das Perigon einen hohlen, in der Tiefe mit Honig gefüllten Sporn, welcher die Länge von 30 cm erreicht.

Was die Vorrichtungen zur Vergung des Honigs in den Gruben, Röhren und Rinnen der Blütenteile anbelangt, so sind deren zweierlei zu unterscheiden. Entweder ist der Zugang zu dem Versteck verengert, was durch die mannigfaltigsten Ausbuchtungen, Buckel, Schwielen, Wülste, Leisten und Klappen an der Mündung der Blumenröhre erreicht wird, oder es erscheint die den Nektar führende Höhlung durch einen Deckel oder wie durch eine Tür oder auch wie durch zwei zusammengepresste Lippen vollständig abgeschlossen, so zwar, daß diejenigen Tiere, welche den in der Höhlung gewitterten Honig gewinnen wollen, den Deckel aufheben, die Tür öffnen oder die Unterlippe herabdrücken müssen. Als Beispiele für Verschlüsse der letzteren Art können die Blüten des Lerchenspornes (*Corydalis*; s. Abbildung, S. 178, Fig. 29), des Erdrauches (*Fumaria*), des Löwenmaules (*Antirrhinum*) und des Leinkrautes (*Linaria*; s. Abbildung, S. 176, Fig. 9) angeführt werden, und durch besondere, in die Blumenröhre eingeschaltete, mit Flügeltüren vergleichbare Schuppen wird der Verschuß bei einigen Soldanellen (*Soldanella*; s. Abbildung, S. 176, Fig. 7) hergestellt. Bei *Aeschynanthus grandiflorus* ist die Blumenkrone oberhalb des honigführenden Blütengrundes so außerordentlich verengert, daß nur Tiere mit langem und dünnem Rüssel oder Schnabel in den Blütengrund einfahren können. Oberhalb dieser Verengung erweitert sich die Blumenkrone allerdings wieder so bedeutend, daß selbst Kolibris ihren Kopf in die Mündung einzuführen imstande sind und bei dieser Gelegenheit das eine Mal die Antheren, das andere Mal die Narben streifen. Für kurzrüßelige kleine Insekten ist dagegen der honiggefüllte Blütengrund infolge dieser auffallenden Verengung der Blumenkrone nicht zugänglich.

Bisweilen sind die Pollenblätter so geformt und so zusammengestellt, daß sie die jene süßen Säfte bergenden oder ausscheidenden Zellen im Blütengrunde wie eine Kuppel oder ein Hohlkegel überdachen, was namentlich bei zahlreichen Nachtschattengewächsen, Primulazeen, Asperifoliaceen und Campanulazeen (z. B. *Nicandra*, *Cyclamen*, *Borago*, *Campanula*, *Phyteuma*), besonders schön auch bei dem schmalblättrigen Weidenröschen oder Schotenweidenrich (*Epilobium angustifolium*), bei dem Schwertel (*Gladiolus*) und bei dem auf S. 396, Fig. 1, abgebildeten kleinblütigen Fingerkraute (*Potentilla micrantha*), endlich auch bei den zu den Rakteen gehörigen Mamillarien (s. Abbildung, S. 396, Fig. 2) zu sehen ist.

In sehr eigentümlicher Weise ist der Verschuß der Nektarhöhlen oder Nektarien durch Häufung der Pollenblätter bei einigen weißblühenden Hahnenfüßen, z. B. dem *Ranunculus glacialis*, hergestellt. Der Honig wird bei diesen Gewächsen in einem kleinen Grübchen, welches auf der oberen Seite der Kronenblätter, und zwar dicht über dem gelben verdickten Nagel angebracht ist, abgefordert (s. Abbildung, S. 396, Fig. 6—8). Vor diesem Grübchen befindet sich eine Schuppe, welche unter einem Winkel von 40—50 Grad von der Ebene des Kronenblattes

emporsteht. Auf und neben diese Schuppe kommen nun die zahlreichen, in mehreren Kreisen angeordneten und von der Mitte der Blüte strahlenförmig auslaufenden Pollenblätter zu liegen, und es wird so an der Basis eines jeden Kronenblattes eine kleine Nektarhöhle gebildet, zu welcher nur jene Insekten gelangen können, welche die Kraft haben, die auflagernden Pollenblätter empor und die Schuppe nach abwärts zu drücken. In den Blüten der Alpenrebe (*Atragene alpina*) sind die Pollenblätter rinnenförmig ausgehöhlt und sondern in dieser Rinne reichlichen Honig ab (s. Abbildung, S. 396, Fig. 4). Da aber in jeder Blüte mehrere Pollenblattwirtel vorhanden sind und die Pollenblätter der äußeren Wirtel immer jene der inneren decken und sich an den Rücken derselben anlegen (s. S. 396, Fig. 3), da endlich auch noch die



Vergung des Honigs: 1) Narbe der *Gentiana bavarica*, welche die Röhre der Blumenkrone verschließt, aus der Blüte herausgenommen; 2) Blüte derselben Pflanze, von oben gesehen; 3) Blüte von *Phygellus capensis*, der vordere Teil der Blüte weggeschnitten; 4) Blüte der *Tricyrtis pilosa*, der vordere Teil der Blüte weggeschnitten; 5) eines der zwei inneren Kronenblätter der Rappenblume (*Hypococum grandiflorum*), von der inneren, dem Fruchtknoten anliegenden Seite gesehen; 6) Blüte von *Hypococum grandiflorum*, in welcher die inneren beiden Blumenblätter dem Fruchtknoten anliegen.

sämtlichen Pollenblätter nach außen zu von einem Wirtel aufrechter, steifer, löffelförmiger Blätter zusammengehalten werden (s. S. 396, Fig. 5), so bilden alle diese Rinnen ebenso viele geschlossene kleine Nektarhöhlen, welche nur von kräftigen Insekten erschlossen werden können.

Die Blüten des oben in Fig. 3 abgebildeten *Phygellus capensis* zeigen an der Basis der röhrenförmigen Blumenkrone eine kleine, mit Honig gefüllte Ausfüllung, welche dadurch, daß sich der Fruchtknoten vor ihr herabkrümmt und an die Wand der Kronenröhre dicht anschmiegt, zu einer geschlossenen Höhle wird. In den Blüten der *Tricyrtis pilosa* (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4), deren drei äußere Perigonblätter in der Ausfüllung am Grunde der Blüte Honig führen, ist der dreiseitige Fruchtknoten wie ein Pfropfen zwischen die Perigonblätter eingekleilt, und es werden dadurch aus den Ausfüllungen drei geschlossene Nektarhöhlen gebildet. Ein ähnliches Verhältnis beobachtet man auch in den Blüten von *Hypococum procumbens*. Der Honig wird hier in einem Grübchen dicht über dem Nagel der zwei inneren Kronenblätter ausgeschieden (s. obenstehende Abbildung, Fig. 5). Wie bei dem Gletscherhahnenfuß erhebt sich dicht über diesem Grübchen eine eigentümliche Schuppe, welche dazu bestimmt ist, in einem

gewissen Stadium der Entwicklung den Pollen aufzunehmen. Diese Schuppe ist aufrecht, dem Fruchtknoten parallel und liegt auch mit ihrem unteren Teile dem Fruchtknoten an (s. S. 403, Fig. 6). Dadurch aber wird ein vollständiger Verschluss der Nektargrube hergestellt.

Schließlich sei noch bemerkt, daß in manchen Blüten auch die Narbe zum Abflusse der mit Honig erfüllten ausgehöhlten Blüten erhalten muß. So verhält es sich z. B. bei den Gentianen aus der Gruppe *Cyclostigma*, von welchen die Blüte und Narbe einer Art, nämlich *Gentiana bavarica*, auf S. 403, Fig. 1 und 2, abgebildet sind.

### Die Blütenfarbe als Lockmittel für Insekten und andere Tiere.

Wenn wir wollen, daß dem Auge beschränkte Stellen aus der Ferne kenntlich werden, so helfen wir uns bekanntlich mit Farbkontrasten. Wir stecken an der Eisenbahn Signale aus, auf welchen sich ein rotes Band von weißem Untergrund abhebt, bringen goldene Lettern auf schwarzen Schildern an, malen schwarze Kreise und ein schwarzes Zentrum auf die weiße Scheibe, nach der wir den Gewehrlauf richten. Ähnliche Farbkontraste kommen auch bei den Pflanzen zur Geltung, deren Blüten das Ziel zufliegender Tiere sind.

Da sich die Blüten in den meisten Fällen über grünen Laubblättern entfalten, so ist es erklärlich, daß in der Blütenregion die mit Grün kontrastierenden oder doch vom Grün sich gut abhebenden Farben als Anlockungsmittel am häufigsten vorkommen.

Meistens sind es bekanntlich die Blumenblätter, deren von der Umgebung sich abhebende Farbe die Blüten schon von fern kenntlich macht, und zwar ist es vorzüglich die den zufliegenden Tieren zugewendete Seite derselben, an der sich die betreffende Farbe am grellsten ausbildet. Sind die Blumenkronen oder Perigone krugförmig oder glockenförmig, nickend oder überhängend, und sehen die Tiere bei dem Anfluge nicht in das Innere der Blüte, so erscheint die äußere Seite lebhafter gefärbt, ist dagegen die Blüte sternförmig oder schüsselförmig und mit ihrer Öffnung dem Licht und den in der Luft herumschwirrenden Insekten zugewendet, so zeigt die innere Seite lebhaftere Farben. Es gibt sogar Blüten, deren Blumenblätter an der Außenseite grün und nur an der Innenseite gelb, weiß oder rot gefärbt sind. So z. B. sind jene der Gelbsterne (*Gagea*) nur an der inneren Seite gelb; die äußere Seite erscheint grün. Wenn die Blüten des Gelbsterne geschlossen sind, fallen sie auch nicht in die Augen; nur wenn sie sich im Sonnenlichte geöffnet haben, heben sich die gelben Sterne deutlich von der Umgebung ab. Ähnliches beobachtet man an den Blüten des Milchsterne (*Ornithogalum*), des Scharbockkrautes (*Ficaria*), des Gauchheils (*Anagallis*), des Venuspiegels (*Specularia*) und noch vieler anderer Gewächse.

In einigen Fällen, wo die Kronenblätter in Nektarien umgewandelt sind, oder wo sie irgendeine andere Funktion auszuführen haben, mit der sich die Ausbildung bunt gefärbter Flächen nicht gut verträgt, wird die Anlockung der Tiere von den Kelchblättern übernommen. Diese sind dann nicht grün, sondern weiß, gelb, rot, blau, violett oder braun gefärbt, wie beispielsweise jene der Schneerose und des weißen Waldhähnchens (*Helleborus niger*, *Anemone nemorosa*), der Trollblume und der Winterblume (*Trollius*, *Eranthis*), der Alpenrebe und des Eisenhutes (*Atragene alpina*, *Aconitum Napellus*), der Wiesenküschenschelle und des Blutauges (*Pulsatilla pratensis*, *Comarum palustre*). Auch bei den Blüten dieser Pflanzen wiederholt sich die früher erwähnte, an den Kronenblättern zu beobachtende



*Euphorbia (Poinsettia) pulcherrima.*

gewissen Stadium der Entwicklung den Pollen aufzunehmen. Diese Schuppe ist aufrecht, dem Fruchtknoten parallel und liegt auch mit ihrem unteren Teile dem Fruchtknoten an (s. S. 403, Fig. 6). Dadurch aber wird ein vollständiger Verschluss der Nektargrube hergestellt.

Schließlich sei noch bemerkt, daß in manchen Blüten auch die Narbe zum Abschlusse der mit Honig erfüllten ausgehöhlten Blüten erhalten muß. So verhält es sich z. B. bei den Gentianen aus der Gruppe *Cyclostigma*, von welchen die Blüte und Narbe einer Art, nämlich *Gentiana bavarica*, auf S. 403, Fig. 1 und 2, abgebildet sind.

### Die Blütenfarbe als Lockmittel für Insekten und andere Tiere.

Wenn wir wollen, daß dem Auge beschränkte Stellen aus der Ferne kenntlich werden, so helfen wir uns bekanntlich mit Farbkontrasten. Wir stecken an der Eisenbahn Signale aus, auf welchen sich ein rotes Band von weißem Untergrund abhebt, bringen goldene Lettern auf schwarzen Schildern an, malen schwarze Kreise und ein schwarzes Zentrum auf die weiße Scheibe, nach der wir den Gewehrlauf richten. Ähnliche Farbkontraste kommen auch bei den Pflanzen zur Geltung, deren Blüten das Ziel zufliegender Tiere sind.

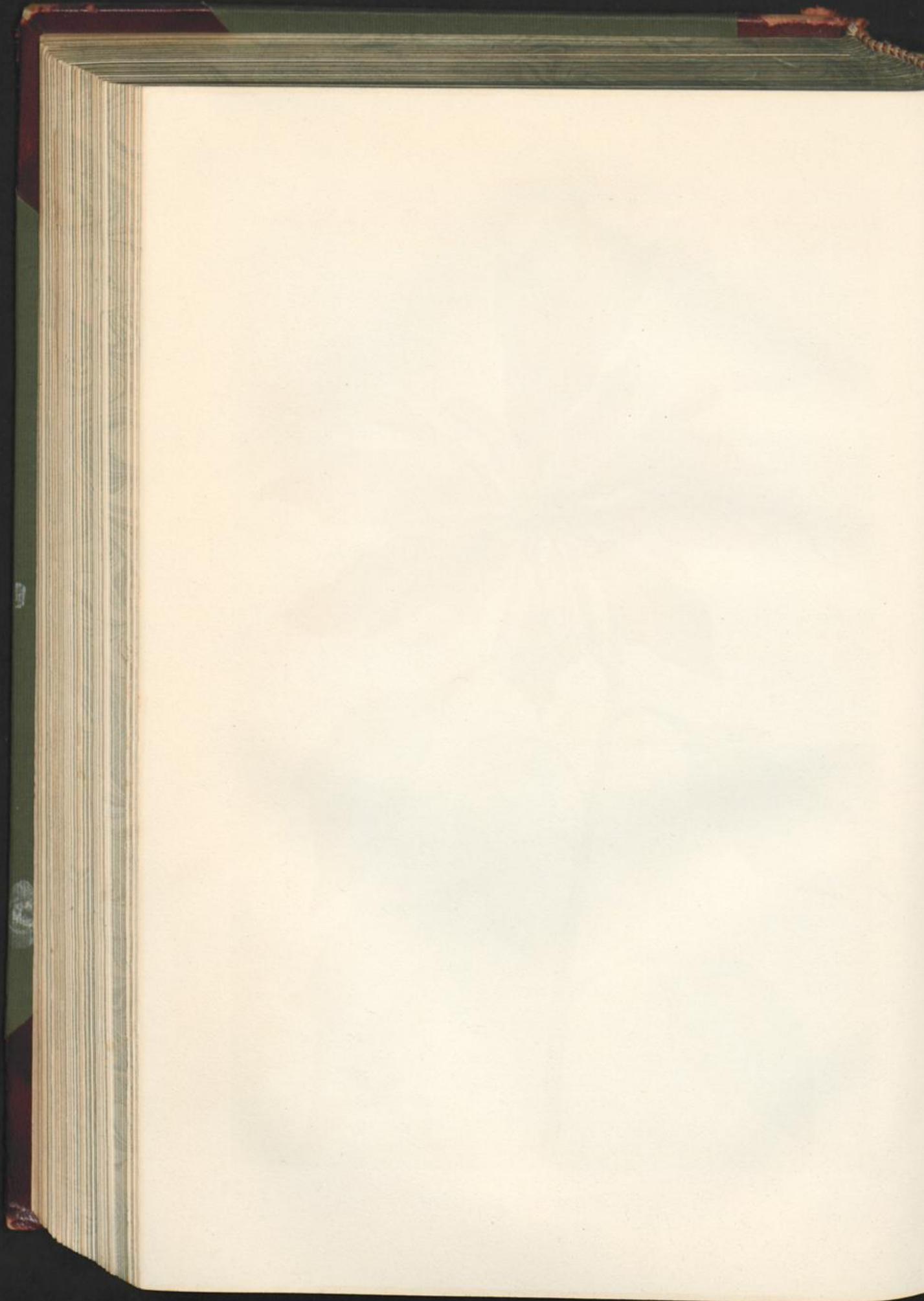
Da sich die Blüten in den meisten Fällen über grünen Laubblättern entfalten, so ist es erklärlich, daß in der Blütenregion die mit Grün kontrastierenden oder doch vom Grün sich gut abhebenden Farben als Anlockungsmittel am häufigsten vorkommen.

Meistens sind es bekanntlich die Blumenblätter, deren von der Umgebung sich abhebende Farbe die Blüten schon von fern kenntlich macht, und zwar ist es vorzüglich die den zufliegenden Tieren zugewendete Seite derselben, an der sich die betreffende Farbe am grellsten ausbildet. Sind die Blumenkronen oder Perigone krugförmig oder glockenförmig, nickend oder überhängend, und sehen die Tiere bei dem Anfluge nicht in das Innere der Blüte, so erscheint die äußere Seite lebhafter gefärbt, ist dagegen die Blüte sternförmig oder schüsselförmig und mit ihrer Öffnung dem Licht und den in der Luft herumschwirrenden Insekten zugewendet, so zeigt die innere Seite lebhaftere Farben. Es gibt sogar Blüten, deren Blumenblätter an der Außenseite grün und nur an der Innenseite gelb, weiß oder rot gefärbt sind. So z. B. sind jene der Gelbsterne (*Gagea*) nur an der inneren Seite gelb; die äußere Seite erscheint grün. Wenn die Blüten des Gelbsterne geschlossen sind, fallen sie auch nicht in die Augen; nur wenn sie sich im Sonnenlichte geöffnet haben, heben sich die gelben Sterne deutlich von der Umgebung ab. Ähnliches beobachtet man an den Blüten des Milchsterne (*Ornithogalum*), des Scharbockstrautes (*Ficaria*), des Gauchheils (*Anagallis*), des Venuspiegels (*Scularia*) und noch vieler anderer Gewächse.

In einigen Fällen, wo die Kronenblätter in Nektarien umgewandelt sind, oder wo sie irgendeine andere Funktion auszuführen haben, mit der sich die Ausbildung bunt gefärbter Flächen nicht gut verträgt, wird die Anlockung der Tiere von den Kelchblättern übernommen. Diese sind dann nicht grün, sondern weiß, gelb, rot, blau, violett oder braun gefärbt, wie beispielsweise jene der Schneerose und des weißen Waldhähnchens (*Helleborus niger*, *Anemone nemorosa*), der Trollblume und der Winterblume (*Trollius*, *Eranthis*), der Alpenrebe und des Eisenhutes (*Atragene alpina*, *Aconitum Napellus*), der Wiesenfuchschelle und des Blutauges (*Pulsatilla pratensis*, *Comarum palustre*). Auch bei den Blüten dieser Pflanzen wiederholt sich die früher erwähnte, an den Kronenblättern zu beobachtende



*Euphorbia (Poinsettia) pulcherrima.*



Erscheinung: bei den hängenden Glocken der Alpenrebe ist die Außenseite, bei den sternförmig offenen Blüten des Blutauges die Innenseite der Kelchblätter lebhafter gefärbt.



Farbenkontraste in den Blüten: 1) Dolbentraube von *Lobularia nummulariaefolia* mit Blüten und jungen Früchten, 2) eine einzelne junge Blüte derselben Pflanze, 3) eine junge Frucht derselben Pflanze, deren Breitseite zwei der vergrößerten weißen Kronenblätter angelehnt ist; 4) Blütenähre von *Lavandula stoechas*, von einem Schopfe leerer blauer Deckblätter abgeschlossen, 5) Dolbentraube von *Alyssum cuneatum* mit jungen, eben geöffneten Blüten im Mittelfeld und alten, geschlossenen Blüten am Umfange, 6) Blumenblatt aus einer jungen, eben geöffneten Blüte derselben Pflanze, 7) Blumenblatt aus einer alten, geschlossenen Blüte derselben Pflanze; 8) Blütenähre von *Muscari comosum*, die oberen langgestellten und schopfförmig zusammengepressten Blüten dunkelbraun; 9) Blütenstand von *Trifolium badiatum*, die oberen jungen Blüten hellgelb, die unteren herabgeschlagenen alten Blüten dunkelbraun; 10) ein Zweig aus dem Blütenstande von *Halimolobos mollissima*, die aus dem unscheinbaren Perigon herausragenden blasenförmig aufgetriebenen Anhängsel der Anthere machen den Eindruck von Blumenblättern, 11) ein einzelnes Pollenblatt der *Halimolobos mollissima*, das Konnektiv erhebt sich über die Anthere in Form eines blasenförmigen Anhängsels; 12) Blütenstand von *Cornus florida* von vier großen weißen Hüllblättern umgeben; 13) Kornblume (*Contaurea cyanaea*), die kleinen Blüten des Mittelfeldes sind von großen trichterförmigen tauben Blüten eingefasst; 14) Blütenähre von *Kernera saxatilis*, der Fruchtnoten in der Mitte der alten Blüten dunkel gefärbt und von den vergrößerten Blumenblättern umgeben; 15) Blütenstand der Strahlendolde (*Orlaya grandiflora*), die randständigen Blüten strahlend, 16) eine einzelne strahlende Blüte derselben Pflanze; 17) Dolbentraube der Schleifenblume (*Iberis amara*), die nach außen gerichteten Blumenblätter der randständigen Blüten doppelt so groß als jene, welche der Mitte des Blütenstandes zugewendet sind. Fig. 2, 3 und 11 etwas vergrößert, die anderen Figuren in natürl. Größe. (Zu S. 404—411.)

Weit seltener als durch die Perigone, Blumenkronen und Kelche werden die Tiere durch die eigentümlichen Farben der Pollenblätter auf die Quellen des Honigs und die Fundstellen des Pollens aufmerksam gemacht. In den Landschaften des mittleren und nördlichen Europas sind es insbesondere die Weiden, deren gelbe oder rote Antheren in so großer Zahl

und so dicht beisammenstehen, daß die Blütenfächchen trotz des Fehlens der Blumenblätter und trotz der Unscheinbarkeit der Deckschuppen von fern in die Augen fallen. Bei einigen zu den Ranunculaceen gehörigen Pflanzen, namentlich bei *Actaea*, *Cimicifuga* und *Thalictrum*, noch mehr bei den neuholländischen Akazien und den zu den Myrtengewächsen gehörigen Gattungen *Callistemon* und *Metrosideros*, bei der japanischen *Bocconia* sowie bei mehreren *Aesculus*-Arten (z. B. *Aesculus macrostachya*) werden die Blüten dadurch recht auffallend, daß die Träger der Antheren, die „Staubfäden“, weiß, violett, rot oder gelb gefärbt sind. Auch die Blütenähren der kriechenden nordamerikanischen *Pachysandra* heben sich von dem dunkeln Untergrunde dadurch ab, daß die Träger der Antheren blendend weiß gefärbt sind. Bei mehreren asiatischen Steppengewächsen, namentlich bei den Arten der Gattung *Anabasis* (s. Abbildung, S. 405, Fig. 10 und 11), erhebt sich über jeder Anthere ein blasenförmiges, bald schwefelgelbes, bald violettes, bald hell-, bald dunkelrotes Anhängsel, das von der graugrünen Umgebung grell absticht, und welches man beim ersten Anblick leicht für ein Blumenblatt halten könnte.

Sehr oft kommt es vor, daß nicht die Blumen selbst, sondern die sie stützenden und einhüllenden Deckblätter durch ihre von dem Grün der Umgebung abstechenden Farben in die Augen fallen. Beispiele in Hülle und Fülle liefern die Hartriegelgewächse (z. B. *Cornus florida* und *suecica*; s. Abbildung, S. 405, Fig. 12), die Myrtacee *Genetyllis tulipifera*, die Doldenpflanzen (*Astrantia*, *Smyrnum*, *Eryngium alpinum*), die Lippenblütler (*Nepeta reticulata*, *Salvia splendens*), Korbblütler (*Cirsium spinosissimum*, *Gnaphalium Leontopodium*, *Carlina acaulis*; s. Abbildung, S. 243), die Wolfsmilchgewächse (*Euphorbia* [*Poinsettia*] *pulcherrima*, s. die Tafel bei S. 404; *E. polychroma*, *splendens*, *variegata*), die Kroideen (*Richardia aethiopica*, *Calladium Scherzerianum*) und die Bromeliaceen (*Nidularia*, *Lamprococcus*, *Pitcairnia*). Bei einigen Proteaceen, so namentlich *Protea globosa*, sind die obersten Laubblätter zu einer großen äußeren Hülle des kugelförmigen goldgelben Blütenstandes gruppiert, und damit sich dieser Blütenstand besser abhebt, sind die zusammengedrängten oberen Laubblätter bläulich gefärbt im Gegensatz zu dem tieferstehenden, weiter auseinander gerückten Laube, das eine grasgrüne Farbe besitzt. Selbst die Stiele der Blüten und Blütenstände können durch ihre lebhafteste, von fern sichtbare Farbe als Anlockungsmittel dienen, wie das unter anderen an mehreren Arten der Gattung *Mannstreu* (*Eryngium amethystinum*, *creticum* usw.) der Fall ist.

Wenn der Umfang eines farbigen Gegenstandes unter ein gewisses Maß herabsinkt, so wird selbst das brennendste Rot, das lebhafteste Gelb und das blendendste Weiß aus der Entfernung nicht mehr gut gesehen. Die Blütenteile oder Hüllblätter, welchen die Aufgabe zukommt, fliegende Tiere aus der Ferne anzulocken, müssen daher immer auch einen entsprechend großen Raum einnehmen, wenn sie auffallen und als Wegweiser dienen sollen, und das ist auf sehr verschiedene Weise erreicht. Eins der Mittel zur Erreichung dieses Zweckes besteht darin, daß die einzelnen Blüten zu ansehnlicher Größe heranwachsen. Wer etwa glauben möchte, das gerade dieses Mittel wegen seiner Einfachheit zu den häufigsten zähle, würde bei näherem Zusehen eine arge Enttäuschung erfahren. In Wirklichkeit kommt dasselbe verhältnismäßig nur selten vor. Raum der tausendste Teil der Phanerogamen weist Blüten auf, deren Ausmaß 10 cm überschreitet, und von diesen ist wieder die Mehrzahl auf die tropischen Landschaften beschränkt. Die größten Blüten der Welt zeigen die Rafflesien, von welchen eine Art in Band I, S. 378, abgebildet wurde. Die auf der Insel Mindanao in der Gruppe der

Philippinen auf den Wurzeln von Cissus-Reben schmarotzende *Rafflesia Schadenbergiana* entwickelt Blüten, deren jede ein Gewicht von ungefähr 11 kg und einen Durchmesser von 80 cm besitzt. An die Rafflesia-Blüten reihen sich dann die Blüten des seltsamen *Paphiopedilum caudatum*, dessen handartige Blumenblätter eine Länge von 70 cm erreichen. Von diesen Riesenblumen zu denjenigen, welche nächst ihnen die größten sind, ist dann ein gewaltiger Sprung. Die Blüten der westindischen und brasilischen Aristolochien (*Aristolochia gigantea* und *grandiflora*) haben als größtes Ausmaß des Blumenmaßes nur 27 cm. Allerdings kommt bei diesen bizarren Blüten in Betracht, daß sie auch verhältnismäßig lang sind, was bei den Rafflesia-Blüten nicht der Fall ist. Die Blüten der *Aristolochia grandiflora*, deren ausgebreiteter Saum einer gebogenen Röhre aufsitzt, mißt z. B. 33 cm in der Länge, und es wird erzählt, daß solche Blüten von spielenden Kindern wie Mützen benutzt und auf den Kopf gestülpt werden. Einen fast ebenso großen Querdurchmesser der Blüten weist die im Sikkim (Himalaja) heimische *Magnolia Campbellii* auf. Wenn sich die aufrechten roten Blumen dieses Baumes im Sonnenschein geöffnet haben, zeigen sie einen Durchmesser von 26 cm, was wohl bei keiner anderen Baumblüte wieder vorkommt. Eine der Lotusblumen, nämlich *Nelumbo speciosum*, sowie die australische *Nymphaea gigantea* haben Blüten mit einem Ausmaß von 25, die auf Madagaskar heimische Orchidee *Angraecum sesquipedale* und das in neuerer Zeit auch in europäischen Gärten nicht selten gepflanzte *Lilium auratum* Blüten mit 24 cm. Blüten mit 20—22 cm Durchmesser zeigen mehrere Kakteen (z. B. *Echinopsis cristata*, *Cereus grandiflorus* und *nycticalus*; s. die Tafel bei S. 417), die südamerikanische *Datura Knigthii*, *Nymphaea devoniensis* und die auf der Tafel bei S. 120 abgebildete „*Victoria regia* im Amazonasstrom“. Blüten im Durchmesser von 16—18 cm haben *Nelumbo luteum*, *Amaryllis solandriflora* und der Gartenmohn (*Papaver somniferum*), Blüten mit 13—15 cm *Amaryllis aulica*, *Datura ceratocaula* und *Paeonia Moutan*, Blüten mit 10—12 cm mehrere mexikanische Kakteen (z. B. *Echinocactus oxygonus* und *Tetani*) und der Kürbis (*Cucurbita Pepo*).

Das zweite Mittel, die Blüten für das freie Auge auffallend zu machen, ist die Häufung derselben zu Büscheln, Ähren, Trauben, Dolden und Köpfschen. Die Einzelblüte des schwarzen Holders (*Sambucus nigra*) hat 5—6 mm Durchmesser und würde selbst auf dunklem Grund in der Entfernung von 10 Schritt kaum mehr gesehen werden. Tausend bis anderthalbtausend solcher Blüten in einen Ebenstrauß von 16—18 cm Durchmesser geordnet, heben sich aber in der abgegebenen Entfernung ganz deutlich von dem dunkelgrünen Laub ab. Die Blüten von ungefähr 10 000 verschiedenen Korbblütlern, 1300 Doldenpflanzen und ungezählten Baldrianen, Nelken, Sternkräutern, Spierstauden, Schmetterlingsblütlern, Lippenblütlern und Kugelblumen verdanken es der Häufung ihrer Blüten, das sie schon von fern gesehen werden können. Vereinzelt würden sie ihrer Kleinheit wegen kaum beachtet werden.

In vielen Fällen ist nicht sämtlichen, sondern nur einem Teile der zu Dolden, Trauben und Köpfschen vereinigten Blüten die Aufgabe zugewiesen, die Gesamtheit auffallend zu machen. Bei den zu den Schotengewächsen zählenden Arten der Gattung *Iberis* (z. B. *Iberis amara*, *gibraltarica*, *umbellata*; s. Abbildung, S. 405, Fig. 17), bei den meisten Skabiosen (z. B. *Scabiosa Columbaria*, *cretica*, *graminifolia*) und bei nicht wenigen Doldenpflanzen (*Daucus*, *Heracleum*, *Orlaya*; s. Abbildung, S. 405, Fig. 15 und 16) sind die am Umfange der Dolde oder der Köpfschen stehenden Blumen einseitig gefördert; jene Blumenblätter, welche der Mitte des Blütenstandes abgewandt sind, erscheinen vergrößert.

Sehr beachtenswert sind in dieser Beziehung auch einige Schotengewächse aus den Gattungen *Alyssum*, *Dentaria* und *Sisymbrium*. Von ihnen kann man nicht sagen, daß die am Umfange der Doldentraube stehenden Blüten einseitig gefördert sind, und dennoch nehmen sich dieselben ganz wie strahlende Blüten aus. Das kommt daher, daß bei diesen Pflanzen die Blumenblätter nicht abfallen, nachdem die Belegung der neben ihnen stehenden Narben mit Pollen erfolgt ist, sondern stehenbleiben, sich gleich den Blättern eines Buches aufeinanderlegen und, was das merkwürdigste ist, sogar noch geraume Zeit fortwachsen. Wenn die Blüte der Steinfräuter: *Alyssum montanum*, *Wulfenianum*, *cuneatum* (s. Abbildung, S. 405, Fig. 5) den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreicht haben, wenn von ihren Antheren Pollen und in ihrem Blütengrunde Honig für die Insekten ausboten wird, zeigen die gelben Platten der Blumenblätter eine Länge von 3—4 mm; wenn einmal die Antheren ihren Pollen abgegeben haben und der Blütengrund des Honigs beraubt ist, wenn die Narbe vertrocknet ist und die Fruchtknoten bereits zu kleinen Früchten auswachsen, mißt die Platte der Blumenblätter 6—7 mm (s. Abbildung, S. 405, Fig. 6 und 7). Während also die auf dem Höhepunkte der Entwicklung stehenden Blüten im Mittelfelde der Doldentraube klein und unansehnlich sind, erscheinen die am Umfange der Doldentraube sitzenden alten Blüten mit vergrößerten Blumenblättern als kurze Strahlen und bringen dadurch den ganzen Blütenstand mit bestem Erfolge zur Geltung. Die alten Blüten haben hier tatsächlich zum Vorteil ihrer jüngeren Nachbarn die Anlockung der Insekten übernommen.

Bei zahlreichen Gewächsen beschränkt sich die Abweichung der randständigen von den mittelständigen Blüten ein und desselben Köpfchens nicht nur auf die Vergrößerung und einseitige Förderung, sondern es kommt da zur Ausbildung ganz verschiedener Blumenformen. Die Blüten des Mittelfeldes erscheinen bei ihnen aufrecht und haben die Gestalt kleiner Röhrchen, jene am Rande stehen strahlenförmig ab, sind größer, auch viel augenfälliger gefärbt und haben entweder die Gestalt kurzer, breiter Platten, wie bei der Schafgarbe (*Achillea*), oder langer, schmaler Zungen, wie bei dem Wohlverleih (*Arnica montana*). Bei der Kornblume (*Centaurea Cyanus*; s. Abbildung, S. 403, Fig. 13) und den mit ihr verwandten Arten haben die randständigen Blüten die Gestalt von Trichtern mit gespaltenem Saum angenommen. Im Inneren dieser trichterförmigen Blüten sucht man vergeblich nach Antheren oder Narben; sie sind unfruchtbar oder „taub“ geblieben, und es hat sich so in dem Köpfchen der Kornblume eine vollständige Teilung der Funktionen unter die zweierlei Blüten vollzogen. Nur die Blüten des Mittelfeldes sind mit Pollenblättern und Fruchtanlagen versehen, nur diese bergen im Grunde der kleinen Blumenröhren den süßen Honig, und nur diese können nach erfolgter Befruchtung zu Früchten werden. Sie sind aber sehr unscheinbar und würden schon aus geringer Entfernung nicht bemerkt werden. Da kommen ihnen nun die ringsum abstehenden tauben Trichterblüten zu Hilfe, welche, mit prächtigem Azurblau geschmückt, weithin sichtbar sind und die Aufgabe haben, die Insekten zum Besuche ihrer fruchtbaren Nachbarblüten herbeizulocken. Diese überaus merkwürdige Teilung der Arbeit in der Blüte ein und desselben Köpfchens, wie sie an den Kornblumen vorkommt, findet sich übrigens auch bei mehreren zymatischen Blütenständen, wie beispielsweise bei dem Schneeball (*Viburnum Opulus*) und den Hortensien (*Hydrangea japonica*, *quercifolia* usw.; s. Abbildung, S. 290, Fig. 8), allerdings nur an den Blütenständen der wildwachsenden Stöcke; denn der in den Gärten gepflegte Schneeball sowie jene Pflanze, welche von den Ziergärtnern gemeinhin Hortensie genannt wird, haben Blütenstände, deren sämtliche Blüten taub sind, und aus welchen daher keine Früchte hervorgehen können.

Während bei den zuletzt besprochenen Pflanzen die zur Anlockung der Insekten dienenden geschlechtslosen oder tauben Blüten am Umfange des köpfchenförmigen oder ebensträußigen Blütenstandes ausgebildet sind, trifft man bei mehreren Arten der mit den Hyazinthen verwandten Gattung *Muscari* (z. B. *Muscari comosum* und *tenuifolium*; s. Abbildung, S. 405, Fig. 8) am Scheitel des traubenförmigen Blütenstandes ein Büschel tauber Blüten an, welches durch seine lebhafte Farbe sehr auffällt und mit Rücksicht auf die tieferstehenden, bei weitem weniger auffallenden fruchtbaren Blüten offenbar dieselbe Rolle spielt wie der Kranz der tauben Blüten an dem Köpfchen der Kornblume.

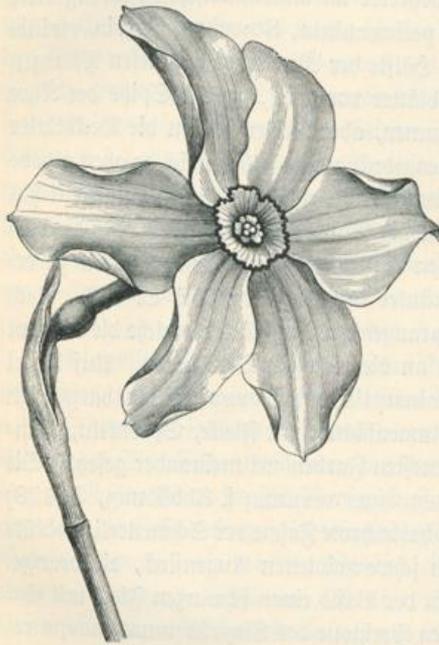
Auf eine seltsame Weise sind die Deckblätter mehrerer im mittelländischen Florengebiete heimischen Lavendel- und Salbeiarten (*Lavandula pedunculata*, *Stoechas*, *Salvia viridis* usw.) zu Anlockungsmitteln ausgebildet. Die untere Hälfte der Ähre trägt bei diesen Pflanzen Blütenbüschel, welche über unscheinbare kleine Deckblätter vorragen, an der Spitze der Ähre sind dagegen die Blüten nicht zur Entwicklung gekommen, aber hier erscheinen die Deckblätter vergrößert, lebhaft gefärbt, zu einem Schopfe zusammengedrängt und nehmen sich da oben gerade so aus wie blaue oder rote Fahnen, welche man auf dem Giebel eines Gebäudes aufgesteckt hat (s. Abbildung, S. 405, Fig. 4). In vielen Fällen ist die Buntheit der Blumen oder die verschiedene Farbe von Blumenblättern und Staubfäden ein Mittel, die Aufmerksamkeit zu erregen; vgl. die Tafel „Immortellen und Kristallkräuter der Kapflora“ bei S. 375. Noch wirksamer sind bei einer Anzahl Tropenpflanzen die prangenden Hochblätter, welche die kleinen, wenig sichtbaren Blüten umgeben und die Insekten an die richtigen Orte locken. Auf Tafel S. 404 und S. 172 sind ein paar Beispiele der *Poinsettia* und *Bougainvillea* dargestellt.

An Tausenden verschiedener Blüten sind die Blumenblätter mit Flecke, Sprenkeln, Bändern, Streifen und Säumen bemalt und die abstechendsten Farben nebeneinander gesetzt. Die weißen Perigonblätter der Frühlingsknotenblume (*Leucojum vernum*; s. Abbildung, S. 128) tragen dicht unter der Spitze einen grünen Fleck, die scharlachrote Fahne der Schmetterlingsblüte von *Olianthus Dampieri* trägt in der Mitte einen schwarzvioletten Augenfleck, die orangegelben Zungenblüten der *Gorteria ringens* haben an der Basis einen schwarzen Fleck mit eingesprenkten weißen Streifen und Punkten, die zarten Perigone des *Sisyrinchium anceps* erscheinen oben blau oder violett, am Grunde gelb oder orange gefärbt, die gelben Nebenkronen der Narzisse (*Narcissus poeticus*; s. Abbildung, S. 410) sind mit einem zinnoberroten Saum eingefasst, und an den blauen Blüten des Bergißmeinnichts (*Myosotis*) ist die Mündung der kurzen Röhre mit einem gelben schwieligen Ring umrandet. Noch sei hier auf jene Pflanzen aufmerksam gemacht, welche mit Rücksicht auf die Farben ihrer Blumen den Namen „tricolor“ erhalten haben, wie z. B. der dreifarbige Windling (*Convolvulus tricolor*), das Stiefmütterchen (*Viola tricolor*) und die dreifarbige Wicke (*Vicia tricolor*).

Bisweilen haben die von der Grundfarbe der Blumen sich abhebenden Flecke, Punkte und Streifen die besondere Aufgabe, den zugeflogenen Insekten den bequemsten und zugleich auch für die Pflanze selbst vorteilhaftesten Zugang zum Honig zu weisen, worauf später noch ausführlicher die Rede kommen wird, aber es war zu weit gegangen, wenn man seinerzeit alle solche Flecke als Wegweiser gedeutet und „Saftmale“ genannt hat. Sie finden sich nämlich oft genug in Blüten, denen der Honig gänzlich fehlt, wie beispielsweise in jenen des *Hibiscus Trionum* und des Garten- und Klatzmohnes (*Papaver somniferum* und *Rhoeas*), wo ihnen wohl nur die Bedeutung zukommen kann, die Blüten auffallender zu machen. Es ist hier auch der Tatsache zu gedenken, daß Blüten mit fein punktierten Blumenblättern besonders

gern, ja fast ausschließlich von Fliegen aufgesucht werden. Mehrere Orchideen und Lippenblütler, insbesondere aber viele Steinbreche (*Saxifraga aizoon*, *aizoides*, *bryoides*, *rotundifolia*, *stellaris*, *sarmentosa* usw.) sind hierfür sehr lehrreiche Beispiele.

Ein recht greller Farbenkontrast wird dadurch erreicht, daß die Blumenkronen andere Farben haben als die nebenan ausgebreiteten Deckblätter und Kelchblätter. In dieser Beziehung sind insbesondere erwähnenswert die Blüten des *Acanthus*, deren oberes Kelchblatt violett und deren darunter gestellte Kronenblätter weiß gefärbt sind, die Blüten von *Statice arborea* mit blauvioletttem Kelch und weißer Krone, des *Clerodendron sanguineum*



Narzisse (*Narcissus poeticus*); die Nebenkronen in der Mitte der Blüte ist von einem zimmerroten (in der Abbildung schwarzen) Saum eingefasst. (Zu S. 409.)

mit weißen Kelchen und blutroten Kronenblättern, ebenso die Blütenstände mehrerer Arten des Wachtelweizens (*Melampyrum arvense*, *grandiflorum*, *nemorosum*), deren Blüten gelb, deren Deckblätter blau, violett oder rot erscheinen, endlich einige Arten der Gattung Gliedkraut (*Sideritis montana*, *romana*), deren schwarzbraune kleine Blumenkronen sich als dunkle Punkte von den gelben Deckblättern abheben.

Oftmals wird der Farbenkontrast auch dadurch erreicht, daß die Blumenkronen in den verschiedenen Entwicklungsstufen ihre Farbe wechseln. Im Knospenzustande sind sie rot, nach dem Öffnen werden sie violett, dann zur Zeit des Verblühens werden sie blau oder malachitgrün. Stehen solche Blüten gehäuft beisammen, so ist mitunter ein sehr wirksamer Farbenkontrast erzielt. Besonders bemerkenswert sind in dieser Beziehung die Walderbsen (z. B. *Orobus variegatus*, *vernus* und *venetus*), dann mehrere zu den verschiedensten Gattungen gehörige rauhbliättrige Pflanzen (z. B. *Pulmonaria officinalis*, *Mertensia sibirica*, *Symphytum tauricum*),

die Roskastanie (*Aesculus Hippocastanum*) und auch einige Weiden (z. B. *Salix purpurea*, *repens*, *Myrsinites*), bei denen die gehäuften Antheren anfänglich purpurrot, dann gelb und endlich schwarz erscheinen. Die Röhrenblüten des flachen, scheibenförmigen Köpfchens der *Telekia* (*Telekia speciosa*) sind anfänglich gelb und werden später braun, und da das Aufblühen vom Umfange des Köpfchens gegen den Mittelpunkt erfolgt, so sieht man zur Zeit der vollen Blüte das gelbe Mittelfeld von einem dunkelbraunen Ringe eingefasst. Bei mehreren Arten des Kleeß (*Trifolium*) beobachtet man, daß die am Ende der Blütezeit verfärbten Blumenkronen nicht abfallen, sondern welken und vertrocknen und dann als ein Mantel die kleine Frucht einhüllen. Die Stiele der zu köpfchenförmigen Dolden gruppierten Blüten schlagen sich bei ihnen stets herab und ordnen sich dabei zu einem Kranze, der die darüberstehenden aufrechten und anders gefärbten jüngeren Blüten einfaßt. So sind bei dem Bastardklee (*Trifolium hybridum*) die dicht zusammengedrängten, aufrechten, jungen weißen Blüten von einem Kranz alter, herabgeschlagener rosenroter Blüten eingefasst, bei der *Trifolium spadicum* und *badium*

sieht man das aus den jungen Blüten gebildete hellgelbe Mittelfeld von einer Zone kastanienbrauner alter Blüten umgeben, wodurch ein sehr auffallender Farbkontrast hervorgebracht wird (s. Abbildung, S. 405, Fig. 9). Auch die Farbkontraste von Blüten, welche an gleichen Standorten wachsen und zu gleicher Zeit die Blüten entfalten, kommen in Betracht. Wenn auf einer Wiese Tausende von blauen Glocken der *Campanula barbata* stehen, so werden die zwischen ihnen aufragenden orangefarbenen Sterne des Wohlverleihs (*Arnica montana*) viel mehr auffallen, als wenn jene blauen Glockenblumen nicht vorhanden wären (vgl. die Tafel „Alpiner Wasen“ bei S. 412).

Die Zoologen behaupten, daß die Tiere, insonderheit jene, welche zu den Blüten fliegen, um dort Honig und Pollen zu holen, ein hochentwickeltes Farbengefühl besitzen, daß die Besuche, welche den Blumen von seiten der Bienen, Hummeln, Falter, Fliegen und Käfer zuteil werden, von den Farben der Blüte wesentlich beeinflusst werden, daß verschiedene Tiere verschiedene Farben vorziehen, und daß es für bestimmte Insekten geradezu „Luftfarben“ und „Unluftfarben“ gebe. Die Lieblingsfarbe der Honigbiene z. B. ist ultraviolett haltiges Blau; auch reines Blau und Violett wirken noch anziehend, Gelb wird weniger aufgesucht, ist aber nicht gemieden, gegen Grün verhalten sich die Bienen gleichgültig, Rot wird dagegen von ihnen gemieden und ist die Unluftfarbe der Bienen. Die Botaniker sind bei ihren Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Blumen und Tieren im großen und ganzen zu ähnlichen Ergebnissen gelangt. Was insbesondere Blau und Violett anlangt, so ist es ganz richtig, daß diese Blütenfarben für Hummeln und Bienen, namentlich für die Honigbiene, als vorzügliche Anlockungsmittel wirken, was um so merkwürdiger ist, als, wie schon früher erwähnt wurde, blaue Blüten nicht zu den häufigsten zählen. Was Rot betrifft, so können wir das von den Zoologen gewonnene Resultat nur mit einer gewissen Einschränkung bestätigen. Blüten mit Purpurrot und Karminrot sowie mit allen weiteren Abstufungen zu Violett werden von der Honigbiene sehr gern aufgesucht, und es können daher nur Scharlachrot, Zinnoberrot und die weiteren Abstufungen zu Orange als Unluftfarben der Bienen angesehen werden.

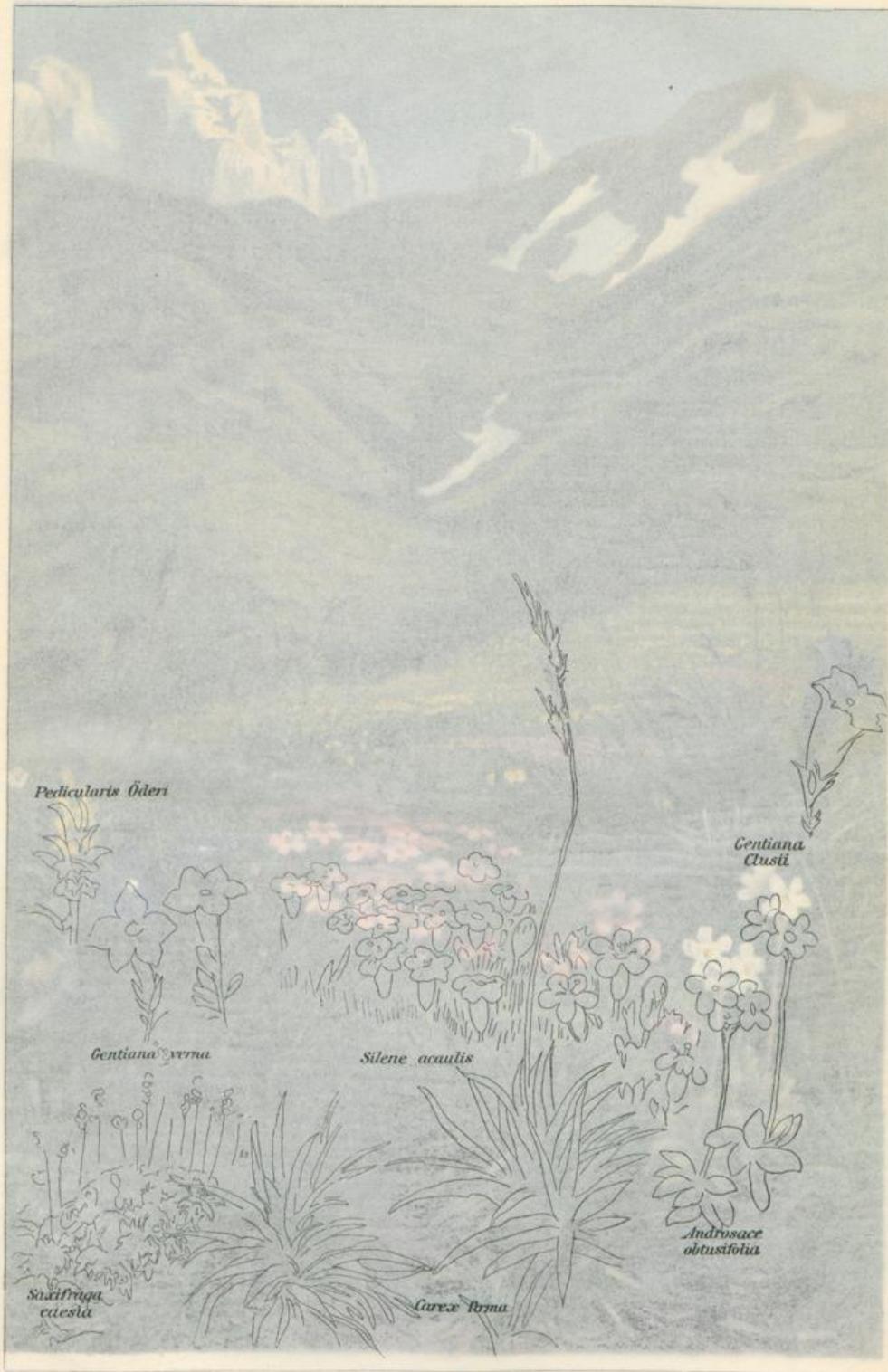
Auf einem Gartenbeete war eine Gruppe des *Pelargonium zonale* gepflanzt, welches die Gärtner Scharlettpelargonium nennen; nebenan, nur durch die Breite eines Gehweges getrennt, wucherte der schmalblättrige Weiderich (*Epilobium angustifolium*). Die scharlachroten Blüten des *Pelargonium*s und die violettroten Blüten des Weiderichs öffnen sich zu gleicher Zeit. Bienen und Falter schwirrten und flatterten kreuz und quer über das Gelände, aber, wie sonderbar, die Falter machten bei beiden genannten Pflanzen Halt und schenkten den Blüten des Weiderichs keine größere Aufmerksamkeit als denen der *Pelargonien*; die Honigbienen aber flogen an den scharlachroten Blüten teilnahmslos vorbei und wendeten sich samt und sonders nur den violettroten Blüten des Weiderichs zu. Im Wiener botanischen Garten stehen dicht nebeneinander der blaublühende Hop (*Hyssopus officinalis*), die blaß violett blühende *Monarda fistulosa* und die scharlachrot blühende *Monarda didyma*. Alle drei blühen zu gleicher Zeit um die Mitte des Monats Juli. Die Honigbienen kommen reichlich angeflogen, aber sie besuchen nur den Hop und die violett blühende Monarde, die scharlachroten Blüten der *Monarda didyma* werden von ihnen gemieden. Es wird hier ausdrücklich das Wort gemieden und nicht das Wort verabscheut gebraucht, weil es fraglich ist, ob das Ausbleiben des Bienenbesuches bei den scharlachroten Blüten wirklich durch eine förmliche Scheu vor der Scharlachfarbe veranlaßt wird, und ob nicht vielmehr eine gewisse Farbenblindheit hierbei ins Spiel kommt, wie ja bekanntlich auch manche Menschen das Rot nicht erkennen. Wenn wir annehmen,

daß die Honigbiene die scharlachrote Farbe nicht erkennt, so wäre es auch begreiflich, daß sie den Blüten der Skarlettpelargonien und der scharlachroten Monarde keinen Besuch abstattet. Sie beachtet diese Blüten nicht, weil ihrem Auge die scharlachrote Farbe nicht feurig rot, sondern farblos, schwarz oder vielleicht erd Farben erscheint. Das schließt nicht aus, daß wieder andere Tiere diese Farbe gut erkennen, ja daß für sie die scharlachrote Farbe sogar ein wichtiges, weithin wirkendes Anlockungsmittel ist. Zu den Blüten der Skarlettpelargonien kommen, wie schon erwähnt, ab und zu Falter angeflogen, die *Monarda didyma* wird von einer großen Hummel fleißig aufgesucht, und auch anderen scharlachroten Blüten, zumal in den tropischen Landschaften, sieht man verschiedene Tiere zusfliegen.

Insbesondere wirken solche Blüten auf die Kolibris und Honigvögel; ja es scheint, daß diese nach Honig lüfternen kleinen Vögel besonders gern den Scharlachblüten zusfliegen. Gewiß ist es auffallend, daß die scharlachrote Farbe in Asien und Europa, zumal in der alpinen, baltischen, pontischen und mittelländischen Flora, nur spärlich vertreten ist, daß dagegen in Amerika, zumal in Carolina, Texas, Mexiko, Westindien, Brasilien, Peru und Chile, ebenso in Afrika eine ausnehmend große Zahl roter Blüten vorkommt. In den zentralamerikanischen Urwäldern fällt jedem Besucher die große Zahl der Schlinggewächse und Epiphyten aus den Familien der Acanthaceen, Bignoniaceen, Bromeliaceen, Zytandraceen und Gesneraceen auf, welche scharlachrote Blüten tragen, und von welchen hier als Beispiele nur *Bignonia venusta*, *Lamprococcus miniatus*, *Pitcairnia flammea*, *Nemanthus Guillemianus*, *Mitraria coccinea* und *Beloperone involucrata* genannt seien. In dem oben umgrenzten amerikanischen Gebiet ist ja auch die Heimat der Lobelien, Fuchsien und Begonien mit brennendroten Blumenfelchen (*Lobelia cardinalis*, *fulgens*, *graminea*, *splendens*, *texensis*, *Fuchsia coccinea*, *cylindrica*, *fulgens*, *radicans*, *spectabilis*, *Begonia fuchsoides* usw.), der von den Kolibris umschwärmten, in Scharlach gefleibeten Salbeiarten (*Salvia coccinea*, *cardinalis*), der verschiedenen zu den Skofulariaceen gehörigen Arten der Gattung *Alonsoa* und *Russelia*, der merkwürdigen Erythrina (*Erythrina crista galli*, *herbacea*, *speciosa*) und der Zäzalinaceen aus der Gattung *Amherstia* und *Brownea* (*Amherstia nobilis*, *Brownea coccinea* und *grandiceps*), deren Blüten durchweg so gebaut sind, daß ihr Honig kaum anders als von schwebenden Kolibris gewonnen werden kann. Es bleibt weiteren Beobachtungen in den tropischen Gebieten vorbehalten, zu ermitteln, ob es neben den Kolibris und Honigvögeln nicht auch noch andere blumenbesuchende Tiere, zumal Fliegen und Käfer, gibt, welche die scharlachroten Blüten sehen und auf sie zusfliegen; denn gewisse Pflanzen, wie z. B. die brasilischen, mit einem großen scharlachroten Hüllblatt ausgestatteten Aroideen (*Anthurium Scherzerianum*, *Andreanum*, *Lawrenceanum*), entbehren des Honigs und sind weder auf Kolibris noch auf Falter berechnet.

Von nächtlichfliegenden Insekten besuchte Pflanzen haben meistens hellfarbige oder weiße Blüten, die in der Nacht noch gesehen werden; sind ihre Blüten dunkel gefärbt, so locken sie die Insekten mit ihrem Duft an. Dunkles Braun muß eine besondere Zugkraft auf Wespen ausüben; den braunen Blüten, zumal solchen, deren Farbenton an den von faulenden Birnen und anderem Obst erinnert, fliegen die Wespen mit großer Hast zu und lassen dabei andere für unsere Augen weit auffallendere Farben unbeachtet. Wenn an den Blüten neben Braun auch noch blaßes, fahles Rot und schmutziges Violett vorkommt, sich somit jene Farbenzusammensetzung zeigt, welche an faulendem Fleisch und an Leichen auftritt, und wenn solche Blüten auch durch ihren Duft an einen Kadaver erinnern, so werden sie immer von Miasfliegen und Miaskäfern reichlich besucht. Man könnte glauben, daß der Duft allein schon zur Anlockung

[Zur Tafel: »Alpiner Wasen«.]

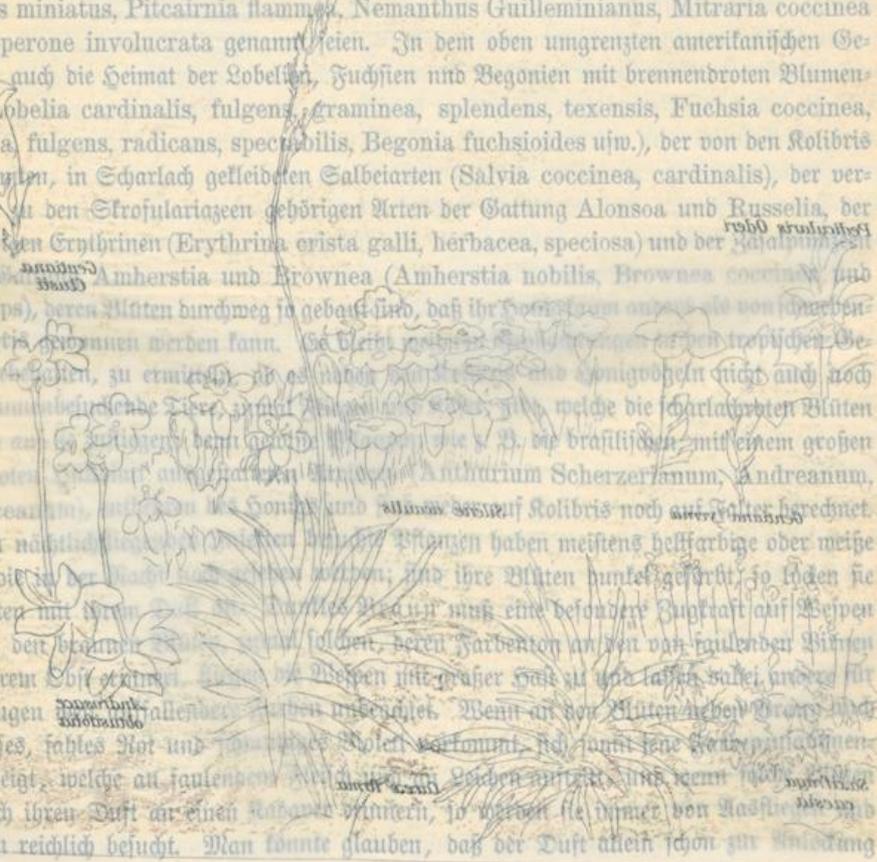


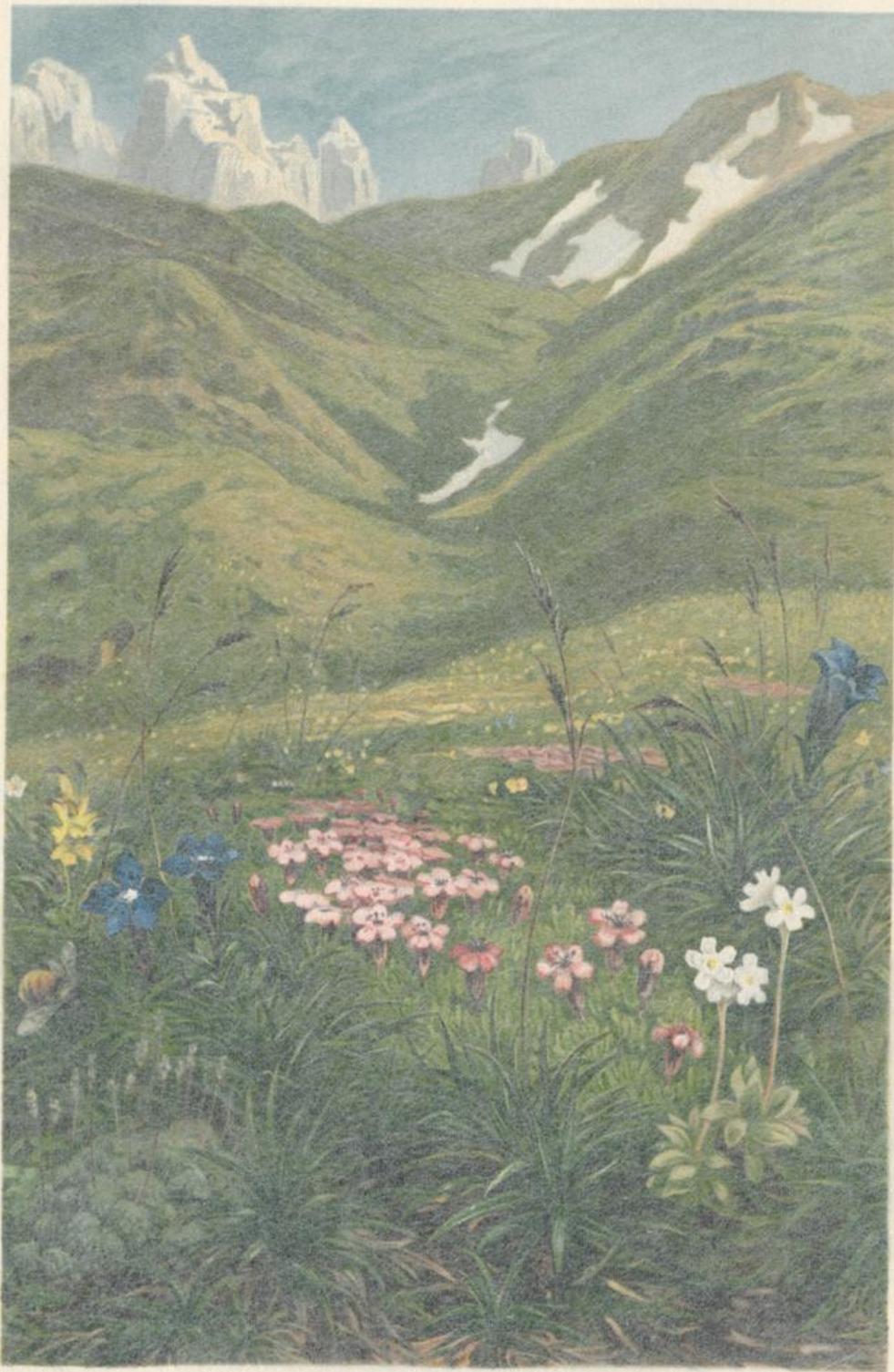
Alpiner Wasen auf dem Blaler in Tirol.  
Nach der Natur von Carl Meyn.

daß die Honigbiene die scharlachrote Farbe nicht erkennt, so wäre es auch begreiflich, daß sie den Blüten der Scharlettpelargonien und der scharlachroten Monarde keinen Besuch abstattet. Sie beachtet diese Blüten nicht, weil ihrem Auge die scharlachrote Farbe nicht feurig rot, sondern farblos, schwarz oder vielleicht violett erscheint. Das schließt nicht aus, daß wieder andere Tiere diese Farbe gut erkennen, ja daß für sie die scharlachrote Farbe sogar ein wichtiges, weithin wirkendes Anlockungsmittel ist. Zu den Blüten der Scharlettpelargonien kommen, wie schon erwähnt, ab und zu Falter angeflogen, die *Monarda didyma* wird von einer großen Hummel fleißig aufgesucht, und auch anderen scharlachroten Blüten, zumal in den tropischen Landschaften, sieht man verschiedene Tiere zusfliegen.

Insbondere ziehen solche Blüten auf die Kolibris und Honigvögel; ja es scheint, daß diese nach Honig lächerlich kleinen Vögel besonders gern den Scharlachblüten zusfliegen. Gewiß ist es auffallend, daß die scharlachrote Farbe in Asien und Europa, zumal in der alpinen, baltischen, pennsylvanischen und mittelländischen Flora, nur spärlich vertreten ist, daß dagegen in Amerika, zumal in Carolina, Texas, Mexiko, Westindien, Brasilien, Peru und Chile, ebenso in Afrika eine ausnehmend große Zahl roter Blüten vorkommt. In den zentralamerikanischen Urwäldern fällt jedem Besucher die große Zahl der Schlinggewächse und Epiphyten aus den Familien der Ananthazeen, Bignoniaceen, Bromeliaceen, Zyrtandraceen und Gesneriaceen auf, welche scharlachrote Blüten tragen, und von welchen hier als Beispiele nur *Bignonia venusta*, *Lamprococcus miniatus*, *Pitcairnia flammula*, *Nemanthus Guillemianus*, *Mitraria coccinea* und *Beloperone involucrata* genannt seien. In dem oben umgrenzten amerikanischen Gebiet ist ja auch die Heimat der Lobelien, Fuchsien und Begonien mit brennendroten Blumen, ferner *Lobelia cardinalis*, *fulgens*, *graminea*, *splendens*, *texensis*, *Fuchsia coccinea*, *cylindrica*, *fulgens*, *radicans*, *spectabilis*, *Begonia fuchsioides* usw.), der von den Kolibris umschwärmten, in Scharlach gekleideten Salbeiarten (*Salvia coccinea*, *cardinalis*), der verschiedenen zu den Strofulariaceen gehörigen Arten der Gattung *Alonsoa* und *Russelia*, der merkwürdigen Erythrinen (*Erythrina crista galli*, *herbacea*, *speciosa*) und der <sup>roth erblühend</sup> aus der Gattung <sup>Caribaea</sup> *Amherstia* und *Brownea* (*Amherstia nobilis*, *Brownea coccinea* und *grandiceps*), deren Blüten durchweg so gebaut sind, daß ihr Bestäubungsmittel von den kleinsten Kolibris angenommen werden kann. Es bleibt noch zu erwähnen, daß in den tropischen Gebieten vornehmlich zu ermitteln, ob es nicht auch Honigvögel und Honigbienen nicht auch noch andere blumenbesuchende Tiere, zumal <sup>aus Brasilien</sup> *Andurium Scherzerianum*, *Andreanum*, *Lawrenceanum* usw. Zu des Honig- und <sup>allerwärts</sup> Kolibris noch auf Falter berechnet.

Von nächstbedeutender Wichtigkeit sind die Pflanzen haben meistens hellfarbige oder weiße Blüten, die in der Regel von den Insekten besucht werden; und ihre Blüten dunkelgefärbt, so locken sie die Insekten mit ihrer Farbe an. Die Honigbiene muß eine besondere Zutracht auf Wespen ausüben; denn Wespen besuchen vornehmlich die Blüten, deren Farbbestand an den von fallenden Blüten und anderen Stoffen besteht. Die Wespen mit grauer Haut zu uns lassen dabei andere für unsere Augen unmerklich fallende Farben unterscheiden. Wenn an den Blüten neben Orange noch blasses, fahles Rot und blaues Violett vorkommt, so kann jene Kompositionenstellung zeigt, welche an fallenden Blüten vorkommt, und wenn diese auch durch ihren Duft an einen Kolibris erinnert, so werden sie immer von Kästchen und Kästchen reichlich besucht. Man könnte glauben, daß der Duft allein schon zur Anlockung





Alpiner Wäsen auf dem Blaier in Tirol.  
Nach der Natur von Ernst Heyn.





Alpiner Wäsen auf dem Blafer in Tirol.  
Nach der Natur von Ernst Heyn.



dieser Insekten genügen würde, es muß aber doch wohl anders sein; denn sonst wäre es nicht begreiflich, warum die verschiedenen nach Nasen duftenden Aristolochien, Stapelien, Rafflesien und Balanophoreen neben dem Duft auch noch die Farben des Nases an sich tragen. Wieviel bei dieser Anlockung auf Rechnung der Farbe, wieviel auf Rechnung des Duftes kommt, ist freilich schwer zu entscheiden, und es wäre verfrüht, schon jetzt hierüber ein endgültiges Urteil abzugeben. Es ist hier überhaupt die Bemerkung einzuschalten, daß die zuletzt mitgeteilten Angaben nicht so hingenommen werden dürfen, als wären sie sämtlich über allen Zweifel erhaben. Die Untersuchungen über diese Fragen sind sehr schwierig, und der Fehlerquellen gibt es so viele, daß die Frage, ob die Insekten der Farbe oder dem Duft folgen oder beiden, noch weiterer Untersuchung wert ist. Diese Bedenken dürfen aber andererseits auch nicht so aufgefaßt werden, als wäre das, was bisher ermittelt wurde, ganz unsicher. Das eine ist ja mit Sicherheit festgestellt, daß die einen Blütenfarben von diesen, die anderen von jenen Tieren bevorzugt werden, und daß das Fehlen oder Vorkommen einzelner Blütenfarben mit den gleichen Erscheinungen in der Tierwelt in Parallele zu stellen ist.

### Der Blütenduft als Lockmittel für Insekten und andere Tiere.

Gleichwie die Farbe, zeigt auch der Duft der Pflanzen die merkwürdigsten Beziehungen zur Tierwelt. Der von dem Laube, den Stengeln und Wurzeln ausgehende Duft dient, wie an anderer Stelle (Bd. I, S. 129) ausgeführt wurde, vorwiegend der Abhaltung und Abschreckung der Pflanzenfresser, der von den Blüten entwickelte Duft dagegen hat die Bedeutung der Anlockung von solchen Tieren, welche bei Gelegenheit ihrer Besuche den Pollen von Blüte zu Blüte, von Stock zu Stock übertragen und dadurch den betreffenden Pflanzen einen wichtigen Dienst erweisen. Bei der Aurikel (*Primula Auricula*), dem Waldmeister (*Asperula odorata*), der Raute (*Ruta graveolens*) und dem Lavendel (*Lavandula vera*) haben Blüten- und Laubblätter den gleichen Duft, und hier werden durch ein und denselben Stoff die honig- und pollensuchenden Insekten zu den Blüten gelockt und zugleich das Laub und die Blüten vor dem Abgefressenwerden gegen die weidenden Tiere geschützt. Eine solche gleichmäßige Verbreitung der duftenden Stoffe über die verschiedensten Teile derselben Pflanze ist aber verhältnismäßig selten; weit häufiger kommt es vor, daß der Duft der Blüten von jenem des Laubes abweicht. So entwickeln z. B. die Lauche (*Allium Chamaemoly*, *sibiricum*, *suaveolens*) in ihren Blüten Honigduft, welcher Insekten zum Besuche herbeilockt, die Laubblätter dagegen haben einen starken Lauchgeruch, welcher die weidenden Tiere fernhält. Auch bei den meisten Doldenpflanzen haben die Blüten einen anderen Duft als die Laubblätter, Stengel und Wurzeln. Die Laubblätter der auf der Tafel bei S. 189 abgebildeten Sumbulstaude (*Euryangium Sumbul*) duften nach Moschus, der Wurzel des Korianders (*Coriandrum sativum*) entströmt ein abscheulicher anwidriger Wanzenduft, und das Kraut des gefleckten Schierlings (*Conium maculatum*) besitzt einen abstoßenden Mäuseduft. Und doch haben die Blüten dieser drei Doldengewächse gemeinsam einen zarten Honigduft, welcher Insekten zum Besuch anlockt.

Die Duftstoffe der Blüten sind sehr verschiedener Art, ätherische Öle oder andere flüchtige Verbindungen. Die ätherischen Öle riechen meist angenehm, andere Stoffe, wie Aminverbindungen, die bei *Crataegus* und *Sorbus* vorkommen, weniger angenehm; endlich sind

manche Blüten für den Menschen übelriechend, z. B. *Stapelia*, *Balanophoreen*, *Rafflesiazeen* usw. Ob auf die Insekten jedoch die Düfte in gleicher Weise anziehend oder abstoßend wirken, darüber läßt sich noch wenig sagen. Begreiflicher Weise sind wir bei allen diesen Fragen nur auf die Beobachtungen über das Verhalten der Insekten gegenüber den Blüten in der freien Natur angewiesen, und da bei solchen Beobachtungen im einzelnen viele Fehlerquellen unterlaufen, dürfen die abgeleiteten Schlüsse nur mit Vorsicht aufgenommen werden. Es kann darum die sogenannte „Blumentreue“ der Insekten, worunter man die Vorliebe gewisser Arten für bestimmte Blüten versteht, insoweit sie den Duft betrifft, hier nur im großen und ganzen erörtert und nur das Hauptergebnis der Beobachtungen darüber verzeichnet werden.

Als solches kann aber gelten, daß die stinkenden Düfte auf gewisse Fliegen aus den Gattungen *Scatophaga*, *Sarcophaga*, *Onesia*, *Lucilia*, *Pyrellia*, *Calliphora*, *Sepsis* und *Musca* und auf Käfer aus den Gattungen *Aleochara*, *Dermestes*, *Saprinus*, welche sich auf Aas und Excrementen einfinden, anziehend wirken, von den Schmetterlingen, Bienen und Hummeln aber unbeachtet bleiben. Durch die aminartigen Düfte werden insbesondere große und kleine Käfer, zumal *Betonien*, und dann Hautflügler, aber kaum jemals Schmetterlinge angelockt. Der Honigduft wirkt in ausgiebiger Weise auf Bienen und Hummeln, aber auch auf Falter, *Zygänen* und bei Tage fliegende Schwärmer (z. B. den Taubenschwanz, *Macroglossa stellatarum*) sowie auf kleine Käfer; dagegen werden die durch die stinkenden (indoloiden) Düfte angeregten Insekten durch den Honigduft nicht angezogen. Den Blüten mit paraffinartigem Duft fliegen insbesondere gewisse Hautflügler, die merkwürdiger Weise selbst ähnlich duften, namentlich die Arten der Gattung *Prosopis*, zu. Die Blüten mit Hyazinthenduft sind von kleinen Eulen und Spinnern und die Blüten mit Geißblattduft von großen, in der Dämmerung fliegenden Schwärmern umworben. Weder die einen noch die anderen der zuletzt genannten Düfte wirken aber anziehend auf die Käfer. Auch die Falter sieht man an den Blüten mit Geißblattduft ohne Anhalt vorüberfliegen, was zu der Annahme berechtigt, daß dieser Duft von den genannten Schmetterlingen gar nicht wahrgenommen wird oder ihnen unangenehm ist.

Die Tatsache, daß der Mensch gewisse Riechstoffe in feinsten Verteilung und auf unglaublich große Entfernung wahrzunehmen vermag, gibt aber auch einen Anhaltspunkt zur Erklärung des sogenannten Witterns der Düfte von seiten der Tiere. Die Bienen fliegen zu den Blüten der *Ampelopsis* aus Entfernungen herbei, aus welchen sie diese Blüten durch den Gesichtssinn nicht wahrzunehmen imstande sind. Sie riechen die für uns duftlosen Blüten der *Ampelopsis* auf 300 Schritt gerade so wie wir auf gleiche Entfernung die Blüten der Weinreben.

Aus der Fülle merkwürdiger Beobachtungen über das Witterungsvermögen der Tiere fesseln uns hier nur jene, welche sich auf den Besuch der Blüten durch Insekten beziehen, und es mögen von diesen insbesondere zwei hervorgehoben werden. Vor einigen Jahren wurde die aus *Zypern* stammende Aroidee *Dracunculus creticus* am Rande eines kleinen Nadelholzbestandes im Wiener botanischen Garten gepflanzt. Im Umkreise von mehreren hundert Schritten befand sich weder eine Düngerstätte noch irgendein in Fäulnis übergegangener tierischer Körper, und auch von Aasfliegen und Aaskörpern war dort weit und breit keine Spur zu finden. Als sich aber einmal im Laufe des Sommers die große tütenförmige Blüten Scheide dieser Aroidee geöffnet hatte, kamen sofort von allen Seiten zahllose Aasfliegen und Aaskäfer herbeigesflogen. Für den Menschen war der aus der Blüten Scheide strömende Aasduft nur auf die Entfernung von wenigen Metern bemerkbar, die genannten Tiere mußten denselben aber mehrere hundert Meter weit gewittert haben. In ebendiesem Garten ist an einer beschränkten

Stelle ein Stock des Geißblattes (*Lonicera Caprifolium*) gepflanzt, und derselbe wird im Sommer, wenn die Dämmerung eintritt, alljährlich von Windlingschwärmern (*Sphinx Convulvi*) gern besucht. Diese Schwärmer pflegen sich, nachdem sie Honig gesogen haben, und wenn die Nacht an Stelle der Dämmerung tritt, in der Nähe des Stockes auf die Borke alter Baumstämme oder auf abgefallenes, am Boden liegendes Laubwerk zu setzen und verharren dort mit zusammengeschlagenen Flügeln wie erstarrt bis zum Abend des nächsten Tages. An einem Sommertage wurde eines der Holzstücke, welches von einem Windlingschwärmer zum Ruheplatze gewählt worden war, mit aller Sorgfalt vom Boden aufgenommen, der Schmetterling an einer Stelle mittels Zinnober betupft und mitsamt dem Holzstück, auf dem er unbeweglich sitzen geblieben war, an einen anderen Punkt des Gartens, welcher von dem Geißblattstocke 300 Schritt weit entfernt war, gebracht. Als die Dämmerung eintrat, schwenkte der Schwärmer die ihm als Riechorgan dienenden Fühler einigemal hin und her, streckte die Flügel und flog wie ein Pfeil nach jener Richtung des Gartens, wo der Geißblattstock stand. Kurz danach wurde der mit Zinnober gekennzeichnete Schwärmer vor den Blüten dieses Stockes schwebend und Honig saugend beobachtet. Er war demnach allem Anschein nach geradezu zu dem Stocke geflogen und mußte den Duft der Geißblattblüten selbst in der Entfernung von 300 Schritt noch deutlich wahrgenommen haben.

Eine der merkwürdigsten Beziehungen des Blütenduftes zu den Tieren, auf welche schon früher gelegentlich hingewiesen wurde, ist das Zusammentreffen der Entwicklung des Blütenduftes mit der Flugzeit bestimmter Insekten. Die vorwiegend von Abend-schmetterlingen besuchten Blüten verschiedener Arten des Geißblattes (*Lonicera Caprifolium*, *Periclymenum*, *etrusca*, *grata* usw.), der Petunien (*Petunia violacea*, *viscosa* usw.), der Platanthera *bifolia* und noch zahlreicher anderer im Sommer blühender Pflanzen duften tagsüber nur sehr schwach oder gar nicht; erst nach Sonnenuntergang, von 6 oder 7 Uhr abends angefangen bis gegen Mitternacht, entbinden sie reichlichst ihre Riechstoffe. Noch auffallender verhalten sich die von kleinen Nachtschmetterlingen besuchten Blüten der Trauerviole (*Hesperis tristis*), der dunkelblütigen Pelargonien (*Pelargonium triste*, *atrum* usw.), zahlreicher nelkenartiger Gewächse (*Silene longiflora*, *nutans*, *viridiflora* usw.), von welchen am Tage gar kein Duft ausgeht, die aber mit beginnender Dämmerung starken Hyazinthenduft aushauchen, desgleichen die Nachtviole (*Hesperis matronalis*), deren Blüten abends nach Veilchen, und eine Art des Waldmeisters (*Asperula capitata*), deren Blüten bei eintretender Dunkelheit nach Vanille duften. Andererseits stellen zahlreiche von Faltern, Bienen und Hummeln im Laufe des Tages besuchte Blüten die Entwicklung des Duftes ein, sobald die Sonne untergegangen ist. Die gelben Blüten des Besenginsters (*Spartium junceum*) spenden ihren köstlichen Akazienduft nur zur Zeit, wenn die Sonne hoch am Himmel steht und die genannten Insekten durch die warme Luft schwirren. Abends ist an ihnen keine Spur des Duftes wahrzunehmen. Der zierliche Klee *Trifolium resupinatum* und die verschiedenen Arten der Gattung *Prunus*, deren im Sonnenschein von vielen umsummte Blüten stark nach Honig duften, werden duftlos, sobald sich mit beginnender Dämmerung die Bienen in ihren Bau zurückziehen. Dasselbe gilt von dem Studentenröschen (*Parnassia palustris*), das nur im warmen Sonnenschein nach Honig duftet und abends duftlos wird. Auch eine in den Pyrenäen heimische Art des Seidelbastes (*Daphne Philippi*) zeigt die Eigentümlichkeit, daß ihre Blüten nur tagsüber zarten Veilchenduft entbinden.

Es wurde die Frage aufgeworfen, ob nicht zwischen Farbe und Duft der Blüten

eine Art Ergänzung oder Stellvertretung stattfindet, so zwar, daß in jenen Fällen, wo die Anlockung der berufenen Honig- und Pollenresser durch lebhaftere Farben der Blumenblätter vermittelt wird, der Duft fehle und umgekehrt. Auf diese Idee wurde man durch die Tatsache hingeleitet, daß viele Pflanzen, deren Blumen in den grellsten Farben prangen und auch wegen ihrer Größe schon von fern in die Augen fallen, beispielsweise die Kornblume (*Centaurea Cyanus*), das Tausendschön (*Adonis aestivalis* und *flammea*), viele Gentiänen (*Gentiana acaulis*, *bavarica*, *verna*), verschiedene Arten der Gattung Läusekraut (*Pedicularis incarnata*, *rostrata* usw.), der Kamelie (*Camellia japonica*), der indischen Azalee (*Azalea indica*) und zahlreiche Arten der Gattung Amaryllis und *Hemerocallis*, des Duftes völlig entbehren, während viele Blüten mit unscheinbaren kleinen Blumen, wie z. B. die Reseda (*Reseda odorata*), die Weinrebe (*Vitis vinifera*), der Efeu (*Hedera Helix*), die Gleditschie (*Gleditschia triacanthos*), der Oleaster (*Elaeagnus angustifolia*), einen weithin wahrnehmbaren starken Duft verbreiten. Es wäre hier auch zu verzeichnen, daß die schon mehrfach erwähnten Pelargonien (*Pelargonium atrum* und *triste*) und die Trauerviole (*Hesperis tristis*), welche schmutzig gelbe und schwärzliche, für das beste Auge in der Dämmerung nicht unterscheidbare Blüten tragen, starken Hyazinthenduft entwickeln, der zahlreiche kleine Nachschmetterlinge anlockt. So einleuchtend aber diese Beispiele auch sind, es lassen sich andererseits wieder viele solche danebenstellen, welche zeigen, daß lebhaftere und auffallendere Farben nicht selten auch mit starkem Duft der Blüten zusammen vorkommen. Die Rosen, Nelken und Levkoien, viele tropische Orchideen, die Magnolien, die Narzissen, die großblütigen Rhododendren des Himalaja zeigen zum wenigsten so viel, daß die erwähnte Annahme eine allgemeine Gültigkeit nicht besitzt.

### Die Eröffnung des Zuganges zum Blütengrunde.

Das Abholen und Übertragen des Pollens durch Tiere kann selbstverständlich nur dann stattfinden, wenn die Blumenblätter, unter deren Schutze sich das Ausreifen des Pollens in den Antheren sowie die Entwicklung der zum Festhalten des Pollens bestimmten Narben vollzogen, das Einfahren in den Blütengrund gestatten. Es ist hier zunächst eine kurze Erläuterung des Ausdruckes „Eröffnung“ zu geben, da derselbe auf manche Fälle nicht recht zu passen scheint. Die Blumen des Löwenmaules und des Leinkrautes (*Antirrhinum* und *Linaria*) öffnen sich eigentlich niemals ganz von selbst, sondern es müssen sich die anfliegenden Insekten, welche Honig gewinnen wollen, das Tor zum Innenraume dieser Blüten selbst aufmachen, indem sie deren Unterlippe herabdrücken. In den Blütenknospen der Schmetterlingsblumen umschließt das obere, unter dem Namen Fahne bekannte Blumenblatt wie ein Mantel die vier anderen; erst wenn der Pollen ausgereift und aus den Antheren entlassen ist, schlägt sich die Fahne teilweise zurück, und man sagt nun, die Pflanze sei aufgeblüht. Aber noch immer ist an der Schmetterlingsblüte keine Öffnung zu sehen; der Zugang zum Honig bleibt nach wie vor versteckt, und die Insekten, welche saugen wollen, müssen den Rüssel zwischen die zusammenschließenden Blätter der Blume einschieben. Im Grunde ist aber der Vorgang, um den es sich hier handelt, doch ein wahres Öffnen des in der Knospe bisher verschlossenen Raumes, ein Aufschließen der Zufahrt in die bisher unzugänglichen Tiefen der Blüten, und es mag daher die diesem Kapitel gegebene Überschrift immerhin beibehalten bleiben.

Das Auseinandergehen der Blumenblätter, welches wir als „Aufblühen“ bezeichnen,





Königin der Nacht, *Cereus nycticalus* (Mexiko).

Nach der Natur von Ernst Heyn.

erfolgt gewöhnlich sehr rasch. An den Blüten des Geißblattes (*Lonicera Caprifolium*) beginnt das Öffnen mit dem Herab schlagen des unteren Blattes der Blumenkrone; daraufhin biegen sich auch die seitlichen und oberen Blumenblätter zurück, die Träger der Antheren lockern sich und spreizen wie die Finger einer Hand auseinander. Diese Bewegungen lassen sich mit den Augen verfolgen, und der ganze Vorgang dauert kaum zwei Minuten. Noch rascher spielt sich das Öffnen der Blüte bei der Nachtkerze (*Oenothera grandiflora*) ab. Die Blumenblätter schieben sich ganz plötzlich auseinander, breiten sich binnen einer halben Minute aus, und wenn irgendwo das Wort Aufspringen der Blüten berechtigt ist, so gilt das in diesem Falle. Auch an den Blüten mehrerer tropischer Orchideen schlagen sich die Blumenblätter so rasch zurück, daß man die dabei stattfindenden Bewegungen deutlich sehen kann. Bei dem Öffnen der prachtvollen Blüten von *Stanhopea tigrina* schnellen zuerst die äußeren Blumenblätter 5 cm weit auseinander und machen dann noch in kurzen Zeiträumen ruckweise Bewegungen, welche zur Folge haben, daß sie nach einer Minute im Halbbogen weit zurückgekrümmt sind. Danach biegen sich auch die zwei gleichgestalteten inneren Blumenblätter zurück, und der Blütengrund ist nun dem Besuche von Tieren geöffnet. Der ganze Vorgang dauert kaum länger als drei Minuten. Es ist bemerkenswert, daß bei dem Aufspringen der genannten *Stanhopea* ein deutliches Geräusch gehört wird, nicht unähnlich jenem Klatschen, welches beim Zerplatzen der aufgeblasenen Kelle der Klatschnelle vorkommt.

Es gibt Blütenknospen, die sich schon am frühesten Morgen öffnen, und die der erste Strahl der aufgehenden Sonne bereits weit geöffnet antrifft. Die als Schlingpflanze in unseren Gärten häufig gezogene Winde *Ipomoea purpurea* öffnet ihre Blütenknospen schon um 4 Uhr morgens bei anbrechendem Tag. Auch die meisten wilden Rosen öffnen sich zwischen 4 und 5 Uhr morgens. Zwischen 5 und 6 Uhr entfalten die meisten Arten des Leines, namentlich *Linum austriacum* und *perenne*, ihre Blütenknospen. Zwischen 6 und 7 Uhr öffnen sich die Blütenknospen der Weidenröschen (*Epilobium angustifolium* und *collinum*), zwischen 7 und 8 Uhr jene der meisten Winden, namentlich des *Convolvulus arvensis* und *tricolor*. Zwischen 8 und 9 Uhr öffnen viele *Gentianazeen* und *Ehrenpreisarten*, die meisten Arten der Gattung *Sauerflee* (*Oxalis*) und das aus dem Himalaja stammende, in den Gärten häufig gepflanzte dunkelblütige Fingerkraut (*Potentilla atrosanguinea*) die Blütenknospen. Zwischen 9 und 10 Uhr gehen die Blütenknospen der meisten Tulpen und *Opuntien* (*Tulipa*, *Opuntia*) auf; zwischen 10 und 11 Uhr jene des kleinen Tausendgüldenkrautes (*Erythraea pulchella*) und des Kleinlinges (*Centunculus minimus*) und zwischen 11 und 12 Uhr jene des aufrechten Fingerkrautes (*Potentilla recta*). Von Mittag angefangen, ist nun eine lange Pause bis zum Abend. Es ist keine Pflanze bekannt, deren Blütenknospen sich in unseren Breiten und unter gewöhnlichen Verhältnissen am Nachmittag öffnen würden. Sobald sich aber die Sonne dem westlichen Horizont nähert, beginnt das hübsche Spiel von neuem. Um 6 Uhr abends oder kurz vorher springen die Blütenknospen des Geißblattes (*Lonicera Caprifolium*) auf; kurz darauf öffnen sich die Blütenknospen der Nachtkerze (*Oenothera*) und jene der Lichtnelken (*Lychnis diurna* und *vespertina*). Zwischen 7 und 8 Uhr die Nachtblumen (*Hesperis matronalis* und *tristis*), die Nachtblume (*Mirabilis Jalappa*), einige Arten des Leimkrautes (*Silene noctiflora* und *vespertina*) und mehrere Arten des Stechapfels (*Datura Metel*, *Stramonium*); zwischen 8 und 9 Uhr wieder einige Leimkräuter (*Silene longiflora*, *Saxifraga*, *Vallesia*) und eine Art des Tabaks (*Nicotiana affinis*), zwischen 9 und 10 Uhr der auf der beistehenden Tafel „Königin der Nacht“ abgebildete *Cereus nycticalus*.



Königin der Nacht, *Cereus nycticalus* (Mexiko).

Nach der Natur von Ernst Heyn.

erfolgt gewöhnlich sehr rasch. In den Blüten des Geißblattes (*Lonicera Caprifolium*) beginnt das Öffnen mit dem Herab schlagen des unteren Blattes der Blumenfrone; daraufhin biegen sich auch die seitlichen und oberen Blumenblätter zurück, die Träger der Antheren lockern sich und spreizen wie die Finger einer Hand auseinander. Diese Bewegungen lassen sich mit den Augen verfolgen, und der ganze Vorgang dauert kaum zwei Minuten. Noch rascher spielt sich das Öffnen der Blüte bei der Nachtkerze (*Oenothera grandiflora*) ab. Die Blumenblätter schieben sich ganz plötzlich auseinander, breiten sich binnen einer halben Minute aus, und wenn irgendwo das Wort Aufspringen der Blüten berechtigt ist, so gilt das in diesem Falle. Auch an den Blüten mehrerer tropischer Orchideen schlagen sich die Blumenblätter so rasch zurück, daß man die dabei stattfindenden Bewegungen deutlich sehen kann. Bei dem Öffnen der prachtvollen Blüten von *Stanhopea tigrina* schnellen zuerst die äußeren Blumenblätter 5 cm weit auseinander und machen dann noch in kurzen Zeiträumen ruckweise Bewegungen, welche zur Folge haben, daß sie nach einer Minute im Halbbogen weit zurückgekrümmt sind. Danach biegen sich auch die zwei gleichgestalteten inneren Blumenblätter zurück, und der Blütengrund ist nun dem Besuche von Tieren geöffnet. Der ganze Vorgang dauert kaum länger als drei Minuten. Es ist bemerkenswert, daß bei dem Aufspringen der genannten *Stanhopea* ein deutliches Geräusch gehört wird, nicht unähnlich jenem Klatschen, welches beim Zerplatzen der aufgeblasenen Kelle der Klatschnelle vorkommt.

Es gibt Blütenknospen, die sich schon am frühesten Morgen öffnen, und die der erste Strahl der aufgehenden Sonne bereits weit geöffnet antrifft. Die als Schlingpflanze in unseren Gärten häufig gezogene Winde *Ipomoea purpurea* öffnet ihre Blütenknospen schon um 4 Uhr morgens bei anbrechendem Tag. Auch die meisten wilden Rosen öffnen sich zwischen 4 und 5 Uhr morgens. Zwischen 5 und 6 Uhr entfalten die meisten Arten des Leines, namentlich *Linum austriacum* und *perenne*, ihre Blütenknospen. Zwischen 6 und 7 Uhr öffnen sich die Blütenknospen der Weidenröschen (*Epilobium angustifolium* und *collinum*), zwischen 7 und 8 Uhr jene der meisten Winden, namentlich des *Convolvulus arvensis* und *tricolor*. Zwischen 8 und 9 Uhr öffnen viele Gentanazeen und Ehrenpreisarten, die meisten Arten der Gattung Sauerflee (*Oxalis*) und das aus dem Himalaja stammende, in den Gärten häufig gepflanzte dunkelblütige Fingerkraut (*Potentilla atrosanguinea*) die Blütenknospen. Zwischen 9 und 10 Uhr gehen die Blütenknospen der meisten Tulpen und Opuntien (*Tulipa*, *Opuntia*) auf; zwischen 10 und 11 Uhr jene des kleinen Tausendgüldenkrautes (*Erythraea pulchella*) und des Kleinlinges (*Centunculus minimus*) und zwischen 11 und 12 Uhr jene des aufrechten Fingerkrautes (*Potentilla recta*). Von Mittag angefangen, ist nun eine lange Pause bis zum Abend. Es ist keine Pflanze bekannt, deren Blütenknospen sich in unseren Breiten und unter gewöhnlichen Verhältnissen am Nachmittag öffnen würden. Sobald sich aber die Sonne dem westlichen Horizont nähert, beginnt das hübsche Spiel von neuem. Um 6 Uhr abends oder kurz vorher springen die Blütenknospen des Geißblattes (*Lonicera Caprifolium*) auf; kurz darauf öffnen sich die Blütenknospen der Nachtkerze (*Oenothera*) und jene der Lichtnelken (*Lychnis diurna* und *vespertina*). Zwischen 7 und 8 Uhr die Nachtviole (*Hesperis matronalis* und *tristis*), die Nachtblume (*Mirabilis Jalappa*), einige Arten des Leimkrautes (*Silene noctiflora* und *vespertina*) und mehrere Arten des Stechapfels (*Datura Metel*, *Stramonium*); zwischen 8 und 9 Uhr wieder einige Leimkräuter (*Silene longiflora*, *Saxifraga*, *Vallesia*) und eine Art des Tabaks (*Nicotiana affinis*), zwischen 9 und 10 Uhr der auf der beistehenden Tafel „Königin der Nacht“ abgebildete *Cereus nycticalus*.

So wie der Beginn ist auch das Ende des Blühens in jedem einzelnen Fall an einen festgestellten Zeitpunkt geknüpft, und es ergibt sich für jede Art eine bestimmte Blütendauer. Blüten, welche nur einen Tag offen sind, werden ephemere oder Eintagsblüten genannt. In der nachfolgenden Tabelle findet sich für eine Reihe ephemerer Blüten die Stunde des Öffnens und jene des Schließens verzeichnet.

Name der Pflanze	Öffnet sich um	Schließt sich um	Name der Pflanze	Öffnet sich um	Schließt sich um
Allionia violacea . . .	3—4 vorm.	11—12 vorm.	Portulaca grandiflora	8—9 vorm.	6—7 nachm.
Roemeria violacea . . .	4—5 "	10—11 "	Calandrinia compressa	9—10 "	1—2 "
Cistus creticus . . .	5—6 "	5—6 nachm.	Drosera longifolia . . .	9—10 "	2—3 "
Tradescantia virginica	5—6 "	4—5 "	Arenaria rubra . . .	10—11 "	3—4 "
Iris arenaria . . .	6—7 "	3—4 "	Portulaca oleracea . . .	10—11 "	3—4 "
Hemerocallis fulva . . .	6—7 "	8—9 "	Spergula arvensis . . .	10—11 "	3—4 "
Convolvulus tricolor . . .	7—8 "	5—6 "	Sisyrinchium anceps . . .	11—12 "	4—5 "
Oxalis stricta . . .	8—9 "	3—4 "	Mirabilis longiflora . . .	7—8 abds.	2—3 vorm.
Hibiscus Trionum . . .	8—9 "	11—12 vorm.	Cereus grandiflorus . . .	8—9 "	2—3 "
Erodium Cicutarium . . .	8—9 "	4—5 nachm.	Cereus nycticalus . . .	9—10 "	2—3 "

Mit Rücksicht auf die Zahl der Stunden, während deren diese ephemeren Blüten offen bleiben, reihen sie sich in folgender Weise:

Stunden	Stunden	Stunden
Hibiscus Trionum . . . 3	Sisyrinchium anceps . . . 5	Iris arenaria . . . . . 9
Calandrinia compressa . . . 4	Roemeria violacea . . . 6	Convolvulus tricolor . . . 10
Portulaca oleracea . . . 5	Oxalis stricta . . . . . 7	Tradescantia virginica . . . 10
Drosera longifolia . . . 5	Mirabilis longiflora . . . 7	Portulaca grandiflora . . . 10
Arenaria rubra . . . . . 5	Cereus grandiflorus . . . 7	Cistus creticus . . . . . 12
Spergula arvensis . . . . . 5	Allionia violacea . . . . . 8	Hemerocallis fulva . . . . . 14
Cereus nycticalus . . . . . 5	Erodium Cicutarium . . . 8	

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß die Pflanzen mit ephemeren Blüten in zwei Gruppen zerfallen, in solche, deren Blumen sich zwischen dem Frühmorgen und Mittag öffnen, und solche, die erst am Abend mit beginnender Dämmerung oder in der Nacht aufgehen.

An die ephemeren Blüten reihen sich jene an, deren Blütenknospen abends zwischen 5 und 7 Uhr aufgehen, die Nacht und den nächsten Vormittag hindurch offen bleiben und sich erst zur Mittagszeit oder erst am Abend, meistens also 24 Stunden, nachdem sie sich zum erstenmal geöffnet haben, dauernd schließen. Hierher gehören mehrere Arten des Stechapfels und der Nachtkerze, die Morina, die Nachtblume und einige Rakteen (z. B. Datura Metel, Stramonium, Oenothera biennis, grandiflora, Morina Persica, Mirabilis Jalappa, Echinocactus Tetani).

Eine andere Gruppe von Pflanzen hat das Eigentümliche, daß ihre Blumen im Laufe des Vormittags zum erstenmal aufgehen, sobald die Dämmerung anbricht, sich schließen, am nächsten Morgen sich wieder öffnen, aber zwischen 2 und 5 Uhr nachmittags abfallen oder welk werden. Dahin gehören mehrere mohnartige Gewächse, zahlreiche Arten des Leines, die Himbeere, einige Fingerkräuter und Rakteen (z. B. Glaucium corniculatum und luteum, Papaver alpinum, Linum tenuifolium, Rubus Idaeus, Potentilla recta und Opuntia vulgaris).

In dem nachfolgenden Verzeichnis sind Pflanzen zusammengestellt, bei welchen sich das Blühen der einzelnen Blüten über zwei bis viele Tage erstreckt.

Es liegt zwischen dem Anfang und Ende des Blühens der einzelnen Blüte ein Zeitraum von 2 Tagen bei Centunculus minimus, Dianthus prolifer, Epilobium collinum, Geranium

pratense, *Papaver somniferum*, *Potentilla atrosanguinea* und überhaupt den meisten Arten der Gattung *Potentilla*, *Rosa arvensis* und mehreren anderen Rosen, *Saponaria Vaccaria*, *Sinapis arvensis*, *Veronica aphylla* und zahlreichen verwandten Arten der Gattung *Veronica*; von 3 Tagen bei *Lonicera Caprifolium*, *Potentilla formosa*, *Agrimonia Eupatorium*, *Aphyllanthes monspeliensis*, *Galium infestum* und einigen anderen Arten der Gattung *Galium*, *Helianthemum alpestre* und die meisten Arten der Gattung *Helianthemum*; von 4 Tagen bei *Lychnis diurna*, *Sagina saxatilis*, *Sedum atratum*, *Scilla liliohyacinthus*, *Telephium Imperati*, *Sanguinaria canadensis*; von 5 Tagen bei *Eschscholtzia californica*, *Fritillaria Meleagris*, *Scilla sibirica*, *Erythraea Centaurium*, *Linum viscosum*; von 6 Tagen bei *Digitalis purpurea*, *Erythraea pulchella*, *Hemerocallis flava*, *Lilium album*, *Oxalis lasiandra*; von 7 Tagen bei *Ranunculus acer* und *Pelargonium zonale*; von 8 Tagen bei *Eranthis hiemalis*, *Hepatica triloba*, *Parnassia palustris*, *Saxifraga bryoides*; von 10 Tagen bei *Cyclamen europaeum*; von 12 Tagen bei *Crocus sativus* und *Saxifraga Burseriana*; von 18 Tagen bei *Vaccinium Oxycoccos*; von 30 Tagen bei *Cattleya labiata*; von 40 Tagen bei *Cypripedium insigne* und verschiedenen Arten von *Odontoglossum*; von 50 Tagen bei *Epidendrum Lindleyanum* und *Phalaenopsis grandiflora*; von 60 Tagen bei *Oncidium cruentum*; von 70 Tagen bei *Cypripedium villosum*; von 80 Tagen bei *Odontoglossum Rossii*. Die Dauer einzelner Blüten wechselt demnach bei den verschiedenen Arten von 3 Stunden bis zu 80 Tagen.

Diese auffallende Verschiedenheit steht mit der Menge des Pollens in den einzelnen Blüten sowie mit der Zahl der Blüten an den einzelnen Stöcken im Zusammenhang und ist auch davon abhängig, ob die Narbe der betreffenden Blüte ausschließlich durch Vermittelung der Insekten mit Pollen versehen wird oder nicht. Blüten mit zahlreichen Pollenblättern und reichlichem Pollen, beispielsweise die des Mohnes, der Zistrosen und des Portulaks, haben immer nur eine kurze Dauer, während umgekehrt diejenigen Blüten, welche nur eine einzige Anthere bergen, wie z. B. die meisten Orchideen, wochenlang frisch bleiben. Wenn die Pflanzenstöcke alljährlich nur eine einzige Blüte entwickeln, wie das Schneeglöckchen (*Galanthus*), das einblütige Wintergrün (*Pirola uniflora*), die Einbeere (*Paris quadrifolia*) und die verschiedenen Arten von *Trillium*, oder wenn die Zahl der Blüten eines Stockes nur auf zwei bis drei beschränkt ist, wie bei den tropischen Orchideen aus den Gattungen *Oncidium*, *Stanhopea* und *Cattleya*, so bleiben diese vereinzelt oder spärlichen Blüten sehr lange frisch und geöffnet. Es kann ja der Fall eintreten, daß trotz aller den Blüten zu Gebote stehenden Anlockungsmittel infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse wochenlang keine Insekten angefliegen kommen. Wenn nun die Blüte so organisiert ist, daß bei dem Ausbleiben pollenbringender Insekten auch die Entwicklung keimfähiger Samen unterbleiben muß, so wäre bei kurzer Dauer des Blühens der Erfolg, welcher mit dem Blühen angestrebt ist, in Frage gestellt, und es könnte dahin kommen, daß der einblütige oder armblütige Pflanzenstock in einem Jahre gar keine Samen zutage förderte. Daraus geht aber auch hervor, daß es für solche Blüten sehr vorteilhaft ist, wenn sie möglichst lange ausharren. Je länger sie offen und frisch bleiben, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß denn doch einmal Insekten, mit den Pollen anderer Stöcke beladen, anrücken.

Wenn dagegen ein Pflanzenstock im Laufe des Jahres sehr zahlreiche Blüten entwickelt, noch dazu Blüten, welche sich nicht gleichzeitig öffnen, sondern nacheinander an die Reihe kommen, und wenn überdies in diesen Blüten für den Fall ausbleibenden Insektenbesuches Autogamie stattfindet, so kann auch die Dauer der Einzelblüte sehr kurz bemessen sein. Man

sieht trotz der kurzen Dauer der einzelnen Blüten den betreffenden Stock dennoch wochenlang mit offenen Blüten geschmückt. Die Tradescantien (*Tradescantia crassula*, *virginica* usw.) entwickeln Eintagsblüten, aber sie entwickeln sie zwei Monate hindurch fort und fort, und während dieser langen Zeit sieht man die Stöcke täglich mit neuen offenen Blüten besetzt. Dasselbe gilt von den meisten Schotengewächsen, den Zistrosen (*Cistus*), den Sonnenröschen (*Helianthemum*), dem Sonnentau (*Drosera*) und noch vielen anderen. Die zuletzt genannte Pflanze öffnet ihre Eintagsblüten nur bei günstigem Wetter und, wie es scheint, auch da nur an jedem zweiten Tage. Wenigstens bei *Drosera longifolia* wurde beobachtet, daß selbst bei auffallend schöner Witterung nur an jedem zweiten Tag eine Blütenknospe aufspringt. Auf diese Weise wird von den Stöcken mit zahlreichen ephemeren Blüten und von jenen mit einer einzigen, wochenlang offenbleibenden Blüte in der Hauptsache dasselbe geleistet.

Es gibt aber auch Pflanzen, deren Blumen sich periodisch öffnen und schließen. Diese merkwürdige Erscheinung hat schon vor langer Zeit die Aufmerksamkeit der Botaniker auf sich gelenkt, und der scharfsichtige Linné wurde durch sie angeregt, auf Grund mehrjähriger in Upsala angestellter Beobachtungen eine sogenannte Blumenuhr zu entwerfen. Er gruppierete nämlich die Pflanzen nach Maßgabe der Zeit, zu welcher sie ihre Blüten öffnen und schließen, und ermittelte für jede Stunde des Tages diejenigen Arten, bei welchen entweder das eine oder das andere stattfindet. Da man damals die aus zahlreichen Einzelblüten zusammengesetzten Köpfchen der Korbblütler als zusammengesetzte Blüten auffaßte, so wurden auch diese bei Aufstellung der Blumenuhr in Berücksichtigung gezogen, um so mehr, als ja gerade an ihnen die periodischen Bewegungen recht auffallend hervortreten. Freilich sind es hier nicht die Blätter einer Blume, sondern die Blüten eines Köpfchens, welche periodisch zusammen-schließen und wieder auseinandergehen, aber der Vorgang ist doch im Hinblick auf die Ursachen und Ziele derselbe, und es können daher die Korbblütler mit vollem Recht in den Kreis der Blumenuhr eingeschaltet werden. Würde man die Pflanzen, deren Blüten und Blütenköpfchen sich periodisch öffnen und schließen, auf einem beschränkten Raume nebeneinander pflanzen, so ließe sich an der gewählten Stelle des Gartens die Stunde des Tages wie an einer Uhr ablesen. Die Herstellung einer solchen Blumenuhr (s. Tabelle, S. 421) wurde in früherer Zeit in botanischen Gärten wiederholt versucht, der Erfolg ist aber insbesondere aus dem Grunde nicht erreicht worden, weil die ausgewählten Pflanzen nur zum geringsten Teile in der gleichen Jahreszeit zum Blühen gelangen. Auch wurde sie späterhin, als andere Richtungen der Botanik in die Mode kamen, als kindische Spielerei erklärt und ganz aufgegeben. So ist die Linnésche Blumenuhr verschollen und den jüngeren Botanikern kaum mehr dem Namen nach bekannt. Da sie aber für mehrere das Pflanzenleben betreffende, hier zu erörternde Fragen immerhin von Interesse ist, so soll sie wieder einmal kurz in Erinnerung gebracht und sollen noch einige Bemerkungen an dieselbe geknüpft werden.

Die Zahlen, welche in dieser Blumenuhr für die Stunden des Öffnens und Schließens der Blüten angegeben wurden, beziehen sich nur auf ganz oder doch größtenteils heitere Tage. Wenn der Himmel dicht ungewölkt ist, wenn Nebel auf den Fluren lagert, oder wenn es regnet, öffnen sich die Blüten entweder gar nicht oder nur halb, oder aber es findet, wenn Bewölkung, Nebel und Regen vorübergehend waren, eine bedeutende Verspätung des Öffnens und auch des Schließens statt, die wegen ihrer Unregelmäßigkeit durch Zahlen nicht zum Ausdruck gebracht werden kann. Auch ist beizufügen, daß die mitgeteilten Beobachtungen an Pflanzenstöcken mit möglichst günstiger Stellung zur Sonne ausgeführt wurden, und daß sie sich auf

die zuerst auf einem solchen Stocke geöffnete Blüte beziehen. Eine solche Beschränkung bei der Auswahl der zu beobachtenden Blüten ist unbedingt notwendig, wenn man halbwegs verlässliche Zahlen erhalten will.

**Blumenuhr von Linné, ermittelt für Upsala (60° nördl. Breite).**

3—5 Uhr morgens:	Dianthus prolifer . . . auf	2—3 Uhr nachmittags:
Tragopogon pratense . . . auf	Hieracium Auricula . . . "	Arenaria rubra . . . zu
4—5 Uhr morgens:	8—10 Uhr vormittags:	2—4 Uhr nachmittags:
Cichorium Intybus . . . "	Taraxacum officinale . . . zu	Mesembryanthemum cry-
Leontodon tuberosum . . . "	9 Uhr vormittags:	stallinum . . . . . "
Pieris hieracioides . . . "	Calendula arvensis . . . auf	3 Uhr nachmittags:
5 Uhr morgens:	Hieracium chondrilloides . . "	Leontodon hastile . . . . . "
Hemerocallis fulva . . . . . "	9—10 Uhr vormittags:	Mesembryanthemum lingui-
Papaver nudicaule . . . . . "	Arenaria rubra . . . . . "	forme . . . . . "
Sonchus oleraceus . . . . . "	Mesembryanthemum cry-	Mesembryanthemum nodi-
5—6 Uhr morgens:	stallinum . . . . . "	florum . . . . . "
Crepis alpina . . . . . "	Tragopogon pratense . . . zu	3—4 Uhr nachmittags:
Rhagadiolus edulis . . . . . "	10 Uhr vormittags:	Anthericum ramosum . . . . . "
Taraxacum officinale . . . . . "	Cichorium Intybus . . . . . "	Calendula pluvialis . . . . . "
6 Uhr morgens:	Lactuca sativa . . . . . "	Hieracium Pilosella . . . . . "
Hieracium umbellatum . . . . . "	Rhagadiolus edulis . . . . . "	4 Uhr nachmittags:
Hypochoeris maculata . . . . . "	Sonchus arvensis . . . . . "	Alyssum utriculatum . . . . . "
6—7 Uhr vormittags:	10—11 Uhr vormittags:	4—5 Uhr nachmittags:
Alyssum utriculatum . . . . . "	Mesembryanthemum nodi-	Hypochoeris maculata . . . . . "
Crepis rubra . . . . . "	florum . . . . . auf	5 Uhr nachmittags:
Hieracium murorum . . . . . "	11 Uhr vormittags:	Hieracium umbellatum . . . . . "
Hieracium Pilosella . . . . . "	Crepis alpina . . . . . zu	Nyctago hortensis . . . . . auf
Sonchus arvensis . . . . . "	11—12 Uhr vormittags:	Nymphaea alba . . . . . zu
7 Uhr vormittags:	Sonchus oleraceus . . . . . "	6 Uhr nachmittags:
Anthericum ramosum . . . . . "	12 Uhr mittags:	Geranium triste . . . . . auf
Calendula pluvialis . . . . . "	Calendula arvensis . . . . . "	7 Uhr nachmittags:
Lactuca sativa . . . . . "	Sonchus lapponicus . . . . . "	Papaver nudicaule . . . . . zu
Leontodon hastile . . . . . "	1 Uhr nachmittags:	7—8 Uhr abends:
Nymphaea alba . . . . . "	Dianthus prolifer . . . . . "	Hemerocallis fulva . . . . . "
Sonchus lapponicus . . . . . "	Hieracium chondrilloides . . "	9—10 Uhr abends:
7—8 Uhr vormittags:	1—2 Uhr nachmittags:	Cactus grandiflorus . . . . . auf
Mesembryanthemum barba-	Crepis rubra . . . . . "	Silene noctiflora . . . . . "
tum . . . . . "	2 Uhr nachmittags:	12 Uhr Mitternacht:
Mesembryanthemum lingui-	Hieracium Auricula . . . . . "	Cactus grandiflorus . . . . . zu
forme . . . . . "	Hieracium murorum . . . . . "	
8 Uhr vormittags:	Mesembryanthemum barba-	
Anagallis arvensis . . . . . "	tum . . . . . "	

Ein Vergleich der durch die Linnésche Blumenuhr unter Berücksichtigung dieser Vorsichtsmaßregeln zum Ausdruck gebrachten Beobachtungen in Upsala (60° nördl. Breite) mit den an denselben Pflanzenarten um 13 Breitengrade südlicher, nämlich in Innsbruck (47° nördl. Breite), ausgeführten Beobachtungen hat zu dem beachtenswerten Ergebnis geführt, daß sich in Upsala die Blüten 1—2 Stunden früher am Tag öffnen und 1—6 Stunden früher am Tage schließen. Man geht wohl nicht fehl, wenn man dieses Ergebnis damit in Zusammenhang bringt, daß die Sonne während der Blütezeit der hier in Betracht kommenden

Pflanzen in Upsala um fast anderthalb Stunde früher aufgeht als in Innsbruck, und es läßt sich daraus der Schluß ziehen, daß an dem Öffnen der Blüten in erster Linie das Licht beteiligt ist, was sich durch physiologische Versuche bestätigen läßt. Manche Blüten, z. B. von Kakteen, Tulpen, Gentianen, Safrane, Wiesenflachs (*Linum catharticum*), können durch Verdunkelung zu beliebiger Zeit zum Schließen gebracht werden.

Aber bei der Mehrzahl der periodisch sich öffnenden und schließenden Blüten und Blütenköpfchen ist die Sache nicht so einfach. Die meisten Arten von Flachs und Sauerklee (*Linum*, *Oxalis*), ebenso die randständigen Blüten an den Köpfchen der Korbblütler führen zwar die der Beleuchtung und Erwärmung entsprechenden Bewegungen pünktlich aus, wenn sie nach längerer nächtlicher Ruhe von den Sonnenstrahlen getroffen werden, mag das nun um 6 Uhr oder 7 Uhr oder 8 Uhr morgens geschehen; aber wenn sie sich späterhin einmal geschlossen haben, so gelingt es nicht mehr, sie am selben Tage durch Beleuchtung und Erwärmung neuerdings vollständig zum Öffnen zu bringen. Bei der Mehrzahl dieser Pflanzen schließen sich die Blüten und Blütenköpfchen auch nicht bei abnehmender Beleuchtung und Erwärmung am Abend, sondern bei hohem Sonnenstande mittags, ja beim Rainjalat und Bocksbart (*Lampsana*, *Tragopogon*) sind die Köpfchen schon wieder geschlossen, ehe die Sonne im Zenith steht und mehrere Stunden, bevor die höchste Tagestemperatur erreicht ist. Und nun erst die Nachviolen und die zahlreichen Kalkengewächse, welche ihre Blüten erst bei beginnender Dämmerung und sinkender Temperatur öffnen und sich in den Strahlen der aufgehenden Sonne und bei zunehmender Temperatur schließen!

Es bleibt völlig rätselhaft, wie das pünktliche Einhalten der aus äußeren Einflüssen nicht unmittelbar hervorgehenden periodischen Erscheinungen, insbesondere das Einhalten des Zeitpunktes für das Öffnen und Schließen der Blüten, bei den verschiedenen Pflanzenarten erblich geworden ist. Für diejenigen Wissbegierigen, welche sich damit zufrieden geben, wenn sie statt einer Erklärung einen griechisch oder lateinisch klingenden Namen zu hören bekommen, sei hier noch bemerkt, daß man die zuletzt besprochenen Bewegungen der Blumenblätter autonome Bewegungen genannt hat.

### Einrichtungen der Blüten zur Erleichterung des Insektenbesuches.

Die Tiere, welche sich zu den mit Honig, Pollen und anderen Genusmitteln gedeckten Tischen im Inneren der Blüten als Gäste herandrängen, lassen sich in zwei Gruppen teilen: in berufene und unberufene. Die ersteren, welche die Blüten bestäuben, sind erwünschte Gäste, und die letzteren, welche nur Honig- und Pollenräuber sind, sollen womöglich abgewiesen und abgewehrt werden. Die Anlockungsmittel der Blüten für berufene Gäste wurden bereits besprochen. Im Anschlusse hieran ist nun zu schildern, wie die Blüten willkommenen Besuchern den Eintritt erleichtern und unwillkommene Gäste von sich fernhalten.

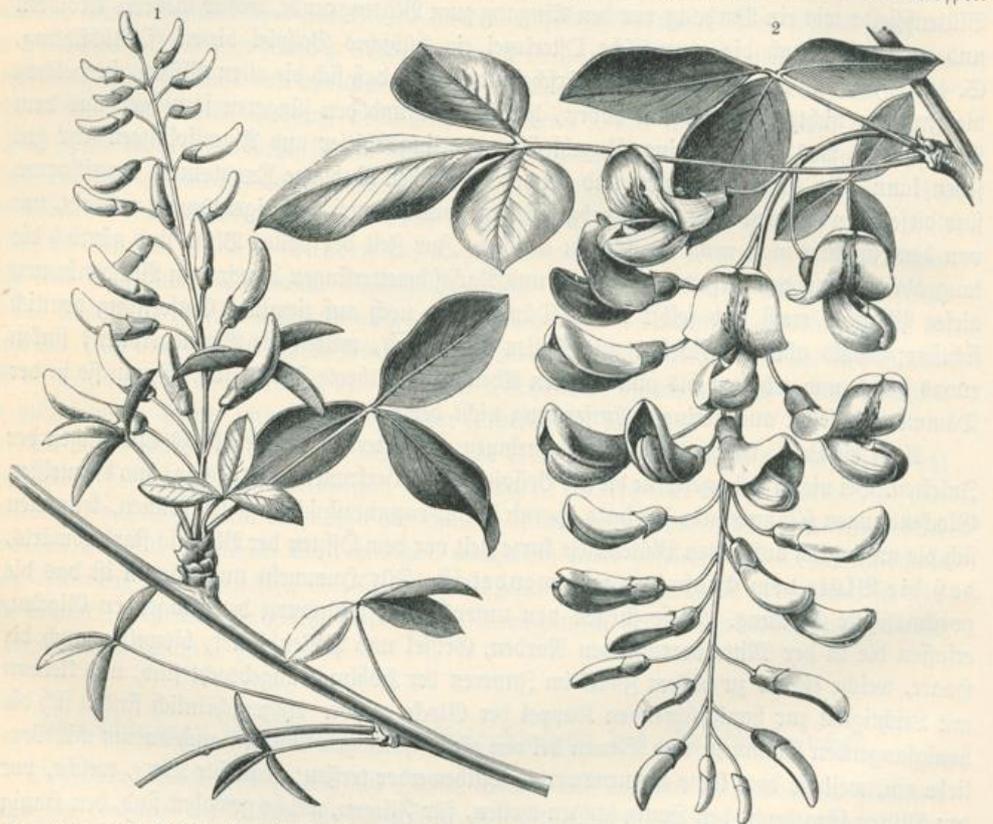
Praktischen Grundsätzen entsprechend sind sowohl die noch im Knospenzustande befindlichen Blüten, welche den Besuch der Tiere noch nicht annehmen können, als auch die Blüten, in welchen die Tiere nichts mehr zu tun finden, entweder geschlossen und unzugänglich oder ohne Anlockungsmittel. Das Gewöhnlichste ist, daß die als Anlockungsmittel dienenden duftenden und gefärbten Blumenkronen und Perigone sich ablösen und abfallen, nachdem die Narben mit Pollen belegt wurden; es gibt aber auch Fälle, wo die Blumenblätter nicht sofort fallen gelassen werden, sondern noch kürzere oder längere Zeit haften bleiben, weil sie noch irgendeine

andere Funktion zu übernehmen haben. Solche zurückbleibende Blumen dürfen freilich nicht störend wirken, sie sollen den anderen nach ihnen an die Reihe kommenden jüngeren Blüten nicht die Besucher abwendig machen und müssen daher für die Insekten unzugänglich gemacht werden. Das geschieht am häufigsten dadurch, daß die Blumenblätter wieder die Lage einnehmen, welche sie im Knospenzustande hatten, so daß eine solche alte Blüte einer geschlossenen Blütenknospe oft täuschend ähnlich sieht, wie das beispielsweise an der auf S. 380 abgebildeten Yucca der Fall ist. Zuweilen schlägt sich auch ein Lappen des Blumenbaumes oder der Blütenscheide wie ein Vorhang vor den Eingang zum Blütengrunde, wofür mehrere Aroiden und namentlich auch die europäische Osterluzei ein hübsches Beispiel bieten (s. Abbildung, S. 426, Fig. 8). Eine der häufigsten Erscheinungen ist, daß sich die alten Blüten, in welchen die Insekten nichts mehr zu tun haben, herabbiegen und den jüngeren sozusagen aus dem Wege gehen, was man an einer Unzahl Schmetterlingsblütler und Hypericaceen sehr gut sehen kann. Bei *Morina persica* und bei der brasilianischen Rubiacee *Exostemma longiflorum* sind diese alten Blumen nicht nur herabgeschlagen, sondern auch noch eigentümlich verfärbt, um von den Insekten nicht mehr beachtet zu werden. Zur Zeit der vollen Blüte sind nämlich die langröhriigen, auf den Besuch von Abend- und Nachtschmetterlingen berechneten Blumenkronen dieser Pflanzen weiß und selbst in der Dämmerung noch auf ziemliche Entfernung deutlich sichtbar; sobald aber die Narben mit Pollen belegt sind, welken die Blumenkronen, sinken etwas herab und erhalten bis zum nächsten Abend eine trübrote Farbe, so daß man sie in der Dämmerung selbst aus geringer Entfernung nicht bemerken kann.

Auch die Lage, welche die Blüten annehmen, erleichtert in der Regel das Eindringen der Insekten. Bei vielen Pflanzen, für die als Beispiele die Kaiserkronen (*Fritillaria*) und die meisten Glockenblumen (*Campanula barbata*, *persicifolia*, *rapunculoides*) gelten können, krümmen sich die anfänglich aufrechten Blütenstiele kurze Zeit vor dem Öffnen der Blüte so stark abwärts, daß die Blüte dem Erdboden zugewendet ist. Für Hummeln und Bienen ist das die zweckmäßigste Stellung. Diese fliegen von untenher zur Mündung der hängenden Glocken, erfassen die in der Mitte vorragenden Narben, Griffel und Pollenblätter, bisweilen auch die Haare, welche eigens zu diesem Zweck im Inneren der Höhlung angebracht sind, und klettern mit Leichtigkeit zur honigführenden Kuppel der Glocke empor. Augenscheinlich finden sich die honigsaugenden Hummeln und Bienen bei den glockenförmigen Blumen auch darum mit Vorliebe ein, weil sie dort keine nennenswerten Mitbewerber treffen; denn für Tiere, welche, vor den Blüten schwebend, den Honig saugen wollen, für Fliegen, welche gewohnt sind, den Honig von einer ebenen Scheibe abzulecken, für alle jene Insekten, die viel zu scheu und vorsichtig sind, als daß sie sich in den Grund einer ausgehöhlten Blüte wagen würden, endlich auch für Käfer, welche große Mengen abgelagerten Pollens verlangen, ist die Stellung der genannten Blüten un bequem und unpassend. Wie früher erwähnt, bringt diese Stellung der Blüten auch noch den Vorteil mit sich, daß der Pollen am besten gegen Nässe geschützt ist (vgl. S. 282 ff.).

Bei sehr zahlreichen Gewächsen stehen die Blütenknospen an aufrechten Stielen; sobald aber die Blüten für den Empfang der Tiere bereit sein sollen, krümmen sich die Stiele so weit, bis die Eingangspforte der Blüte seitlich gerichtet ist. Wenn schließlich ein Besuch der Tiere nicht mehr nützlich ist, welken die Blumenblätter, schrumpfen und fallen ab, oder es wird die ganz alte Blüte hinabgeschlagen und dem Erdboden zugewendet. Dieser Richtungswechsel kommt z. B. in sehr auffallender Weise bei dem Geißblatt (*Lonicera*) und der Nachtkerze (*Oenothera*; s. Abbildung, S. 477) vor.

In ganz eigentümlicher Weise vollzieht sich diese seitliche Einstellung an einigen Schmetterlingsblütlern, für welche als Vorbild der Goldregen (*Cytisus Laburnum*) gewählt sein mag (s. untenstehende Abbildung). Solange die sämtlichen Blüten einer Traube noch geschlossene Knospen darstellen, ist die Spindel des Blütenstandes aufrecht, und die einzelnen Blüten sind so gestellt, daß das unter dem Namen Fahne bekannte Blumenblatt nach oben und das Schiffchen nach unten gekehrt erscheint (Fig. 1); später wird die Spindel des Blütenstandes überhängend, und die Spitze der Traube ist dem Boden zugewendet. Die Blütenknospen



Einstellung der Blüten für den Besuch der Insekten bei dem Goldregen (*Cytisus Laburnum*): 1) aufrechte Traube, sämtliche Blüten noch geschlossen, 2) hängende Traube, ein Teil der Blüten geöffnet.

sind dadurch in die entgegengesetzte Lage gekommen, die Fahne erscheint jetzt nach unten und das Schiffchen nach oben gekehrt. Bevor sich aber die Fahne von den anderen Kronenblättern abhebt und die Blüte dadurch dem Insektenbesuche zugänglich wird, dreht sich der Blütenstiel um 120 Grad; die Fahne erscheint jetzt wieder nach oben und das Schiffchen nach unten gewendet, wie es die Fig. 2 der obenstehenden Abbildung aufweist. In dieser Lage bietet das Schiffchen den geeignetsten Anflugplatz für die besuchenden Insekten. Besonders bemerkenswert ist noch, daß die Drehung des Blütenstieles ausbleibt oder nur sehr unvollkommen erfolgt, wenn die jugendliche Traube des Goldregens mittels eines Bindfadens in aufrechter Stellung erhalten wird.

Auch die Orchideen bieten in dieser Beziehung eine Menge interessanter Beispiele; nur





Welfindische Orchideen.

*Oncidium Papilio* und *Stanhopea Devoniensis*.





Wettindische Orchideen.

*Oncidium Papillo* und *Stanhopea Devonlensis*.



[Zur Tafel: »Westindische Orchideen«.]



*Stanhopea  
Devonensis*

*Oncidium  
Papilio*

Westindische Orchideen.

*Oncidium Papilio und Stanhopea Devonensis.*

vollziehen sich bei ihnen die Drehungen und Krümmungen nicht an gewöhnlichen Blütenstielen, sondern an dem stielartigen unterständigen Fruchtknoten. Bekanntlich ist in den Blüten der Orchideen jenes Blatt, welches die beschreibenden Botaniker Labellum oder Honiglippe nennen, durch Gestalt und Größe besonders auffallend und bietet bei mehr als zwei Dritteln aller Arten den Landungsplatz für die anfliegenden Insekten. In der Knospe ist dieses Blumenblatt nach oben gewendet, und bei einem kleinen Teile der Orchideen, wie z. B. bei dem Kohlröschen (*Nigritella*) und dem Ohnblatt (*Epipogon*; s. Abbildung, S. 426, Fig. 10), wird diese Lage auch beibehalten. Aber bei den meisten Orchideen, namentlich den auf Wiesen wachsenden Arten mit aufrechten Blütenähren, erfährt der Fruchtknoten eine schraubige Drehung, die so stark ist, daß das, was früher oben stand, nach unten gekehrt erscheint, und daß dann insbesondere die Honiglippe einen trefflichen Anflugplatz für die Insekten abgibt. Wie erwähnt, erfolgt diese Drehung bei den meisten Orchideen unserer Wiesen; sie kommt aber auch bei jenen Arten vor, welche als Epiphyten an der Borke alter Bäume oder auf humusbedeckten Fels terrassen in den Tropen wachsen, wenn diese aufrechte blütentragende Stengel haben, wie z. B. das auf der beigehefteten Tafel „Westindische Orchideen“ abgebildete *Oncidium Papilio*. Viele tropische baumbewohnende Orchideen haben freilich keine aufrechten, sondern überhängende blütentragende Stengel, und insbesondere die Arten der Gattung *Stanhopea*, von welchen eine, nämlich *Stanhopea devoniensis*, auf der Tafel neben dem *Oncidium Papilio* abgebildet ist, zeigen die Blüten an herabhängender Spindel ährenförmig angeordnet. Solche Blüten brauchen sich nicht mehr zu drehen, um die Honiglippe in die für den Anflug geeignetste Lage zu bringen, und in der Tat unterbleibt auch bei *Stanhopea* und den meisten anderen ähnlichen Orchideen jene Drehung des Fruchtknotens, welche sich an dem *Oncidium Papilio* vollzieht. Bindet man dagegen eine junge Ähre von *Stanhopea* mittels eines Fadens künstlich in die Höhe, so daß die Spindel des Blütenstandes gerade emporgerichtet ist, so drehen sich alle Blüten derselben binnen 24 Stunden um 180 Grad, so daß also in den aufrechten Ähren die Blüten schließlich genau dieselbe Stellung im Raum einnehmen wie jene der herabhängenden Ähren.

Interessant ist auch der Umstand, daß sich bei vielen Pflanzen sämtliche von der aufrechten Spindel ausgehende Knospen nach derselben Seite wenden, so daß dadurch einseitige Ähren und Trauben entstehen, wie man sie besonders bei dem Fingerhut und den Arten der Gattung *Pentstemon* (*Digitalis*, *Pentstemon*) beobachtet. Stets wendet sich die Eingangspforte der Blüten jener Seite zu, von welcher der Anflug der Insekten oder Kolibris zu erwarten ist. Wenn z. B. eine Fingerhutstaude an der Grenze von Wald und Wiese steht, so sind sämtliche Blüten von dem an Insekten armen schattigen Walde weg und der mit Hummeln und Bienen reichlich bevölkerten sonnigen Wiese zugewendet.

Zu den Besuchern der mit ihrer Eingangspforte seitlich gerichteten Blüten zählen Schwebefliegen, kleine Eulen, Schwärmer, Kolibris und überhaupt alle die Tiere, welche, vor den Blüten schwebend, den Honig saugen. Dieselben bedürfen keines Stützpunktes, und darum entbehren auch die von ihnen vorzüglich oder ausschließlich aufgesuchten Blüten jedweder Einrichtung, welche als Stützpunkt oder Anflugplatz gedeutet werden könnte. Sie zeigen weder Platten, Leisten und Franzen noch Stangen, Zapfen und Höcker, auf welche sich die anfliegenden Tiere niederlassen, und an welchen sie sich festhalten könnten. Die Zipfel des Saumes, welche in der Knospenlage die Blütenpforte verschließen, nehmen in der geöffneten Blüte bei dem Geißblatt (*Lonicera Caprifolium*), bei

der von Schwärmen besuchten Stendel (*Platanthera bifolia*) und bei der von kleinen Honigvögeln ausgefogenen Honiglume (*Melianthus major*) eine solche Lage an, daß sie als Anflugstangen und Anflugplatten ganz ungeeignet wären, ja sie biegen sich von der Einfahrtstelle sogar weg und schlagen sich förmlich zurück, damit sie den vor den Blüten schwebenden und mit dem Rüssel oder Schnabel zum Honig einfahrenden Tieren nicht hinderlich im Wege stehen, wie das aus der untenstehenden Abbildung, Fig. 9—13, gesehen werden kann. Wenn an den



Einrichtungen zum Empfang der Insekten an der Pforte der Blüten: 1) *Veronica Chamaedrys*; 2) *Ophrys cornuta*; 3) *Corydalis lutea*, von vorn, 4) von der Seite gesehen; 5) *Galeopsis grandiflora*; 6) *Aristolochia labiosa*; 7) *Aristolochia cordata*; 8) *Aristolochia Clematitis*, eine der drei Blüten im Kelch begriffen und herabgeschlagen, die Lippe des Perigonis krümmt sich an dieser Blüte vor die Eingangspforte zum Blütengrund; 9) Längsschnitt durch eine Blüte der *Aristolochia Clematitis*, in dem tonnenförmig aufgetriebenen Blütenrunde zwei Wälden (*Ceratopogon*), welchen durch die steifen Haare im Blütenhalse der Ausgang verwehrt ist; 10) Blüte des *Epipogon aphyllum*, 11) Pollinien dieser Blüte, 12) Befruchtungssäule dieser Blüte mit der herzförmigen Klebdrüse, 13) infolge des Anstreichens mit der Spitze eines Bleistiftes klebt die Klebdrüse an, und es werden die beiden Pollinien aus ihrem Versteck herausgezogen. Fig. 9, 11—13 etwas vergrößert, die anderen in natürl. Größe. (Zu S. 426—428.)

von AbendSchmetterlingen und Kolibris umworbenen Blüten ein mächtig entwickelter Saum vorhanden ist, wie beispielsweise an *Mirabilis longiflora*, *Nicotiana affinis*, *Posoqueria fragrans*, *Narcissus poeticus*, *Oenothera biennis*, so eignet sich derselbe zufolge seiner Zartheit und seiner Richtung niemals als Anflugplatz, sondern dient mit seiner weißen oder gelben, in der Dämmerung auf ziemliche Entfernung sichtbaren Farbe nur als Anlockungsmittel.

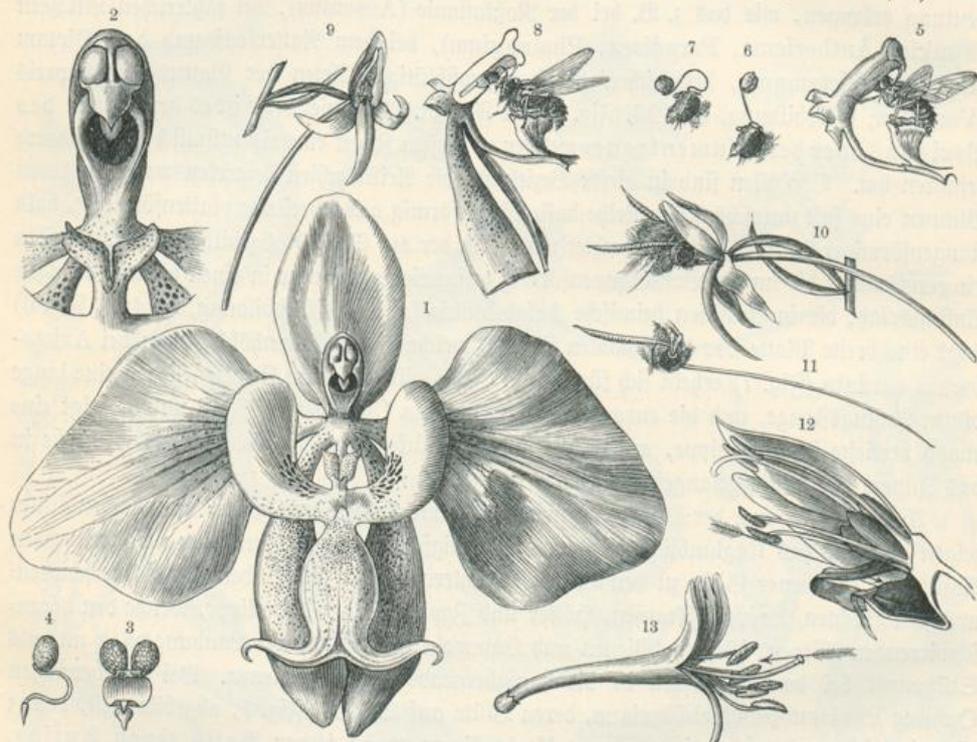
Anders verhält es sich in jenen Fällen, wo die den Blüten zusfliegenden Tiere sich zuerst nächst der Eingangspforte niederlassen, um sodann von dort aus zu den in der Tiefe versteckten honigführenden Stellen vorzudringen.

Bei dem Ohnblatt (*Epipogum aphyllum*) bildet für die anfliegende Hummel (*Bombus Incorum*) die aus der Blütenmitte schräg abwärts vorragende breite Befruchtungssäule (s. Abbildung, S. 426, Fig. 10, 12 und 13) einen bequemen Anflugplatz. Im ganzen genommen ist es aber eine seltene Erscheinung, daß die Befruchtungssäule in solcher Weise benutzt wird. Dagegen kommt es oftmals vor, daß die mehr oder weniger weit über den Saum der Blume vorgestreckten Staubfäden und langen Griffel als Anflugstangen eine Bedeutung erlangen, wie das z. B. bei der Rosskastanie (*Aesculus*), bei zahlreichen Liliaceen (*Funkia*, *Anthericum*, *Paradisea*, *Phalangium*), bei dem Ratterkopf und dem Diptam (*Echium*, *Dictamnus*), desgleichen bei den großblütigen Arten der Gattung Ehrenpreis (*Veronica*; s. Abbildung, S. 426, Fig. 1) der Fall ist. Noch viel öfter ist es der Saum des Perigons oder der Blumenkrone, welcher zu diesem Zweck eine eigentümliche Ausbildung erfahren hat. Vor allen sind in dieser Beziehung die Aristolochien bemerkenswert, an deren Blumen eine fast unerschöpfliche Reihe bald flächenförmig ausgebreiteter plattenförmiger, bald stangenförmiger Anflugplätze beobachtet wird. An der auf S. 389 abgebildeten *Aristolochia* ringens endigt die an der Basis tonnenförmig aufgetriebene Blume in einen schaufelförmigen Anflugplatz; die in Brasilien heimische *Aristolochia labiosa* (s. Abbildung, S. 426, Fig. 6) zeigt eine breite Platte vor der schmalen Spalte, welche in die Blütenhöhle führt; bei *Aristolochia cordata* (Fig. 7) erhebt sich für die als Gäste willkommenen kleinen Fliegen eine lange dünne Anflugstange, und die europäische *Aristolochia Clematitis* (Fig. 8 und 9) zeigt eine etwas vertiefte stumpfe Lippe, auf welche sich die Mücken zunächst niederlassen, wenn sie in das Innere der Blüte gelangen wollen.

Auch die Perigone der Orchideen sowie die Blumenkronen der Lippen- und Nachenblütler zeigen eine an das Unglaubliche grenzende Mannigfaltigkeit von Einrichtungen, welche den Anflug willkommener Gäste zu den Blüten erleichtern sollen. Da finden sich die verschiedenartigsten Buchten, Lappen, Franzen, Höcker und Zapfen an der Unterlippe, welche den heranschwirrenden Fliegen, Wespen, Bienen und Hummeln als einladender Landungsplatz und als Stützpunkt bei dem Einfahren in die honigbergende Höhlung dienen. Bei der herrlichen Orchidee *Phalaenopsis Schilleriana*, deren Blüte auf S. 428, Fig. 1, abgebildet ist, trägt die zierlich ausgeschweifte flache Unterlippe nahe ihrer Basis einen Aufsatz, welcher die Gestalt eines Schemels besitzt und den auf die Blüten kommenden Fliegen wirklich auch als Schemel dient. Hinter dem Schemel erhebt sich die Befruchtungssäule, deren Scheitel von der Anthere eingenommen wird, und die etwas tiefer abwärts eine Höhlung, die Narbenhöhle, zeigt. In die Narbenhöhle, deren Innenwand mit Honig überzogen ist, führt eine rundliche Öffnung, welche mit einer offenen Fensterluke verglichen werden könnte, und am oberen Rande dieses Fensters sieht man das sogenannte Klostellum als eine dreieckige Spitze oder, besser gesagt, ähnlich dem Schnäbelchen eines Vogels in die Luke des Fensters hineinragen (Fig. 2). Wenn eine Fliege den Honig in der Narbenhöhle lecken will, so setzt sie sich auf den Schemel und steckt den Kopf in die Fensterluke (Fig. 5). Dabei berührt sie den Klebkörper der Pollinien, welcher sofort an den oberen Teil des Kopfes anklebt. Sobald die Fliege nach genossenem Mahle ihren Sitzplatz verläßt, zerrt sie die beiden mit dem Klebkörper verbundenen Pollinien aus der Anthere, und ihr Kopf erscheint jetzt wie mit zwei gestielten gelben Kugeln besetzt (Fig. 6). Die Fliege sucht jetzt eine andere Blüte auf und setzt sich dort neuerdings auf den Schemel der Unterlippe. In der kurzen Zeit, welcher es hierzu bedarf, krümmen sich die Stiele der beiden kugelförmigen Pollinien wie ein Schwanenhals nach

vorn herab (s. untenstehende Abbildung, Fig. 7), und wenn nun die Fliege ihren Kopf wieder in die Fensterlücke steckt, so werden dabei auch die Pollinien in die Narbenhöhle gestopft (s. untenstehende Abbildung, Fig. 8), wo sie an der Innenwand kleben bleiben.

Sehr auffallend sind auch die Stützpunkte, welche sich für die anfliegenden Insekten auf der Unterlippe der gehörnten Ragwurz (*Ophrys cornuta*) und des gemeinen Hohlzahn's (*Galeopsis Tetralix*) ausgebildet haben. Die Unterlippe der einen zeigt zwei vorstehende



Einrichtungen zum Empfang der Insekten an der Pforte der Blüten: 1) Blüte der *Phalaenopsis Schilleriana*, 2) Befruchtungssäule dieser *Phalaenopsis*, vor und unterhalb der Narbenhöhle erhebt sich von dem Labellum ein Auswuchs, welcher die Gestalt eines Schemels hat, 3) Pollinien der *Phalaenopsis* mit dem herzförmigen Klebkörper, von vorn gesehen, 4) dasselbe, in seitlicher Ansicht, 5) eine Fliege, welche sich auf den Schemel gesetzt hat, ihren Kopf in die Narbenhöhle einführt und sich hierbei den Klebkörper anklebt, 6) Kopf dieser Fliege mit den daraufgeklebten Pollinien, 7) derselbe Kopf, die Stiele der Pollinien haben sich schwanenhalsförmig gebogen, 8) eine Fliege, welche die angeklebten Pollinien in die Narbenhöhle einer anderen Blüte einführt, die letztere der Länge nach durchgeschnitten, 9) Blüte der *Platanthera bifolia*, 10) dieselbe Blüte von dem Zannenseife (*Sphinx pinastri*) besucht, von *Sphinx pinastri* ist nur der Kopf sichtbar, der vorgestreckte Rüssel ist in den langen Sporn der Blüte eingeführt, 11) Kopf des *Sphinx pinastri* mit vorgestrecktem Rüssel; 12) Blüte von *Melanthus major* in seitlicher Ansicht; die vorderen Blumenblätter weggeschnitten; 13) Blüte der *Lonicera etrusca*. Fig. 2, 3, 4, 6 und 7 etwas vergrößert, die anderen Figuren in natürlicher Größe.

Hohlkegel, welche der ganzen Blüte ein gehörntes Aussehen geben (s. Abbildung, S. 426, Fig. 2), jene der letzteren weist zwei Zapfen auf, die sich wie Elefantenzähne ausnehmen, aber im Inneren hohl sind und dieser Pflanze den Namen Hohlzahn eingetragen haben (s. Abbildung, S. 426, Fig. 5). An den Blüten des allbekannten Löwenmaules (*Antirrhinum*) und der mit diesen verwandten zahlreichen Arten der Gattung Leinfrucht (*Linaria*; s. Abbildung, auf der Tafel bei S. 395) erheben sich von der Unterlippe zwei auffallende Höcker als Anflugplätze, und es ist hier noch die weitere Einrichtung getroffen, daß diejenigen Insekten, welche als Gäste willkommen sind, durch den Druck, welchen sie beim Anfliegen auf den

geschlossenen Rachen der Blüte ausüben, die Unterlippe herabdrücken und ein Öffnen des Rachens veranlassen. Es ist in der That ergötzlich zuzusehen, wenn eine Hummel zu dem Löwenmaul summend heranschwirrt, um sich auf den gelben Höckern der Unterlippe niederzulassen, wie dann der Rachen unter Mitwirkung scharnierartiger Gelenkbildungen an beiden Seiten der Blumenkrone weit aufgesperrt wird und die Hummel mit Blitzesschnelle in der Höhlung der Blume verschwindet, um dort den für sie vorbereiteten Honig zu holen. Bei den Kalzeolarien ist der Vorgang noch merkwürdiger. Die Hummel setzt sich auf den Rücken der pantoffelförmig ausgehöhlten Unterlippe und bringt es durch geringes Andrücken an die Oberlippe dahin, daß der Rachen weit aufgesperrt wird. Dabei kommt rückwärts ein in der pantoffelförmigen Höhlung bisher versteckter Honigbehälter zum Vorschein, ein Lappen, der grubig vertieft und reichlich mit Honig gefüllt ist. Dieser Honigbehälter wird tatsächlich der auf die Unterlippe angeflogenen Hummel wie eine gefüllte Schüssel vor den Mund gesetzt. Allerdings nur so lange, als der pantoffelförmige Teil der Unterlippe hinabgedrückt bleibt; sobald die Blüte von der Hummel verlassen wird, schnellt die Unterlippe wieder in die Höhe, die Blüte schließt sich, und der Honigbehälter ist wieder in der Nuschöhle verfenkt.

Bei aufrechtstehenden Blumenkrönen fliegen die Insekten auf den Rand oder gleich in die Blüte hinein. Die Hummeln, welche die aufrechten offenen Blüten der Gentianen (z. B. *Gentiana asclepiadea*, *Pannonica*, *Pneumonanthe*, *punctata*) besuchen, setzen sich zuerst auf den Saum und klettern von dort in die weite Röhre hinab, wo sie mitunter während des Honigsaugens völlig verschwinden. In der Mehrzahl der Fälle aber ist der Saum der Blumenblätter sehr zart und besitzt eine so geringe Tragfähigkeit, daß schwerere anfliegende Insekten, namentlich Käfer, nicht genügenden Halt finden würden, und dann wird regelmäßig die Mitte der Blüte von den heranschwirrenden Insekten vorgezogen. Insbesondere ist es in der Mitte der Blüte die ausgebreitete schildförmige, scheibenförmige oder sternförmige



Sainwindröschchen (*Anemone nemorosa*): 1) ganze Pflanze in natürl. Größe, 2) die gehäufte Stempel aus der Mitte der Blüte, welche den Anflugplatz bilden, vergrößert. (Zu S. 430.)

Narbe, welche als trefflicher Anflugplatz benutzt wird, wie beispielsweise in den Blüten der Tulpen, der Einbeere, der Opuntien, des Mohnes und der mexikanischen Argemone (*Tulipa*, *Paris*, *Opuntia*, *Papaver*, *Argemone*; s. Abbildung, S. 391). Bei den Rosen, Hahnenfüßen und Windröschen sind in der Mitte der aufrechten, dem Himmel zugewendeten Blüten mehrere Stempel zu einem Knopf oder Büschel vereinigt, wodurch gleichfalls ein brauchbarer Anflugplatz hergestellt ist (s. Abbildung, S. 429). Mitunter ist der Griffel beziehentlich die Narbe gegabelt, und einer der Gabeläste hält eine schräge oder wage-



*Cornus florida*, die zahlreichen kleinen gehäuftten Blüten, von vier großen weißen Hüllblättern umgeben, welche zugleich als Anflugsmittel und Anflugplatten für die Insekten dienen. (Nach Bailion.) Zu S. 431.

rechte Richtung ein, so daß er einer Anflugstange gleicht, wie man sie an die Nistkästen der Vögel anzubringen pflegt, wofür als Beispiele die Blüten mehrerer Windlinge (z. B. *Convolvulus arvensis* und *siculus*) angeführt werden können. In den aufrechten Blüten der Doldenpflanzen, der Kornazeen und Araliaceen ist ein dem Fruchtknoten aufgelagertes honigauscheidendes Gewebepolster als Anflugplatz für Fliegen und kleine Käfer ausgebildet. Auch die gebüschelten Staubfäden in der Mitte der aktinomorphen aufrechten Blüten bilden an manchen Blüten, beispielsweise bei denen der Myrten, des Hartheus (*Hypericum*), der neuholländischen Akazien und verschiedener Malvaceen (wenigstens im ersten Blütenstadium), einen gern benutzten Anflugplatz.

Bei den Korbblütlern, Dipsaceen und Proteaceen, ebenso bei vielen Nelken, Baldrianen und Wolfsmilchgewächsen sind zahlreiche kleine Blüten dicht zusammengestellt und zu Büscheln,

Köpfchen und Dolden vereinigt, welche den Eindruck einer einzigen großen Blüte machen. Auf solche Blütenstände kommen die Tiere gerade so zugeflogen wie auf große Einzelblüten und lassen sich bald am Rande, bald in der Mitte, mitunter auch auf den Hüllblättern nieder, welche bei manchen Arten, wie z. B. bei *Cornus florida* (s. Abbildung, S. 430), zugleich zu Anlockungsmitteln und Anflugsplatten ausgestaltet sind.

Die Nelken und Skabiosen unserer Gegenden, deren zu Büscheln oder Köpfchen vereinigte Blüten Honig in ihren Tiefen bergen, werden mit Vorliebe von Faltern, Zygänen und Kleinschmetterlingen, die Blumen der Doldenpflanzen und Wolfsmilchgewächse, deren Honig offen und sichtbar zutage liegt, von Fliegen, Wespen und anderen kurzrüsseligen Aderflüglern besucht. Zu den Blütenständen der Korbblütler und Proteazeen kommen, entsprechend der Form und Einstellung des ganzen Blütenstandes und je nach der Tiefe, in welcher Honig geborgen und Pollen zu gewinnen ist, die verschiedenartigsten Tiere angerückt.

Unter den Einrichtungen, welche als Schutzmittel der Blüten gegen die nachteilige Ausbeutung durch flügellose, vom Boden her aufkriechende Tiere zu gelten haben, ist eine der merkwürdigsten der mittelbare Schutz des in den Blüten erzeugten Honigs durch den in der Region der Laubblätter ausgechiedenen Honig, wie er bei mehreren Balsaminen, namentlich bei der im Himalaja heimischen *Impatiens tricornis*, beobachtet wird. Bei dieser Pflanze sind die an der Basis eines jeden Laubblattes stehenden zwei Nebenblättchen in Drüsen umgewandelt. Eine dieser Drüsen ist sehr klein und verkümmert, die anderen dagegen auffallend stark entwickelt. Die letztere hat die Gestalt einer fleischigen, nach oben schwach, nach unten stark gewölbten Scheibe, ist zum Teil der Basis des Laubblattes, zum Teil der Oberhaut des Stengels angewachsen und so gestellt, daß alle Insekten, welche von untenher am Stengel heraufkommen, unvermeidlich an ihr vorüber müssen. Der in dem Gewebe dieser Scheibe gebildete und ausgechiedene Honig sammelt sich am Scheitel der halbkugelförmigen nach unten gewendeten Wulstung dieser Scheibe in Tropfenform an. Auf diese Weise ist den Insekten, welche vom Boden her über den Stengel zu den honigreichen Blüten gelangen wollten, an der Basis eines jeden Laubblattes ein großer Honigtropfen in den Weg gestellt, und sie finden das, was ihnen in den Blüten so begehrenswert erscheint, in reichlicher Menge und viel bequemer und näher schon in der Region der Laubblätter. Die Insekten, namentlich die nach süßen Säften so begierig fahrenden Ameisen, sind auch nicht spröde, sondern greifen eifrig zu, lassen sich den hier angebotenen Honig munden und bemühen sich nicht weiter aufwärts zu den Blüten. Tatsächlich findet man auch in den Blüten der *Impatiens tricornis* niemals Ameisen, während die am Wege zu den Blüten eingeschalteten Nebenblätter von ihnen förmlich belagert sind. Nachteilig und unwillkommen sind aber alle Tiere, durch deren Besuch die rasche Übertragung des Pollens von Blüte zu Blüte und die Vorteile der dadurch eingeleiteten Kreuzung beeinträchtigt oder verhindert werden. Als unberufene Gäste haben in erster Linie die kleinen flügellosen Tiere zu gelten, welche den Weg über die Stammgebilde einschlagen, über die Stengel emporklettern und über die Blumenhülle schreiten müssen, um den Honig und Pollen zu erreichen. Wenn sie dabei auch eine Bestäubung der Blüten zufällig veranlassen können, so verlieren sie auf ihrem langen Wege viel zu viel, als daß man sie zu diesem Geschäfte brauchen könnte.

Die Honigabsonderung an den Nebenblättchen, durch welche die Ablenkung der nach süßen Säften so lüsternden Ameisen von den Blüten erfolgt, beginnt bei *Impatiens tricornis* immer erst, wenn diese Pflanze ihre Blütenknospe öffnet.

An das Schutzmittel der Blüten gegen flügellose Ameisen durch Ablenkung mittels

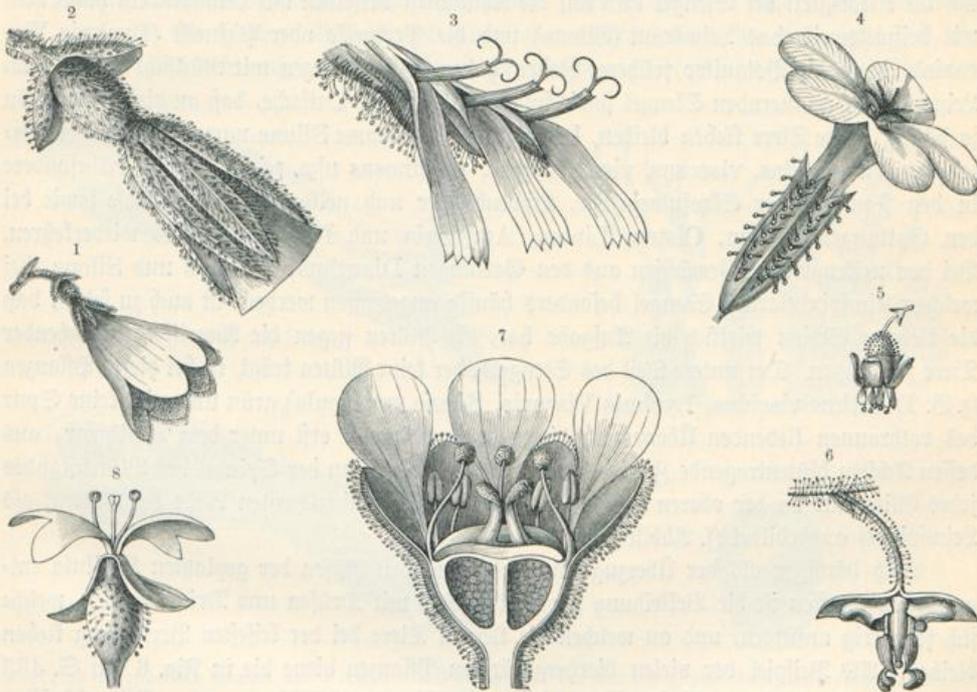
Honigausscheidung in der Region der Laubblätter reihen sich nun mehrere Einrichtungen, welche als unmittelbare Schutzmittel gegen die vom Boden her zu den Blüten ankriechenden Tiere zu gelten haben. Der flüchtigste Blick auf dieselben offenbart eine merkwürdige Ähnlichkeit mit jenen Vorrichtungen, welche von den Gärtnern in Anwendung gebracht werden, wenn sie die Gewächse ihrer Treibhäuser und die Bäumchen ihrer Baumschulen gegen Raupen, Schnecken, Asseln, Ohrwürmer und anderes Ungeziefer schützen wollen. Um insbesondere das Aufkriechen dieser kleinen zudringlichen Gäste aus der Tierwelt von den in Gewächshäusern gezogenen Pflanzen hintanzuhalten, stellen die Gärtner jene Töpfe, in welchen die Schutzbedürftigen Pflanzen enthalten sind, auf leere umgestürzte Gefäße, welche wieder in einem mit Wasser gefüllten Becken so angebracht werden, daß sie ungefähr um eines Daumens Breite über den Wasserpiegel emporragen. Die zu schützenden Pflanzen sind auf diese Weise wie auf eine Insel gestellt, und es wird dadurch die Belästigung derselben von seiten der obengenannten, das Wasser scheuenden flügellosen Tiere vollständig beseitigt. In den Baumschulen hinwiederum suchen die Gärtner ihre Bäumchen gegen das ankriechende Ungeziefer dadurch zu schützen, daß sie den Stamm unterhalb der Krone mit einem klebrigen Lappen umgürten oder die Borke an den gefährlichsten Zugängen mit Vogelleim oder irgendeinem anderen klebrigen Stoffe beschmieren, an welchem die Tiere haften bleiben, wenn sie unvorsichtig genug sind, die klebrigen Ringwälle zu beschreiten. Gegen das Aufkriechen von Raupen, Schnecken und anderen mit weicher Oberhaut versehenen Tieren wird auch ein die Stämmchen umgürtender Kranz aus Stacheln und Dornen mit Vorteil in Anwendung gebracht.

Vergleicht man nun diese von den Gärtnern ausgenommenen Schutzwehren mit jenen Einrichtungen, welche an den wildwachsenden Pflanzen von selbst ausgebildet sind, so zeigen sie, wie schon bemerkt, eine überraschende Ähnlichkeit. Absperrung mittels Wasser, Verhinderung des Zuganges durch Klebstoffe, Ringe und Säume aus stechenden, den zulaufenden oder herankriechenden Tieren entgegenstehenden Dornen und Stacheln, das sind im wesentlichen die Schutzmittel, durch welche auch von den Blüten der wildwachsenden Pflanzen die nach Honig und Pollen lüsternen, ihren Weg über den Boden, die Stengel und Blütenstiele nehmenden Tiere abgehalten werden.

Was insbesondere die Foliierung durch Wasser anbelangt, so kommt dieselbe den Blüten unzähliger Sumpf- und Wasserpflanzen zustatten. Die Blüten der Seerose, für welche die auf der Tafel bei S. 120 dargestellte *Victoria regia* des Amazonenstromes als Vorbild gelten kann, ebenso die Blüten und Blütenstände der Wasserviole (*Butomus*), des Pfeilkrautes (*Sagittaria*), des Froschlöffels (*Alisma*), der Wasserfeder (*Hottonia*), des Wasserschlauches (*Utricularia*), der Sumpflume (*Villarsia*), des Froschbisses (*Hydrocharis*), der Wasserchere (*Stratiotes*) und noch zahlreicher anderer könnten nicht besser gegen die ankriechenden, nach Honig und Pollen oder auch nach dem saftreichen Gewebe der Blumenblätter fahndenden Tiere geschützt sein, als dadurch, daß ihre Stengel und Stiele von Wasser rings umgeben sind. Fliegen und Käfer, welche auf dem Luftwege herbeikommen, um Honig zu lecken und Pollen zu fressen, sind gern gesehene Gäste und vermitteln auch tatsächlich bei allen den genannten Pflanzen unzählige Kreuzungen; die flügellosen Insekten, Schnecken und Asseln usw. sind aber durch das Wasser zurückgehalten. In ähnlicher Weise wirken auch die Wasseransammlungen in den zusammengewachsenen Blattscheiden der Kardendistel (*Dipsacus*) und des amerikanischen *Silphium perfoliatum*, welche in Band I, S. 180, besprochen und abgebildet sind, desgleichen die Wasseransammlungen in den trichterförmig gestalteten Scheiden der rosettenförmig gruppierten Blätter

vieler Bromeliaceen (*Aechmea*, *Billbergia*, *Lamprococcus*, *Tillandsia* usw.), wobei aber nicht übersehen werden darf, daß den betreffenden Pflanzen durch die mit Wasser erfüllten Becken und Trichter auch noch andere Vorteile erwachsen.

Noch viel häufiger als durch Wasser kommt die Hinderung des Zuganges zu den Blüten durch Klebstoffe zum Ausdruck. Gewöhnlich ist der von den Pflanzen ausgebildete und an den Zugängen zu den Blüten zutage tretende Klebstoff eine dem Vogelleim ähnliche Substanz, deren chemische Zusammensetzung noch nicht genauer ermittelt ist, bisweilen



Klebrige Drüsen als Schutzmittel der Blüten gegen aufzuziehende kleine Tiere: 1) Blüte von *Linnaea borealis*, 2) Kelch, unterständiger Fruchtknoten und Deckblätter derselben Pflanze; 3) drei Zungenblüten aus dem Köpfchen der *Calceolaria paludosa* mit den darunterstehenden drüsigen Schuppen der Hülle; 4) Blüte von *Plumbago europaea*, die Kanten des Kelches mit gestielten klebrigen Drüsen besetzt; 5) Blüte von *Ribes Grossularia*, die klebrigen gestielten Drüsen an dem unterständigen Fruchtknoten; 6) Blüte von *Epimedium alpinum*, die gestielten klebrigen Drüsen an den Blütenstielen; 7) Blüte von *Saxifraga controversa*, der vordere Teil derselben weggeschnitten, die klebrigen gestielten Drüsen am Blütenstiel und an der äußeren Seite des Kelches; 8) Blüte von *Circaea alpina*, der unterständige Fruchtknoten mit klebrigen Stieldrüsen besetzt. Fig. 5 in natürl. Größe, die anderen Figuren 2–10fach vergrößert. (Zu S. 434.)

ist es ein dem arabischen Gummi oder Kirchgummi nahe verwandter Körper, und mitunter sind es harzige Stoffe oder Gemenge aus Harz und Schleim.

Die Klebstoffe entstehen auf zweifache Weise. Entweder bilden für sie bestimmte Zellen der ebenen Oberhaut des Stengels den Ausgangspunkt, oder es erheben sich über die Oberhaut besondere, aus ihren endständigen Zellen klebrige Stoffe ausscheidende Gebilde, welche unter den Namen Drüsen, Drüsenhaare, Stieldrüsen und dergleichen bekannt sind. Im ersten Falle hebt sich von den Zellen der ebenen Oberhaut die Kutikula ab, und es wird in die dadurch entstehenden Klüfte ein Teil des klebrigen Zellinhaltes ausgeschieden. Allgemach wird die Kutikula blasenförmig emporgetrieben, bis sie schließlich platzt und den klebrigen Stoff hervorquellen läßt. Die betreffenden Stellen des Stengels und der

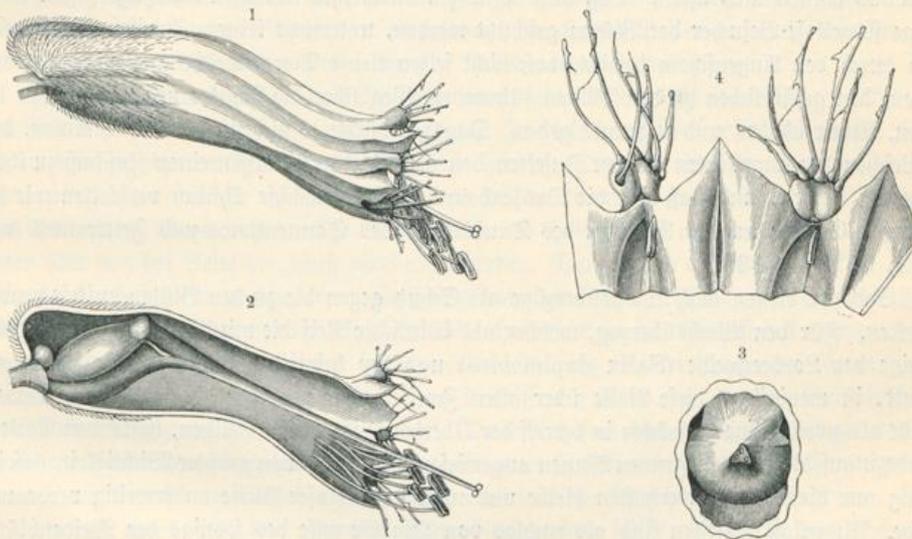
Blütenstiele sehen dann gerade so aus, als hätte man sie mit dem Klebestoffe bestrichen, und machen den Eindruck von Leimspindeln. Im zweiten Falle wird die klebende Substanz durch Drüsen ausgeschieden.

Am häufigsten trifft man die als Schutzmittel der Blüten gegen ankriechende Tiere ausgebildeten Klebestoffe an den Blütenstielen und an den Spindeln der Blütenstände. Hier treten sie so auffallend hervor, daß die Erscheinung selbst dem flüchtigsten Beobachter nicht entgehen kann. Mehrere Pflanzen führen sogar im Volksmunde Namen, welche auf die Klebrigkeit der Stengel und auf die Ähnlichkeit derselben mit Leimspindeln hinweisen, wie beispielsweise das Leimkraut (*Silene*) und die Pechnelke oder Pickenelke (*Lychnis Viscaria*). Auch die Botaniker früherer Zeiten haben viele Pflanzen mit Rücksicht auf ihre an Leimspindeln erinnernden Stengel sowie im Hinblick auf die Tatsache, daß an diesen Stengeln so häufig kleine Tiere kleben bleiben, benannt, wie der Name *Silene muscipula* und die Bezeichnungen *viscidus*, *viscosus*, *viscosissimus*, *glutinosus* usw. zeigen, welche insbesondere in den Familien der Scrofulariaceen, Lippenblütler und nelkenartigen Gewächse sowie bei den Gattungen *Ledum*, *Cistus*, *Linum*, *Aquilegia* und *Robinia* oftmals wiederkehren. Bei den nelkenartigen Gewächsen aus den Gattungen *Dianthus*, *Lychnis* und *Silene*, bei welchen leimspindelartige Stengel besonders häufig angetroffen werden, ist auch zu sehen, daß die klebrige Schicht wirklich die Aufgabe hat, die Blüten gegen die Angriffe aufkriechender Tiere zu schützen. Der untere Teil des Stengels, der keine Blüten trägt, ist bei diesen Pflanzen (z. B. *Dianthus viscidus*, *Lychnis Viscaria*, *Silene muscipula*) grün und zeigt keine Spur des rotbraunen klebenden Überzuges; dieser beginnt immer erst unter dem Blattpaar, aus dessen Achseln blütentragende Zweige hervorgehen. Auch ist an der Spindel des Blütenstandes jedes Glied nur an der oberen Hälfte, also nur in der unmittelbarsten Nähe der Blüten, als Leimspindel ausgebildet (s. Abbildung, S. 379).

Noch häufiger als der Überzug aus klebrigen, den Rissen der geplagten Kutikula entquollenen Stoffen ist die Bekleidung der Blütenstiele mit Drüsen und Drüsenhaaren, welche sich schmierig anfühlen, und an welchen die kleinen Tiere bei der leisesten Berührung kleben bleiben. Als Beispiel der vielen hierhergehörigen Pflanzen diene die in Fig. 6 auf S. 433 abgebildete Sockenblume (*Epimedium alpinum*). An den Hüllschuppen der Blütenköpfechen und Blütenbüschel sowie an den Kelchen und unterständigen Fruchtknoten findet man klebrige und schmierige Überzüge bei der Gattung *Grindelia* und *Clandestina*, Drüsenhaare und Stieldrüsen insbesondere bei *Linnaea*, *Crepis*, *Ribes*, *Circaea*, *Saxifraga* und *Plumbago*, für welche auf der Abbildung S. 433 mehrere Arten als Beispiele zur Anschauung gebracht sind (Fig. 1—5, 7 und 8).

Eine hierhergehörige seltsame Ausbildung zeigt auch die auf S. 435 abgebildete *Cuphea micropetala*. Wie aus Fig. 4 dieser Abbildung zu ersehen ist, sind hier die Kronenblätter zu winzigen lanzettlichen Blättchen verkümmert, welche der Kelchröhre am oberen Ende nischenförmiger Vertiefungen eingefügt sind. Der Kelch ist bunt gefärbt, röhrenförmig, 22—28 mm lang und 6—7 mm breit, an der Basis, hinter dem Fruchtknoten, ausgefackt und sondert von der Innenfläche dieser Ausfackung reichlich Honig ab. Der schräggestellte Fruchtknoten ist verhältnismäßig groß und zeigt dort, wo er in den Griffel übergeht, nach oben zu einen Wulst, der dicht an die obere Wand der Kelchröhre anschließt (Fig. 2). Da auch die beiden Seitenwände des Fruchtknotens der Kelchröhre dicht anliegen, so ist der Honig in der Ausfackung des Kelches wie durch einen Pfropf abgesperrt. Es findet sich aber an dem Fruchtknoten, wie

an Fig. 3 der untenstehenden Abbildung zu sehen ist, rechts und links je eine nach vorn trichterförmig erweiterte Furche, und es entstehen auf diese Weise 0,5 mm weite Kanäle, welche zu der hinter dem Fruchtknoten angebrachten, mit Honig gefüllten Höhle führen und auch selbst mit dem aus der Höhle zufließenden Honig größtenteils erfüllt sind. Anfliegende Insekten, welche Honig gewinnen wollen, und welche durch ihren Besuch vorteilhafte Kreuzungen der Blüten veranlassen, müssen ihren Rüssel in diese Kanäle einführen. Daß es ihnen hierbei sehr unwillkommen wäre, die Mündung der Kanäle von Honig leckenden Ameisen belagert und so den Zugang erschwert zu finden, ist natürlich, und es wäre insofern für diese Pflanze ein Nachteil, wenn der Honig ihrer Blüten auch flügellosen aufkriechenden Ameisen zugänglich sein würde. Und dennoch muß gerade der Honig der *Cuphea micropetala* für die Ameisen eine



Klebrige Borsten am Saume des Kelches als Schutzmittel der Blüten gegen kleine aufkriechende Tiere: 1) Blüte von *Cuphea micropetala*, 2) Längsschnitt durch dieselbe Blüte, 3) Querschnitt durch dieselbe Blüte, in der Höhe der Basis des Griffels, 4) ein Stück des Blumenbaumes derselben Pflanze, mit den von rundlichen Knöpfen ausstrahlenden klebrigen Borsten. Fig. 1—3: 2fach, Fig. 4: 8fach vergrößert.

besondere Anziehungskraft haben, da sich so viele Opfer dieser doch sonst in betreff des Betretens der Klebestoffe äußerst vorsichtigen Tiere an der genannten Pflanze finden. Die Kelchröhre ist zudem so weit, daß die meisten kleineren Arten der Ameisen zu der Mündung der honigführenden Kanäle an den Seitenwänden des Fruchtknotens leicht gelangen könnten. Es wird aber hier der Zugang zu dem Innenraume der Blüte durch ganz eigentümliche Vorrichtungen sowohl den Ameisen als allen anderen ankriechenden Insekten unmöglich gemacht. Über den verkümmerten Blättchen der Krone erheben sich nämlich am Saume des Kelches eigenartige knopfförmige Gebilde, deren jedes 4—6 spreizende, reichlich Klebestoff ausscheidende, am besten mit Leimspindeln zu vergleichende Borsten aufsitzen hat (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1, 2 und 4). Diese Leimspindeln bilden zusammengenommen eine Keuse, welche den Saum der Kelchröhre krönt, und welche keine flügellose, von der Basis des Kelches her ankriechende Ameise betreten kann, ohne unrettbar verloren zu sein. Anfliegende Tiere dagegen, welche sich vor der Blüte beim Saugen des Honigs schwebend erhalten, sowie auch solche kleinere zufliegende

Tiere, welche etwa die über den Saum des Kelches hinausragenden Pollenblätter sowie den Griffel als Anflugstange benutzen, werden durch die vom Kelchsaum etwas schräg nach auswärts abstehenden Leimspindeln nicht beirrt, und diese Gäste sind denn auch den Blüten der *Cuphea micropetala* in hohem Grade willkommen.

Es gibt auch Pflanzen, welche nicht nur an Kelchen, Hüllblättern und Blütenstielen, sondern auch an den Stengelblättern, ja selbst an den rosettenförmig gruppierten grundständigen Blättern mit klebrigen Haaren und Stieldrüsen besetzt oder mit leimartigen Überzügen versehen sind, wie namentlich verschiedene Primeln (*Primula glutinosa*, *viscosa*, *villosa*), Steinbreche (*Saxifraga controversa* und *tridactylites*), Krassulazeen (*Sedum villosum*, *Sempervivum montanum*) und verschiedene Steppengewächse (*Cleome ornithopodioides*, *Bouchea coluteoides* usw.). Daß diese Pflanzen durch ihre klebrigen Überzüge gegen nachteilige flügellose Besucher der Blüten geschützt werden, unterliegt keinem Zweifel. Man wird auch durch den Augenschein belehrt, daß nicht selten kleine Tiere, welche unvorsichtig genug waren, den gefährlichen zu den Blüten führenden Weg über die Blätter und Stengel zu betreten, kleben bleiben und zugrunde gehen. Dagegen dürfte es nicht in Betracht kommen, daß die Leichen der angeklebten kleinen Insekten den betreffenden Pflanzen einen Zuschuß zu ihrer Nahrung liefern, und daß sich die Drüsenhaare dieser Gewächse ähnlich verhielten wie die analogen Gebilde an den Blättern des Taublattes, des Sonnentaus und Fettkrautes (vgl. Bd. I, S. 319—335).

Seltener dienen auch Wachsüberzüge als Schutz gegen die zu den Blüten aufkriechenden Insekten. Für den Wachsüberzug, welcher als bläulicher Reif die mit Blütenfäßchen besetzten Zweige der Lorbeerweide (*Salix daphnoides*) und der kaspischen Weide (*Salix pruinosa*) bedeckt, ist wenigstens diese Rolle über allen Zweifel erhaben. Für die genannten Weiden, welche als zweihäufige Gewächse in betreff der Übertragung des krümeligen, haftenden Pollens geradezu auf die rasch fliegenden Bienen angewiesen sind, ist es von größter Wichtigkeit, daß ihr Honig nur diesen Tieren erhalten bleibe und nicht in nutzloser Weise anderweitig verbraucht werde. Flügellose Ameisen sind als nutzlos von dem Genuße des Honigs der Weidenblüten ausgeschlossen. Wenn dennoch diese Tiere, von den honigreichen, duftenden und weithin wahrnehmbaren Blütenfäßchen angezogen, über die Stämme und Zweige der genannten Weiden emporklettern, so gelangen sie unterhalb der Blütenfäßchen auf die mit Wachs überzogenen und dadurch sehr schlüpfrig gemachten Stellen. In ihrer Begierde, den so nahen Honig zu gewinnen, suchen sie auch diese Stellen rasch zu überschreiten, gleitschen aber regelmäßig aus und büßen ihren Versuch, zu dem gewitterten süßen Saft zu kommen, mit einem mehrere Meter hohen Sturz auf die Erde.

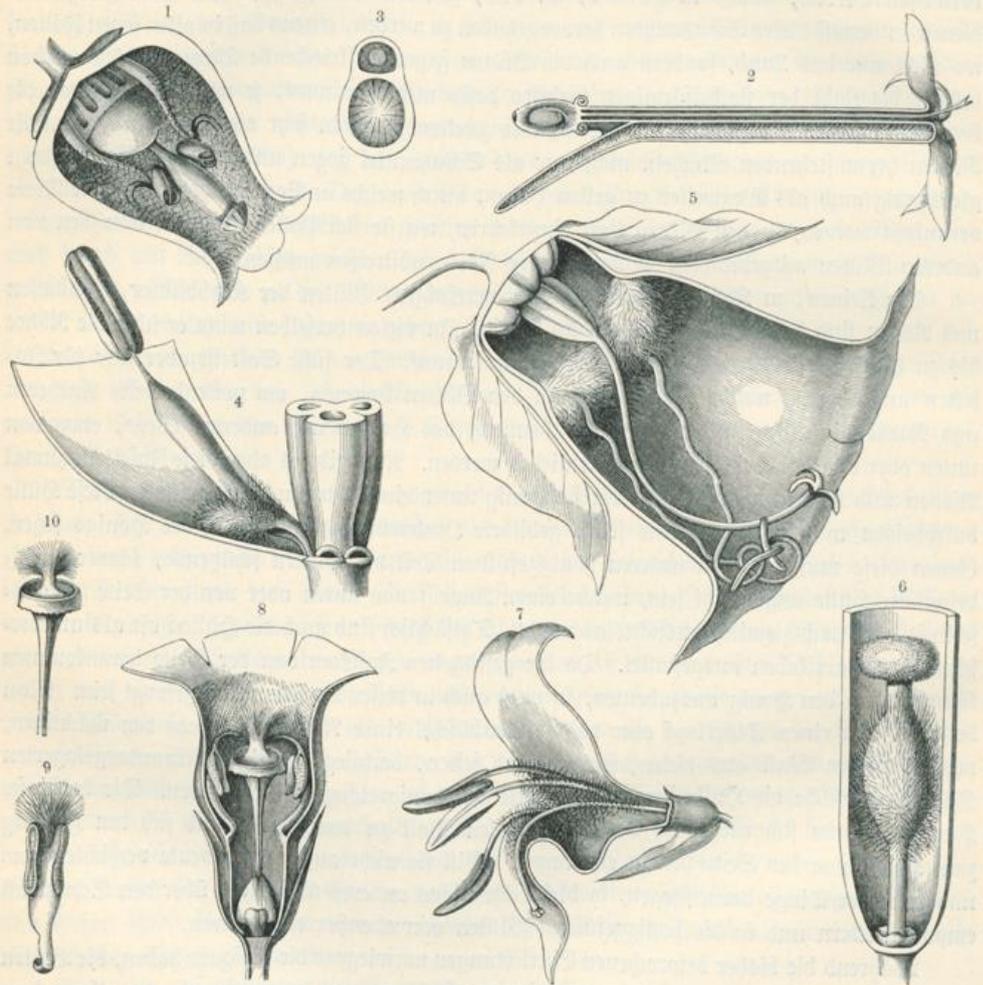
Eine geringere Sicherheit gewähren alle diese Stoffe gegen Schnecken. Diese Tiere scheuen die Klebestoffe nicht sonderlich. Sie wissen die gefährlichen Stellen dadurch zu überschreiten, daß sie dort Schleim ausscheiden, welcher das Ankleben verhindert. Dagegen sind die Schnecken, wie überhaupt alle Tiere mit weicher Oberhaut, gegen Dornen, Stacheln und steife Borsten sehr empfindlich, und während es den Ameisen gelingt, über die stacheligen Laubblätter und über die mit scharfen Spitzen bewehrten Hüllen der Distelköpfe ohne Schaden hinüberzukommen, machen die Tiere mit weichem Körper an solchen Stellen halt und suchen jede Berührung mit den stechenden Gebilden zu vermeiden. Gegen diese Tiere gibt es keinen besseren Schutz als Stacheln, spitze Zähne und starre, stechende Borsten, welche den Weg besetzen, der zu den Blüten hinführt. Nur ist zu bemerken, daß die weichen Tiere, namentlich

Schnecken und Raupen, weder Honig noch Pollen auffuchen, sondern den Blüten dadurch gefährlich werden, daß sie die ganzen Blumenblätter, Pollenblätter und Fruchtblätter verzehren. Insofern fällt aber die Bedeutung der Stacheln als Schutzmittel der Blüten mit jener als Schutzmittel der Laubblätter teilweise zusammen, und es kann deshalb auf die Schilderung verwiesen werden, welche in Band I, S. 119, gegeben worden ist. Nur zwei Dinge verdienen in betreff dieser Schutzwehren hervorgehoben zu werden, erstens daß in allen jenen Fällen, wo nicht nur das Laub, sondern auch die Blüten gegen aufkriechende Tiere geschützt werden sollen, die Zahl der stachelförmigen Gebilde desto mehr zunimmt, je näher den Blüten die betreffende Stelle der Pflanze gelegen ist, und zweitens, daß in sehr vielen Fällen die um die Blüten herumstehenden Stacheln nicht nur als Schutzmittel gegen unberufene Gäste, sondern gleichzeitig auch als Wegweiser zu gelten haben, durch welche anfliegende honigsuchende Tiere veranlaßt werden, in den Blüten dort einzukehren, wo sie sich Pollen aufladen oder den von anderen Blüten mitgebrachten Pollen an der Narbe abstreifen müssen.

Die kleinen, zu Köpfchen und Büscheln vereinigten Blüten der Korbblütler, Skabiosen und Nelken sind bekanntlich sehr reich an Honig. In vielen derselben reicht er über die Röhre bis zu dem erweiterten Teile der Blumenkrone herauf. Der süße Saft ist aber nur für Insekten ausgebaut, welche von obenher zu den Blüten kommen, wo pollenbedeckte Antheren und Narben im Wege stehen. Die Ausbeutung des Honigs auf anderem Wege, etwa von unten oder von der Seite her, muß vermieden werden. Nun gibt es aber viele Insekten, zumal Bienen und Hummeln, welche, wenn sie Honig unter einer dünnen Hülle wittern, diese Hülle durchbeißen und sich durch eine selbst gebildete Hintertür in den Genuß des Honigs setzen. Gegen diese muß eine den unteren honiggefüllten Teil der Blüten schützende, schwer durchdringbare Hülle angebracht sein, welche einen Angriff von unten oder von der Seite her ausschließt oder doch ziemlich aussichtslos macht. Tatsächlich sind auch die Hüllen oft als unüber-schreitbare Barrikaden ausgestaltet. Da die geflügelten Insekten von der Seite herankommen könnten, um den Honig auszubeuten, so muß auch in dieser Beziehung vorgesorgt sein. Man betrachte nur einen Distelkopf oder das Blütenbüschel einer Nelke und besehe den mächtigen, mehrschichtigen Wall aus dicken, starren und festen, dachziegelförmig aufeinander gelagerten Schuppen, welche die Hülle der gehäuften kleinen honigreichen Blüten bilden. Die kräftigste Hummel würde sich vergeblich bemühen, diesen Wall zu durchbeißen und sich den Zugang zum Honig von der Seite her zu erzwingen. Will sie nicht auf die Ausbeute verzichten und unverrichteter Dinge davonfliegen, so bleibt ihr nichts anderes übrig, als über den Schutzwall emporzuklettern und in die honiggefüllten Blüten von obenher einzufahren.

Während die bisher besprochenen Einrichtungen vorwiegend die Aufgabe haben, die Blüten gegen die vom Boden herankriechenden Tiere zu schützen, und dementsprechend entlang dem Wege ausgebildet sind, welchen die Tiere über den Stengel, die Blütenstiele, Hüllblätter und Kelche einschlagen müssen, um den Honig des Blütengrundes zu erreichen, sind die Schutzmittel gegen die als unberufene Gäste zusfliegenden kleinen Tiere vorwiegend im Inneren der Blüten angebracht. Von hervorragendem Interesse sind in dieser Beziehung zunächst die im Inneren der Blüten ausgebildeten Haare und Franzen. Dieselben gruppieren sich entweder zu unregelmäßigen Dichtungen, welche Baumwollpfropfen, Flocken und Wiesen ähnlich sehen, oder sie sind regelmäßig nebeneinandergestellt und aneinandergereiht und erscheinen dann als Gitter und Neusen. Im ersteren Fall erfüllen sie entweder den ganzen Innenraum der glocken- oder frugförmigen Blumenkrone, wie z. B. bei den Blüten der

Bärentrauben (*Arctostaphylos alpina* und *Uva ursi*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 1), oder sie beschränken sich nur auf den röhrenförmigen Teil der Krone, wie bei der kleinen Primel der Hochalpen (*Primula minima*). Bei den Alpenröschen (*Rhododendron hirsutum* und *ferrugineum*) sowie bei mehreren Arten der Gattung Geißblatt (*Lonicera nigra*,



Dichte aus Haaren als Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäste: 1) Längsschnitt durch die Blüte der Bärentraube (*Arctostaphylos Uva ursi*); 2) Längsschnitt durch die Blüte von *Centranthus ruber*, 3) Querschnitt durch dieselbe Blüte; 4) Außenschnitt aus der Blüte einer Tulpe (*Tulipa silvestris*); 5) Längsschnitt durch die Blüte von *Cobaea scandens*; 6) Längsschnitt durch die Blüte von *Daphne Blagayana*; 7) Längsschnitt durch die Blüte von *Lonicera alpigena*; 8) Längsschnitt durch die Blüte von *Vinea herbacea* (die Spitze des Saumes teilweise weggeschnitten), 9) ein einzelnes Pollenblatt derselben Pflanze, 10) Griffel und Narbe derselben Pflanze. Fig. 5 in natürl. Größe, die anderen Figuren 3—10fach vergrößert.

*Xylosteum* und *alpigena*; s. Abbildung, Fig. 7) ist die Blumenkrone unterwärts mit Haaren besetzt, welche sich mit jenen, die von den Pollenblättern ausgehen, zu einem die Honigrube verhüllenden Dickschicht verbinden. In vielen Fällen ist die Innenseite der Blumenkrone glatt und nur die Basis der Pollenblätter mit Haarflocken besetzt, welche sich vor die Nektarhöhle lagern, wie z. B. bei der Tollkirsche, dem Bocksdorn und dem Speerkraut (*Atropa*, *Lycium*,

Polemonium). Bei der für Kolibri berechneten, zu den Skrofulariazeen gehörenden mexikanischen Schlingpflanze *Lophospermum scandens* erscheint der zu fünf Gruben erweiterte honigführende Blütengrund durch einen Pfropf von zarten, weichen Haaren abgeschlossen, welche einerseits von dem Fruchtknoten, anderseits von der Basis der Pollenblätter ausgehen, und welcher zwar von einem kräftigen Schnabel leicht durchbrochen werden kann, aber kleinen Insekten den Durchgang verwehrt. Bei der bekannten Schlingpflanze *Cobaea scandens* (s. Abbildung, S. 438, Fig. 5) ist die Basis eines jeden Pollenblattes wie in einen weißen Pelz gehüllt, und es bilden die fünf pelzigen Haargewirre zusammen einen förmlichen Pfropf, welcher die Blütenglocke in eine hintere, honigführende und eine vordere, die Antheren und Narben bergende Kammer teilt. In den Blüten der Tulpen (s. Abbildung, S. 438, Fig. 4) wird der Honig von den Pollenblättern abgesondert. Jedes Pollenblatt ist zu unterst an der dem Perigon zusehenden Seite ausgehöhlt, und diese Aushöhlung ist mit Honig erfüllt. Diese Honiggrube wird aber durch ein darüberstehendes Haardickicht vollständig verhüllt, und Insekten, welche den Honig gewinnen wollen, müssen sich unter diesen Haarpfropf eindrängen und das ganze Pollenblatt emporheben. Bei der Königsblume (*Daphne Blagayana*; s. Abbildung, S. 438, Fig. 6) ist der gestielte Fruchtknoten in Haare eingehüllt und dadurch der im Blütengrunde von einem fleischigen Ringwalle reichlich abgeschiedene Honig gegen den Raub durch unberufene Gäste abgesperrt. In den Blüten der auf den pontischen Steppen heimischen *Vinea herbacea* (s. Abbildung, S. 438, Fig. 8—10) sind die Scheitel der Pollenblätter ebenso wohl wie der Scheitel des scheibenförmigen Griffelkopfes mit Haarbüscheln besetzt, die gegenseitig ineinandergreifen und dadurch einen Verschluss der Kronenröhre herstellen, der ganz den Eindruck macht, als hätte man einen Pfropf aus Baumwolle in die Mündung der Röhre eingefügt. Eine der absonderlichsten, hier noch zu erwähnenden Bildungen findet sich in den Blüten der Spornblume (*Centranthus*; s. Abbildung, S. 438, Fig. 2 und 3). Hier ist nämlich die 12 mm lange und kaum 1 mm weite Röhre der Blumenkrone durch ein häutiges, dünnes Gewebe der Länge nach in zwei Abteilungen gebracht, von welchen die obere engere den fadenförmigen Griffel eingebettet enthält, während die etwas weitere untere nach rückwärts zu in eine sackförmige Verlängerung ausläuft, in welcher Honig ausgeschieden wird. Diese untere Abteilung ist nun von der vorderen Mündung angefangen bis zu dem honiggefüllten Sacke ganz dicht mit Härchen besetzt, welche wohl die Einführung eines Rüssels gestatten, aber kleineren Insekten das Einkriechen bis zum Honig unmöglich machen. Da diese Härchen mit ihren freien Enden sämtlich gegen die Mittellinie der Röhre gerichtet sind (s. Abbildung, S. 438, Fig. 3), so bilden sie gewissermaßen den Übergang zu den Haarfränzen, Keusen und Gittern, welche oben als zweite Form der im Inneren der Blüten entwickelten Haargebilde aufgeführt wurden.

Am häufigsten sind die Keusen und Gitter aus geraden, elastisch biegsamen Haaren oder Fransen zusammengesetzt, welche von einer ringförmigen Leiste oder Kante an der Innenseite des röhrenförmigen Teiles der Blumenkrone ausgehen und, wie gesagt, mit ihren freien Enden gegen die Mitte der Kronenröhre gerichtet sind. Bald trifft man diese Keusen oder Gitter unmittelbar an der Mündung der Röhre, wie bei dem Ehrenpreis (*Veronica officinalis*), bald etwas hinter dem vorderen Ende des Schlundes, wie bei dem Eisenkraut (*Verbena officinalis*), bald wieder tief unten im Grunde der Röhre, wie bei dem Ananthus, dem Phlox, dem Drachenmaul und der Braunelle (*Acanthus*, *Phlox*, *Horminum*, *Prunella*). Mit Fransen besetzte, ringförmig gruppierte Schuppen in einfacher, doppelter oder dreifacher Reihe sind in den Blüten vieler Gentianen und Passifloren zu sehen. Bei einigen Nautengewächsen,

so namentlich bei *Haplophyllum*, wird aus den von der Basis der Pollenblätter abstehenden Haaren ein Gitter im Blüthen Grunde gebildet, und bei einer Art des Fichtenspargels (*Monotropa*) gehen von einem besonderen Wulst unterhalb der Narbe strahlenförmig gruppierte Haare aus, welche bis zu den Kronenblättern reichen und sich als zierliches Gitter darstellen. Bei der *Swertia* (*Swertia perennis*) wird der Honig in kleinen, nahe der Basis der Blumenblätter stehenden Näpfen ausgeschieden, und es erheben sich von dem ringförmigen Walle, welcher die Näpfe umgibt, zahlreiche Franzen, deren Spitzen zusammenneigen, sich kreuzen, verschlingen und zusammendrehen und so, einem Käfig vergleichbar, die mit Honig gefüllten Vertiefungen überdecken. Mit dieser Aufzählung sind die Formen der Neusen, Gitter und Haarfränze zwar noch lange nicht erschöpft; doch gibt sie ein annäherndes Bild der großen Mannigfaltigkeit, welche in dieser Beziehung besteht.

Es dürfte befremden, wenn nun in diesem Kapitel, wo die Ameisen so oft als unberufene Gäste der Blüten dargestellt worden sind, dieselben Tiere zum Schluß auch noch als willkommenen und vorteilhaften Besucher gewisser Pflanzen aufgeführt werden. Und dennoch scheint gerade diese Stelle des Buches am besten geeignet, um der merkwürdigen Rolle der Ameisen als Wächter und Beschützer der Blüten zu gedenken. Wir knüpfen dabei an die Bemerkungen an, die über das genossenschaftliche Zusammenleben von Ameisen und Pflanzen zu beiderseitigem Vorteil früher gemacht worden sind. In betreff dieses Zusammenlebens sei hier in Kürze wiederholt, daß jene Ameisen, welchen von den Wirtspflanzen in besonderen Kammern der Stengel, Stacheln und Dornen eine gesicherte Heimstätte und an den Laubblättern in Form eigentümlicher Gewebeförper eine ergiebige Nahrung geboten wird, die Aufgabe haben, die Laubblätter dieser Pflanzen gegen die Angriffe anderer gefräßiger Insekten zu schützen (vgl. Bd. I, S. 421). Dieser Schutz ist nun freilich ein Gegendienst, welchen die Ameisen den betreffenden Pflanzen nicht aus selbstloser Gefälligkeit, sondern nur im eigensten Interesse leisten. Durch die Zerstörung der Laubblätter und das dadurch veranlaßte Hinsiechen und Absterben der ganzen Pflanzenstöcke würden den Ameisen zwei wichtige Lebensbedingungen genommen, und wenn sie sich bemühen, die dem Laub ihrer Wirtspflanzen gefährlichen Tiere zu vertreiben, so verteidigen sie eigentlich nur ihre Futterplätze und Wohnstätten.

Etwas Ähnliches kommt nun auch bei den Blütenköpfchen mehrerer im südöstlichen Europa einheimischen Korbblütler, namentlich bei *Centaurea alpina* und *ruthenica*, *Jurinea mollis* und *Serratula lycopifolia*, vor, von welchen die zuletzt genannte Art auf S. 441 abgebildet ist. Die Blütenköpfchen dieser Korbblütler sind im jugendlichen Zustande den verderblichen Angriffen gefräßiger Käfer sehr ausgesetzt. Insbesondere finden sich auf ihnen gewisse mit dem Maikäfer und den Goldkäfern verwandte Arten, wie z. B. *Oxythyrea funesta*, ein, welche ohne viele Umstände tiefe Löcher in die Köpfchen fressen und außer den grünen, saftreichen Schuppen der Hülle und den kleinen, noch geschlossenen Blüten bisweilen auch den Blütenboden ganz oder teilweise zerstören. Durch ein solches Vernichtungswerk wäre selbstverständlich die weitere Entwicklung der Blütenköpfchen und die Ausbildung von Früchten unmöglich gemacht, und um dieser Gefahr zu begegnen, erscheint eine Besatzung aus wehrhaften Ameisen herangezogen. An den grünen, dachziegelförmig aneinandergereihten Hüllschuppen der noch geschlossenen Blütenköpfchen wird aus großen Wasserspalten Honig ausgeschieden, und zwar in so reichlicher Menge, daß man am frühen Morgen auf jeder Schuppe einen Tropfen des süßen Saftes und, wenn das Wasser dieses Tropfens verdunstet ist, ein krümeliges Klümpchen Zucker, ja bisweilen auch kleine Zuckerkrystalle hängen sieht. Den Ameisen ist dieser Zucker in hohem Grade willkommen,

und sie finden sich reichlich ein, bewahren aber auch den gutbefesteten Tisch gegen anderweitige Angriffe. Nähert sich einer der erwähnten gefräßigen Käfer, so nehmen sie sofort eine kampfbereite Stellung ein, halten sich mit dem letzten Fußpaar an den Hüllschuppen fest und strecken den Hinterleib, die Vorderbeine und insbesondere die kräftigen Kiefer dem Feinde entgegen, wie es durch die untenstehende Abbildung naturgetreu dargestellt ist. Sie verweilen in dieser Stellung so lange, bis sich der Angreifer, dem, wenn es nötig ist, auch eine Ladung von Ameisensäure entgegengespritzt wird, zurückzieht, und erst wenn dies geschehen, setzen sie sich wieder ruhig zum Mahle



Die Blütenköpfe der *Serratula lycopifolia*, gegen die Angriffe eines gefräßigen Käfers (*Oxythyrea funesta*) durch Ameisen (*Formica exsecta*) verteidigt.

hin. Kämpfe der zu einer Art gehörenden Ameisen untereinander wurden auf den genannten Korbbblütlern niemals beobachtet, obschon es vorkommt, daß auf einem einzigen Köpfschen der *Jurinea mollis* 10—15 Stück der Ameise *Camponotus Aethiops* und auf einem Köpfschen der *Serratula lycopifolia* ebenso viele Stück von *Formica exsecta* begierig den Honig lecken.

Werkwürdig ist, daß die Zuckerauscheidung aus den Wasserspalten der Hüllschuppen abnimmt und endlich ganz aufhört, sobald die Blüten des Köpfschens sich zu öffnen beginnen, die Angriffe von seiten der gefräßigen Käfer ausbleiben und ein Schutz für die Köpfschen nicht mehr nötig ist. Dann zieht sich auch die Besatzung zurück, d. h. die Ameisen verlassen die Blütenköpfschen und klettern wieder auf den Boden herab. Diesen Tieren war es ja nur um die Verteidigung ihres ergiebigen Futterplatzes zu tun, und ohne es zu wissen und zu wollen, wurden sie zu Wächtern und Schützern der jungen Blüten!

### Das Aufladen des Pollens.

Nachdem die Einrichtungen, welche sich auf die Ankunft und den Empfang der berufenen und ungerufenen Gäste aus der Tierwelt an der Blütenpforte beziehen, eine übersichtliche Darstellung gefunden haben, können nun auch die Vorgänge geschildert werden, durch welche die in die Blüten gelangten Tiere mit Pollen beladen werden.

Der einfachste Vorgang beim Aufladen des Pollens besteht darin, daß die Tiere beim Herumklettern und Herumlaufen im Bereiche der Blüten ringsum mit Pollen beladen und förmlich eingepudert werden. Es kommt das bei zahllosen Doldenpflanzen, Skabiosen und nelkenartigen Gewächsen vor, deren Einzelblüten zwar nur wenig Pollenblätter enthalten, wo aber durch Vereinigung zahlreicher Blüten zu Dolden, Büscheln, Ähren und Köpfchen ein umfangreicher, mit schlanken, fadenförmigen, leicht ins Wanken zu bringenden Pollenblättern besetzter Tummelplatz für die Insekten hergestellt ist, auf welchen der Pollen aus den Antheren von allen Seiten leicht abgeschüttelt und abgestreift werden kann. Auch in den mit Pollenblättern gut ausgestatteten Einzelblüten der Rosen, Windröschen, Päonien, Mohn, Magnolien und Opuntien werden die Insekten, wenn sie sich zwischen den Antheren herumtreiben oder an dem auf die Blumenblätter herabgefallenen Pollen gütlich tun, an Kopf, Brust und Hinterleib, an Flügeln und Füßen mit dem mehligem Pollen eingestäubt. Dasselbe geschieht in den Blütencheiden der Aroideen, den Perigonien der Osterluzeiblüten und den Urnen der Feigen, in welchen sich Mücken, Wespen und Käfer herumtreiben, die beim Verlassen ihrer zeitweiligen Herberge den Pollen abstreifen, worüber die Mitteilungen auf S. 383—388 dieses Bandes zu vergleichen sind. An der erwähnten Stelle wurde auch gesagt, daß die Tiere, welche in den Osterluzeiblüten in Gefangenschaft geraten, nach einiger Zeit mit Pollen beladen ins Freie kommen. Der dort nur angedeutete Vorgang ist so merkwürdig, daß es sich lohnt, denselben an einem besonderen Falle etwas ausführlicher zu besprechen. Bei der weitverbreiteten und in der Abbildung auf S. 426, Fig. 8, dargestellten Osterluzei, *Aristolochia Clematidis*, führt der Weg in den blasenförmig aufgetriebenen Blütengrund über eine bequeme zungenförmige Ausflugsplatte durch einen dunkeln, verhältnismäßig engen Gang, der an der Innenwand mit Haaren ausgekleidet ist. Die freien Enden dieser Haare richten sich einwärts, d. h. gegen die blasenförmig erweiterte Kammer, und gestatten den Besuchern aus der Insektenwelt, kleinen, schwarzen Mücken aus den Gattungen *Ceratopogon* und *Chironomus*, daß sie den Gang durchbringen und die Kammer betreten. Einmal dort angelangt, müssen sie sich aber gefallen lassen, ein paar Tage eingesperrt zu bleiben. Die erwähnten Haare erlauben zwar das Hineinschlüpfen, versperren aber den Rückweg, indem sich ihre Spitzen den kleinen Mücken, welche aus der Kammer entweichen möchten, entgegenstellen (s. Abbildung, S. 426, Fig. 9). In der ersten Zeit wird übrigens die Gefangenschaft von den Mücken gern ertragen, da ihnen die im Gefängnis herrschende erhöhte Temperatur zusagt und anderseits die saftreichen Zellen, mit welchen die Kammer im Inneren austapeziert ist, etwas Nahrung bieten. Am zweiten oder dritten Tage der Gefangenschaft öffnen sich die den Seitenwänden der Befruchtungssäule angewachsenen Antheren und lassen ihren mehligem Pollen auf den Boden der Kammer herabfallen. Auch dieser Pollen ist für die Mücken eine willkommene Nahrung, und man sieht, daß sie sich an demselben gütlich tun. Endlich aber werden die Gefangenen doch unruhig, sie suchen einen Ausweg zu gewinnen, treiben sich lebhaft in der Kammer umher und beladen sich bei dieser Gelegenheit an ihrer ganzen Körperoberfläche mit Pollen. Sobald dies

geschehen, naht für sie die Stunde der Befreiung; die Haare im Inneren des engen Ganges wellen und fallen schlaff zusammen, die Bahn nach außen ist nun frei, und die mit Pollen eingepuderten Mücken verlassen rasch die Blüte der Osterluzei, in welcher sie ein paar Tage hindurch Obdach und Nahrung gefunden hatten. Daß den Mücken die zeitweilige Gefangenschaft nicht in unangenehmer Erinnerung bleibt, geht daraus hervor, daß sie, kaum der einen Blüte entschlüpft, sofort in eine zweite hineinkriechen, die eben erst zugänglich geworden ist. Dieser letztere Umstand muß ganz besonders betont werden, wenn die Bedeutung des seltsamen, soeben geschilderten Fangspieles zum Verständnis gebracht werden soll. Sobald die Blüte zugänglich geworden ist, kann die Narbe bereits Pollen aufnehmen, die Antheren sind aber noch geschlossen. Wenn nun die kleinen Mücken aus älteren Blüten in jüngere kommen und dort auf die Narbe treffen, welche gerade vor der inneren Mündung des dunkeln Ganges steht, so streifen sie an diese den mitgebrachten Pollen ab und veranlassen dadurch eine Kreuzung. Infolge der Befruchtung wellen aber die Haare in der Blütenröhre ab.

Wenn den Insekten die aus der Eingangspforte vorragenden oder hart an die Schwelle dieser Pforte gestellten Pollenblätter als Anflugplatz dienen, wie beispielsweise bei den Blüten der Funkien, des Natterkopfes, der Braunnurz und des Eisenhutes (*Funkia*, *Echium*, *Scrophularia*, *Aconitum*), so wird schon im Augenblicke des Niederlassens und noch mehr beim Vorschreiten gegen den Blütengrund das Insekt an der unteren Seite des Körpers mit Pollen beladen. Bei einer Art der Alpenrosen (*Rhododendron Chamaecistus*) und bei dem Samander-Chrenpreis (*Veronica Chamaedrys*; s. Abbildung, S. 426, Fig. 1) erfassen die zu den seitlich eingestellten Blüten kommenden Insekten mit den Vorderbeinen die weit vortretenden Staubfäden als Anflugstangen. Diese aber sind so eingerichtet, daß sie sich infolge der Berührung abwärts und einwärts drehen. Im Nu sind sie der unteren Seite des angeflogenen Insektes angeschmiegt und sogleich ist dort auch der Pollen abgestreift. Ein massenhaftes Abstreifen des Pollens an die untere Körperseite der Insekten findet auf den scheibenförmigen Blütenständen der Korbblütler statt. Aus den kleinen, das Köpfchen eines Korbblütlers zusammensetzenden Röhren- oder Zungenblüten werden kurz nach dem Öffnen der Kronen die an der Außenseite mit Pollen bedeckten Griffel vorgeschoben, und da stets ganze Wirtel solcher Blüten zugleich sich öffnen, so ragen auch zahlreiche pollenbeladene Griffel dicht nebeneinander von der Scheibe des Köpfchens wie ein kleiner Wald empor. Ein auf das Köpfchen fliegendes größeres Insekt kann daher schon im Augenblicke des Auffigens mit dem Pollen zahlreicher Blüten auf einmal bestreut werden. Dreht und wendet sich überdies das Insekt auf der Scheibe des Blütenstandes, indem es bald hier, bald dort seinen Rüssel in die Tiefe der kleinen Blüten einsetzt, so streift es bei dieser Gelegenheit mit der Unterseite des Hinterleibes noch viel mehr Pollen ab und verläßt dann, reichlichst mit demselben beladen, das Blütenköpfchen.

In eigentümlicher Weise vollzieht sich das Aufladen des Pollens bei den unter dem Namen Frauenschuh (*Cypripedium*) bekannten Orchideen. Bei diesen wird nämlich immer nur eine der beiden Schultern des besuchenden Insektes mit der schmierigen Pollenmasse beklebt. Wie das zugeht, soll hier in Kürze von dem europäischen Frauenschuh (*Cypripedium Calceolus*) erzählt werden. Die Blume dieser Orchidee, von welcher auf S. 448, Fig. 1, eine Abbildung eingeschaltet ist, besteht aus sechs Blättern, von welchen eins die Form eines Holzschuhes hat, tief ausgehöhlt ist und am Boden einen Besatz aus saftreichen „Haaren“ trägt. Mitunter werden von den Zellen, aus welchen sich diese Haare aufbauen, auch kleine Nektartröpfchen ausgeschieden. An diesen Haaren wollen sich gewisse kleine Bienen aus der Gattung

Andrena gütlich tun und suchen in die Höhlung zu gelangen. Drei Wege stehen ihnen hierzu offen, entweder eins der beiden kleinen Löcher im Hintergrunde rechts und links neben der Befruchtungssäule oder die große ovale Öffnung in der Mitte vor der Befruchtungssäule. Sie



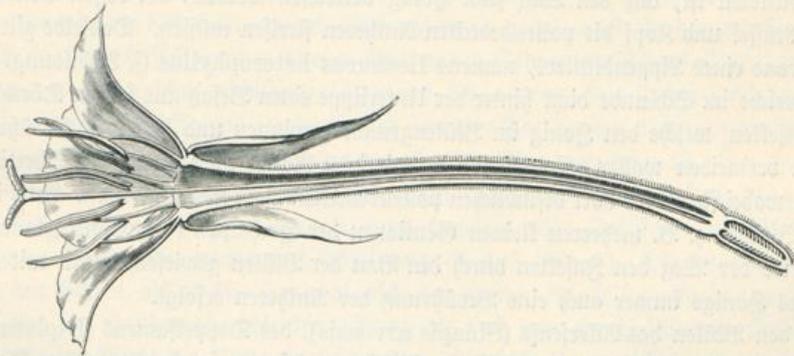
wählen den letzteren Zugang und schlüpfen unterhalb der breiten, rauhen Narbe auf den Boden der Höhlung hinab. Dort angekommen, weiden sie die saftreichen Zellen der Haare ab, suchen aber nach einiger Zeit wieder ins Freie zu kommen. Das gelingt freilich nicht so leicht. Die Ränder der großen mittleren Öffnung sind nach einwärts übergebogen (s. Abbildung, S. 448, Fig. 2) und so geformt, daß ein Erklettern derselben unmöglich ist, und es bleibt den Bienen daher nichts anderes übrig, als einen der beiden kleinen Auswege im Hintergrunde der Höhlung aufzusuchen. Auch dort ist übrigens das Entkommen nicht gerade leicht, und die Bienen müssen



Einrichtungen zum Aufladen des Pollens: 1) Blüte einer Schwertlilie (*Iris Germanica*), drei Perigonblätter sind aufwärts, drei abwärts geschlagen, die letzteren tragen einen aus gelben Haaren gebildeten, von dem Violett der Perigonblätter sich deutlich abhebenden Bart, welcher als Wegweiser für die in die honigerfüllte Perigonröhre einfahrenden Insekten dient, 2) die obere Hälfte der Perigonröhre mit den drei Zugängen zum Honig; über jedem Zugange steht ein Pollenblatt mit langer linealer, auswärts gewendeter Anthere, und über jedes Pollenblatt ist einer der drei blumenblattartigen Griffel gewölbt. (Zu S. 445.)

sich durch eine der beiden engen Öffnungen förmlich durchzwängen, wobei sie mit der einen Schulter an den weichen, klebrigen Pollen derjenigen Anthere anstreifen, welche den inneren Rand des betreffenden Ausganges bildet. Es ist dem nur noch beizufügen, daß solche an einer Schulter mit dem Pollen beklebte Insekten den Pollen an die rauhe Narbe anheften, sobald sie in eine andere Blüte des Frauenschuhes eindringen.

Sehr häufig sind die Fälle, wo die honigsuchenden Insekten mit der Oberseite des Körpers an die Antheren anstreifen und sich den Rücken mit Pollen beladen. Die Hummeln, welche auf dem Barte der herabgeschlagenen äußeren Perigonblätter der Schwertlilie (*Iris*; s. Abbildung, S. 444) als dem bequemsten Anflugplatze dieser Blüten sich niederlassen und von dort aus zu den mit Honig gefüllten Kanälen der Perigonröhre vordringen, kommen dabei unter das Dach der blattartigen Griffel und zugleich unter das Pollenblatt, welches so gebogen und so gestellt ist, daß es genau der Krümmung des Rückens und Hinterleibes der Hummel entspricht. Regelmäßig wird auch der Pollen auf den Rücken des Tieres gestreift und aufgeladen. In ähnlicher Weise streifen Bienen, welche in die aufgesperrte Blume des Schwertels (*Gladiolus*), der Taubnessel (*Lamium*) und anderer Lippenblütler einfahren, mit dem Rücken an die Antheren, welche dicht unter der Oberlippe verborgen sind, und werden auch nur dort mit Pollen beladen. Dasselbe gilt von den Hummeln, welche in die großen Glocken der *Gloxinia* schlüpfen,



Längsschnitt durch die Blüte der Nachtkerze (*Oenothera biennis*).

in den Blüten des Fingerhutes (*Digitalis*) zum Honig emporklettern oder sich in den Rachen der Blüten des Löwenmaules und Leinfräutes (*Antirrhinum*, *Linaria*) wagen. In den zuletzt genannten Blüten sind zwei Paare großer Antheren dicht unter dem Dache der Oberlippe angebracht, und der aus ihnen entbundene Pollen bildet zwei rundliche Ballen, welche von den einfahrenden Insekten auf einmal aus den Nischen der Antheren gelöst, auf den Rücken geladen und zu anderen Blüten geschleppt werden.

Die Schmetterlinge, welche, vor den nach der Seite eingestellten Blüten der Nachtkerzen (*Oenothera*; s. obenstehende Abbildung) schwebend, ihren Rüssel in die lange, mit Honig gefüllte Blumenröhre einführen, streifen dabei mit dem Kopfe an die Antheren, welche den Eingang zur Blumenröhre umgeben, und werden auch vorwiegend an diesem Körperteil mit Pollen behaftet. Dasselbe gilt von den Honigvögeln, welche den braunen Nektar aus dem becherförmigen unteren Kelchblatte der *Melanthus*-Blüten (s. Abbildung, S. 428, Fig. 12) gewinnen wollen und dabei die darüber gestellten Antheren mit dem Kopfe berühren.

Die Blüten, deren Einrichtung zum Zweck hat, daß die zum Honig des Blütengrundes einfahrenden Insekten mit dem Bauche, dem Rücken, der Schulter, dem Kopf oder auch nur mit dem Rüssel den Pollen abstreifen, sind übrigens so mannigfaltig, daß es in Berücksichtigung des in diesem Buche gebotenen Raumes unmöglich ist, alle vorzuführen. Es sollen daher nur noch einige der auffallendsten geschildert werden, was um so rascher erledigt werden kann, als gerade diese Einrichtungen mit den schon bei früherer Gelegenheit besprochenen

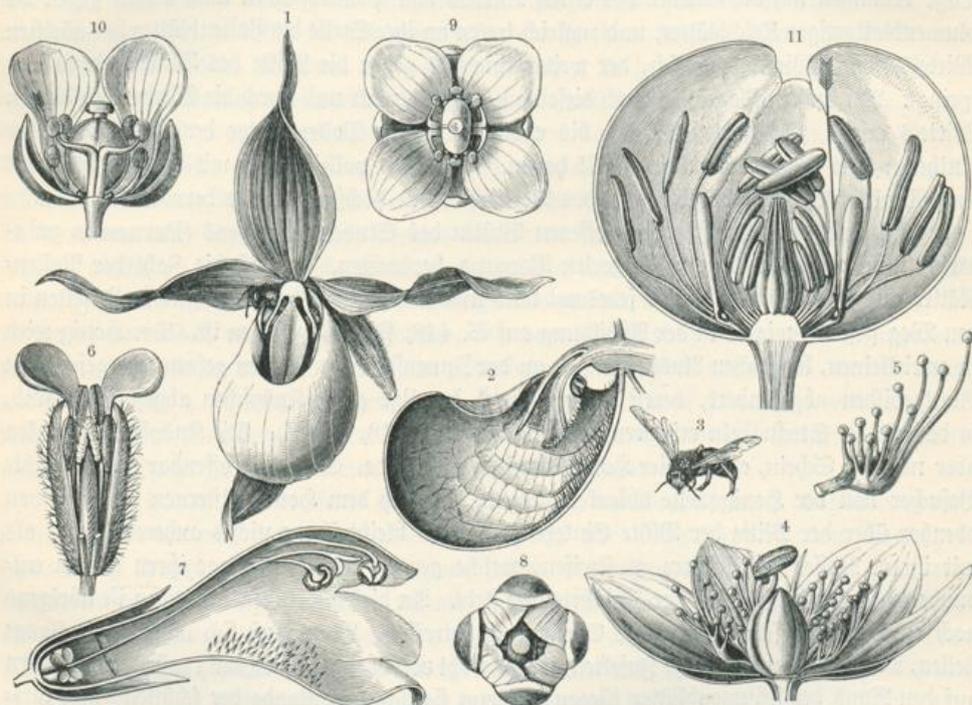
Schutzmitteln des Honigs teilweise zusammenfallen. In erster Linie wäre der in ihrem Inneren mit Dörnchen oder steifen, spizen Börstchen ausgestatteten Blüten zu gedenken. Es ist bekannt, daß die honigsaugenden Insekten, namentlich die Hummeln, um ihren Rüssel sehr besorgt sind, daß sie ihn, wenn er nicht gerade im Gebrauch ist, sorgfältig in besonderen Furchen ihres Körpers verwahren und es auch dann, wenn sie ihn benutzen, vermeiden, an feste Spitzen anzustoßen, weil er dadurch leicht verletzt werden kann. Durch spitze Dörnchen oder Börstchen im Bereiche der Blüten wird daher den mit dem Rüssel einfahrenden Insekten der Weg genau vorgezeichnet. Sie weichen nämlich den Spitzen aus, und indem sie das tun, gelangen sie auf jene Bahn, wo sie ihren Rücken, Kopf oder Rüssel unvermeidlich mit Pollen beladen. So verhält es sich z. B. in den Blüten einiger Schotengewächse (*Braya alpina*, *Malcolmia africana*, *maritima*; s. Abbildung, S. 448, Fig. 6), wo die Insekten durch zwei Gruppen aufrecht abstehender, starrer spitzer Börstchen, deren Träger der Fruchtknoten ist, auf den Weg zum Honig verwiesen werden, bei dessen Benutzung sie mit dem Rüssel und Kopf die pollenbedeckten Antheren streifen müssen. Dasselbe gilt von der Blumenkrone eines Lippenblütlers, namens *Leonurus heterophyllus* (s. Abbildung, S. 448, Fig. 7), welche im Schlunde dicht hinter der Unterlippe einen Besatz aus spitzen Dörnchen aufweist. Insekten, welche den Honig im Blütengrunde gewinnen und dabei die Berührung der Dörnchen vermeiden wollen, sind genötigt, mit dem Rüssel dicht unter der Oberlippe einzufahren, wobei sie an die dort befindlichen pollenbedeckten Antheren anstreifen. Auch in vielen anderen Blüten, z. B. mehreren kleinen Gentianen der Hochalpen (*Gentiana glacialis* und *nana*), wird der Weg den Insekten durch den Bau der Blüten gewiesen, damit mit der Entnahme des Honigs immer auch eine Berührung der Antheren erfolgt.

In den Blüten des Ackersens ( *Sinapis arvensis* ), des Doppelsamens (*Diploaxis*) und noch mehrerer anderer Schotengewächse vollführen die aufgesprungenen Antheren schraubige Drehungen, welche den Zweck haben, die pollenbedeckte Seite von der Narbe wegzuwenden und dorthin zu stellen, wo die Insekten mit dem Rüssel zum Honig einfahren. Bei anderen Schotengewächsen zeigen die Pollenblätter eigentümliche Biegungen der Antherenträger, welche zum Ziele haben, die Antheren dicht neben die Zufahrt zum Nektar zu stellen. So z. B. findet man im Grunde der Blüten von *Kernera saxatilis* (s. Abbildung, S. 448, Fig. 8, 9 und 10) den Honig nur an den zwei Schmalseiten des Fruchtknotens angeammelt, obschon die Pollenblätter rings um den Fruchtknoten gestellt sind. Gesezt den Fall, es wären die fadenförmigen Träger der Antheren sowohl vor den Schmalseiten als vor den Breitseiten gerade emporgewachsen, so würde von den honigsaugenden Insekten nur der Pollen der ersteren aufgeladen werden. Damit nun auch die pollenbeladenen Antheren, welche vor der honiglosen Breitseite des Fruchtknotens stehen, gestreift werden, sind die Träger dieser Antheren unter einem rechten Winkel gebogen, wie es die Figuren 9 und 10 in der Abbildung auf S. 448 zur Anschauung bringen. Dadurch sind alle pollenbedeckten Antheren der Blüte dorthin gebracht, wo sie von den honigsaugenden Insekten gestreift werden müssen. Auch bei *Antirrhinum* und *Gladiolus* kommen Drehungen der Staubfäden vor. Andere Bewegungen der Pollenblätter, welche dasselbe Ziel anstreben, beobachtet man bei zahlreichen Nelkengewächsen, Ranunkulazeen, Steinbrechen, Krassulazeen und Droserazeen. Bei den Ranunkulazeen, namentlich bei *Eranthis*, *Helleborus*, *Isopyrum*, *Nigella*, *Trollius* (s. Abbildung, S. 448, Fig. 11), stehen um die mehrblättrige, die Mitte der Blüte einnehmende Fruchtanlage zahlreiche, in mehrere Wirtel gruppierte Pollenblätter. Diese sind von einem Kranze sehr

kleiner tütenförmiger oder röhrenförmiger, mit Honig gefüllter Blumenblätter, den sogenannten Nektarien, eingefast, und diese sind wieder umgeben von großen gelben, weißen, roten oder blauen blumenähnlichen Hüllblättern. Kurz nachdem sich diese Blumenblätter geöffnet haben, springen die Antheren des äußersten Wirtels von Pollenblättern auf. Die fadenförmigen Träger derselben haben sich gestreckt und neigen, drehen und krümmen sich so, daß die Antheren genau über die Mündung der mit Honig gefüllten Becher zu stehen kommen. Insekten, welche den Honig saugen wollen, müssen unvermeidlich an diese Antheren streifen. Am nächsten Tage krümmen sich die Glieder des ersten Wirtels von Pollenblättern nach außen gegen die blumenblattartigen Kelchblätter, und zugleich treten an ihre Stelle die Pollenblätter des nächsten Wirtels, jenes Wirtels nämlich, der weiter einwärts gegen die Mitte des Blütenbodens entspringt. Am dritten Tage sind auch diese nach außen gerückt und durch die Glieder des dritten Wirtels ersetzt. So geht das fort, bis endlich sämtliche Pollenblätter der Reihe nach ihre Antheren über die Nektarbecher gestellt haben. Das alles vollzieht sich mit einer Genauigkeit und Pünktlichkeit, die das Staunen des Beobachters in höchstem Grade hervorrufen muß.

Auch in den schüsselförmigen offenen Blüten des Studentenröschens (*Parnassia palustris*) kann man den hier geschilderten Vorgang beobachten. Nur ist die Zahl der Pollenblätter auf fünf beschränkt, und jedesmal wird nur eine Anthere den anfliegenden Insekten in den Weg gestellt, wie es in der Abbildung auf S. 448, Fig. 4, zu sehen ist. Der Honig wird in zwei kleinen, länglichen Aushöhlungen an der Innenseite von seltsam geformten, gefranzten Blattgebilden abgefondert, deren Spitzen durch kugelige gelbe Knöpfchen abgeschlossen sind, so daß sie an Stecknadeln erinnern (s. Abbildung, S. 448, Fig. 5). Die Knöpfchen erwecken aber nur den Schein, als ob hier Honig abgeschieden würde. Sie sollen offenbar unerwünschte Besucher von der Honigquelle ablenken. Wenn die nach dem Honig lüsternen Insekten von obenher über der Mitte der Blüte Einkehr halten, so bleibt ihnen nichts anderes übrig, als mit ihrem Rüssel die Anthere zu streifen, welche gerade an diesem Tage ihren Pollen entbunden hat und dicht neben der Zufahrtslinie steht. An diesem Studentenröschen ist übrigens noch eine andere, sehr interessante Einrichtung getroffen. Man muß sich nämlich die Frage stellen, wie verhalten sich solche Insekten, welche nicht von obenher dem Honig zusteuern, sondern auf den Rand der Blumenblätter fliegen? Wenn sie sich vom Rande der schüsselförmig ausgebreiteten Blumenblätter gegen die oben bezeichneten Honigbehälter bewegen, so finden sie daselbst eine Schranke in Form des Gitters, welches von den strahlenförmig auslaufenden Franzen der honigführenden Blätter gebildet wird. Dieses Gitter ist aber nicht unübersteiglich. Die vom Rande der Blumenblätter kommenden Insekten überklettern dieses Gitter mit Leichtigkeit und ohne jeden Nachteil und gelangen so an die dem Mittelpunkte der Blüte zugewendete Seite der gefranzten Honigblätter, wo sie das finden, was sie suchen, nämlich den Honig. Aber bei dem Überklettern des Gitters nähern sie sich so sehr der Mitte der Blüte, daß sie dort die Anthere streifen, welche gerade Dienst hat, d. h. welche sich an dem betreffenden Tage öffnet und nun, den Pollen anbietend, durch die entsprechende Bewegung des Staubfadens an die Seite des Zuganges zum Nektar gestellt wurde. Es liegt hier einer jener merkwürdigen Fälle vor, wo die Blüte für verschiedene Besucher zugleich angepaßt ist, für solche Insekten, die von obenher zum Nektar kommen, und für solche, die von der Landungsstelle am Rande der Blumenblätter vordringen. Auf dem einen wie auf dem anderen Wege beladen sie sich mit dem Pollen der Blüte. Nur unberufene Gäste lassen sich durch die falschen Honigdrüsen täuschen und fliegen nach vergeblichem Suchen nach Honig davon.

Bei vielen Pflanzen ist der abzustreifende Pollen nicht unmittelbar zugänglich, sondern in Röhren und Nischen versteckt, und die Hülle muß vorher entfernt werden, wenn das die Blüte besuchende Insekt mit Pollen beladen werden soll. In den zu Köpfschen vereinigten Blumen der Korbblütler aus den Gattungen der Eselsdistel und Flockenblume (*Onopordon* und *Centaurea*), zu welchen unter anderen auch die bekannte Kornblume (*Centaurea Cyanus*) gehört, bilden die von zarten Staubfäden getragenen Antheren, wie bei allen anderen Korbblütlern, eine Röhre, in welcher der obere Teil des Griffels



Einrichtungen zum Aufladen des Pollens auf die Blütenbesuchenden Insekten: 1) Blüte des europäischen Frauenschuhes (*Cypripedium Calceolus*), aus einer der Lücken an der Seite der Befruchtungssäule drängt sich ein Gaußflügler (*Andrena*) hervor, welcher sich an der Schulter mit Pollen besetzt, 2) Längsschnitt durch das Labellum und die Befruchtungssäule des Frauenschuhes; 3) eine fliegende *Andrena*; 4) Blüte des Studentenröschens (*Parnassia palustris*); die vorderen Blumen-, Honig- und Pollenblätter weggeschnitten, von den sichtbaren Pollenblättern sind drei ihrer Antheren abraubt, das vierte hat sich so gestellt, daß die Anthere in die Mitte der Blüte zu stehen kommt; 5) ein einzelnes Honigblatt aus der Blüte der *Parnassia*; 6) Blüte der *Malcolmia maritima*, das vordere Kelchblatt, die zwei vorderen Kronenblätter und zwei Pollenblätter weggeschnitten, der sichtbare Zell des Fruchtknotens mit einer Längsreihe steifer aufrechter Hörnchen besetzt; 7) Längsschnitt durch die Blüte des *Leonurus heterophyllus*; 8) Blüte der *Kornera saxatilis* im ersten Entwicklungsstadium (von oben gesehen), 9) dieselbe Blüte in späterem Entwicklungsstadium (von oben gesehen), 10) dieselbe Blüte, das vordere Kelchblatt und die zwei vorderen Kronenblätter weggenommen; 11) Längsschnitt durch die Blüte von *Trollius europaeus*. Fig. 1 und 2 in natürl. Größe, die anderen Figuren 2—8fach vergrößert. (Zu S. 443—448.)

steckt. Die Antheren öffnen und entleeren sich nach innen, und der Pollen ist nun dem in der Röhre steckenden Griffel aufgelagert. Bei der Mehrzahl der Korbblütler wächst hierauf der Griffel in die Länge und preßt und schiebt den Pollen über die Mündung der Röhre empor. Nicht so in den Blüten der Eselsdistel und der Flockenblume. Da findet keine Verlängerung des Griffels statt, und der Pollen bleibt in der Röhre versteckt. Betritt aber ein Insekt das Mittelfeld des Köpfschens und berührt, auf den Scheibenblüten herumkletternd, die Staubfäden, von denen die Antherenröhre getragen wird, so ziehen sich diese sofort zusammen und verkürzen

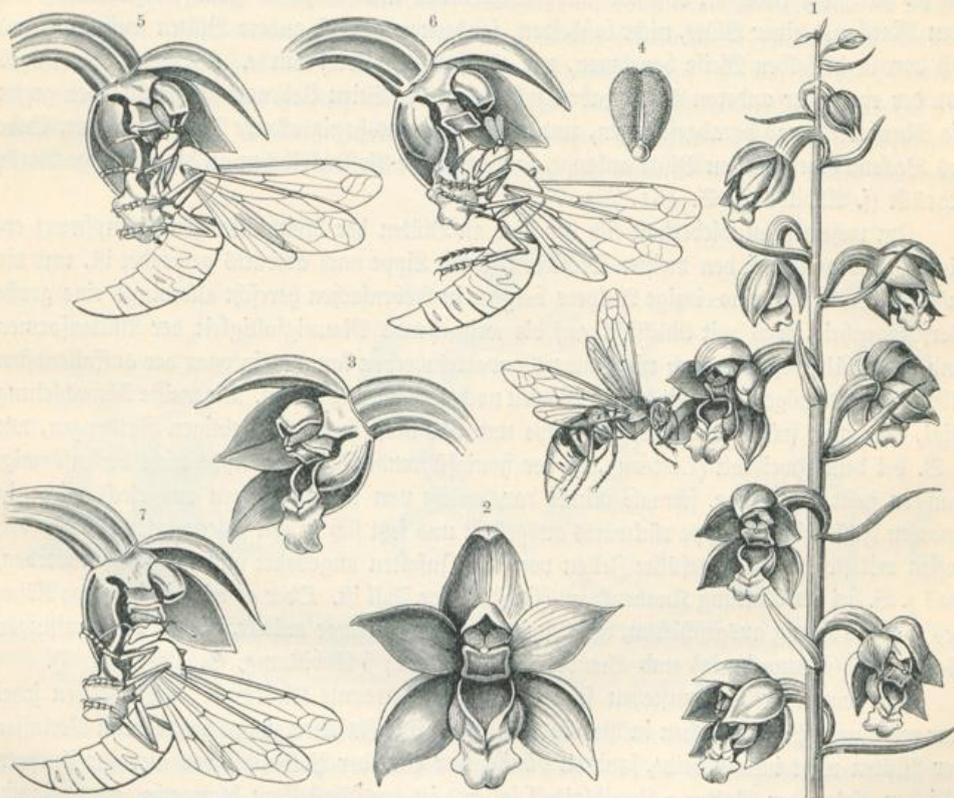
sich, die Röhre wird wie ein Futteral herabgezogen, der auf dem Griffelende lagernde Pollen wird dadurch entblößt, und das Insekt, welches diesen Vorgang durch die Berührung der reizbaren Staubfäden veranlaßte, streift den losen Pollen an die untere Seite seines Leibes. Derselbe Erfolg, wenn auch mit anderen Mitteln, wird bei gewissen Schmetterlingsblütlern erzielt. Bei einer Gruppe derselben, für welche der Geißflee und Steinflee, der gewöhnliche Klee und die Esparsette (*Cytisus*, *Melilotus*, *Trifolium*, *Onobrychis*) als bekannte Beispiele dienen können, stellt das unter dem Namen Schiffchen bekannte und den Insekten als Anflugplatz dienende untere Blumenblattpaar eine Nische dar, welche nach oben eine sehr schmale Spalte zeigt. In dieser Nische sind die zehn steifen, teilweise miteinander verwachsenen Staubfäden und die von ihnen getragenen, mit Pollen bedeckten Antheren verborgen. Wenn nun eine Hummel zufliegt, sich auf dem Schiffchen niederläßt und den Rüssel in den honigführenden Blütengrund einschiebt, so wird dadurch das Schiffchen herabgedrückt, die in dem Schiffchen verborgenen Antheren werden entblößt, und der von ihnen getragene Pollen wird an die untere Seite des einfahrenden Insektes, und zwar zumeist an die unteren Teile des Kopfes und der Brust, abgestrichen. Sobald das Insekt die Blüte verläßt, kehrt das Schiffchen in seine frühere Lage zurück und birgt wieder die Antheren, welche gewöhnlich nur einen Teil ihres Pollens abgegeben haben. Kommt ein weiterer Insektenbesuch, so wiederholt sich der eben geschilderte Vorgang, und es können zwei, drei, vier verschiedene Insekten nacheinander mit dem Pollen aus derselben Blüte beladen werden. Bei den Platterbsen und Walderbsen, den gewöhnlichen Erbsen und den Wickeln (*Lathyrus*, *Orobus*, *Pisum*, *Vicia*) ist der Vorgang der Hauptsache nach der gleiche, doch wird hier der innerhalb des Schiffchens aus den Antheren entbundene Pollen durch ein eigentümliches, am Griffelende befindliches Organ, das man die Griffelbürste genannt hat, in demselben Augenblick aus der Nische des Schiffchens gefegt, als sich das Insekt auf die Blüte setzt. Dabei ist es unvermeidlich, daß der Pollen auf die untere Seite des angeflogenen Insektes abgestreift oder angeedrückt wird.

Ein seltsamer Vorgang spielt sich auch bei dem Aufladen des Pollens in den Blüten des Hohlzahnes (*Galeopsis*) und der Maskenblume (*Mimulus*) ab, von welcher eine Blüte auf S. 475, Fig. 1, abgebildet ist. Die Blumenkrone dieser Blüte ist zweilippig, und unter dem Dache der Oberlippe befinden sich vorn die zweilappige, in Folge von Berührung zusammenklappende Narbe und dahinter zwei Paare von Pollenblättern. Die Antheren der letzteren haben die Gestalt von Büchsen, welche durch eine Querswand in zwei Fächer geteilt sind, und wo jedes Fach durch einen Deckel verschlossen ist. Wenn man eine Nadel in die Blüte einführt und dabei die Antheren streift, so werden die Deckel aufgeklappt, der Pollen wird dadurch entblößt und klebt an die vorbeistreichende Nadel an. Dasselbe geschieht auch dann, wenn Insekten in die Blüte einfahren.

Nicht weniger merkwürdig als diese Fälle, wo der Pollen durch das Eingreifen blütenbesuchender Insekten erst entblößt werden muß, bevor er abgestreift und aufgeladen werden kann, sind jene, wo die in Nischen geborgenen Pollenmassen durch Vermittelung eines besonderen Organs an die Körper der besuchenden Insekten geklebt und so hervorgezogen werden. Diese Art des Aufladens von Pollen, welche vorzugsweise bei den Orchideen vorkommt, wurde schon S. 427 erwähnt. Es verlohnt sich, dieselbe näher ins Auge zu fassen und an einigen bekannten Vorbildern zu schildern, wozu freilich notwendig ist, daß hier zunächst eine übersichtliche Darstellung des eigentümlichen Baues der Orchideenblüte eingeschaltet wird. Bekanntlich haben alle Orchideen einen unterständigen Fruchtknoten, welcher

zur Blütezeit den Eindruck eines Blütenstieles macht. Dieser trägt auf seinem Scheitel zwei dicht übereinanderstehende dreigliederige Wirtel von Blumenblättern. Je zwei Blätter eines Wirtels sind gleichgestaltet, während das dritte Blatt von ihnen abweicht. Besonders auffallend tritt diese Abweichung an einem Blatte des inneren Wirtels hervor, das man Lippe oder Lippchen (labellum) genannt hat. Manchmal ähnelt dieses Blatt wirklich einer Lippe, vielfach nimmt es aber auch die Form eines Holzschuhes, eines Rahnes oder Beckens an (s. Abbildung, S. 448, Fig. 1), oder es ähnelt einer vorgestreckten Zunge, mitunter auch dem Leib einer Spinne oder eines Insektes (s. Abbildung, S. 451, Fig. 2, und auf der Tafel bei S. 425). Häufig ist die Lippe am Rande gelappt, oft auch gefranst oder in lange, lockenförmig gewundene Bänder zerschligt, zeigt überhaupt eine unerschöpfliche Mannigfaltigkeit in Umriß, Größe und Form und ist die Hauptursache der eigentümlichen bizarren Gestalt, welche für die Orchideen sprichwörtlich geworden ist. Inmitten der Blüte erhebt sich ein säulenförmiger zarter Körper. Dieses Gebilde, das man auch kurzweg Säule nennen kann, trägt die Pollenblätter und die Narbenfläche, erscheint vom Mittelpunkte der Blüte etwas weggerückt und ist der Lippe stets so gegenübergestellt, daß der Zugang zum Blütengrunde zwischen beiden in der Mitte liegt. Von Pollenblättern sind bei jener kleinen Abteilung der Orchideen, für welche der Frauenschuh (Cypripedium; s. Abbildung, S. 448, Fig. 1 und 2) als Vorbild dienen kann, zwei zur Entwicklung gekommen, bei den meisten anderen ist nur ein Pollenblatt in jeder Blüte vollständig ausgebildet. Der Träger der Anthere ist erst bei genauer Untersuchung und Zergliederung der Blüte zu erkennen. Gewöhnlich erscheint die Anthere, beziehentlich das Antherenpaar, in Nischen und Gruben der Säule eingebettet oder einer Seite oder auch dem Scheitel der Säule angeschmiegt und angewachsen. In den Blüten mancher Orchideen, wie beispielsweise der auf S. 451 abgebildeten Sumpfwurz, sieht man neben dem einen Pollenblatt mit vollständig entwickelter zweifächeriger Anthere rechts und links noch je ein verkümmertes Pollenblatt in Form eines dreieckigen Zahnes. Neben den Pollenblättern trägt die Säule auch noch die Narbe. Bei der oben erwähnten Gruppe der Orchideen, als deren Repräsentant der Frauenschuh (Cypripedium) gelten kann, sind alle drei zur Aufnahme des Pollens geeignet, bei den anderen Orchideen sind nur zwei Narben hierzu befähigt, und diese sind gewöhnlich zu einer einzigen Scheibe oder Platte miteinander verschmolzen; die dritte Narbe ist in das sogenannte Kestellum umgewandelt, ein Gebilde, welches bei den weiterhin zu beschreibenden Vorgängen eine sehr wichtige Rolle spielt. Bald ist das Kestellum klappen- oder klappenförmig, bald wieder hat es die Gestalt eines Säckchens oder einer Tasche, eines schiefen Daches, einer Leiste oder eines Blättchens, jedesmal steht dasselbe mit der Anthere in eigentümlichen Beziehungen und ist über ein Ende derselben gedeckt oder ausgespannt. Durch Zerfall gewisser Zellschichten und Zellennester entsteht in diesem Kestellum eine zähe, äußerst klebrige Masse, welche lebhaft an Vogelleim erinnert und in den meisten Fällen die Form einer Warze annimmt. Die Anthere ist zweifächerig. Ihre Fächer, deren jedes ein Pollenkölbchen oder Pollinium enthält, reißen schon sehr zeitig auf, gewöhnlich schon zur Zeit, wenn die Blüte noch geschlossen ist. Man sieht dann aus den zwei der Länge nach aufgeschlitzten Fächern die Pollenkölbchen herauslugen und bemerkt, daß die schmälern Enden derselben mit dem Klebkörper des Kestellums in Verbindung stehen. Wie diese Verbindung hergestellt wird, ist je nach den Arten sehr verschieden und kann ausführlicher hier nicht behandelt werden; genug an dem, die Verbindung ist jedesmal so innig, daß die beiden Pollenkölbchen aus ihrem Bette herausgezogen und entführt werden, sobald der Klebkörper, von einem vorüberstreichenden

Gegenstände berührt, anhaftet und von seiner Bildungsstätte abgehoben wird. Die in Europa weitverbreitete breitblättrige Sumpfwurz (*Epipactis latifolia*), welche als besonders geeignetes Beispiel zur Erläuterung des merkwürdigen Blütenbaues und des noch merkwürdigeren Auf-  
 ladens der Pollenkölbchen auf den Leib der besuchenden Insekten gewählt wurde, zeigt alle hier geschilderten Eigenheiten der Orchideen in ausgezeichnete Weise (s. unten, Fig. 2 und 3). Die Lippe ist im oberen Teile beckenförmig vertieft und enthält dort reichlichen Honig. Über



Aufgaben und Abladen der Pollenkölbchen in den Blüten einer Orchidee: 1) Blütenähre der breitblättrigen Sumpfwurz (*Epipactis latifolia*), auf welche eine Wespe (*Vespa austriaca*) aufsteigt, 2) eine Blüte dieser Pflanze, von vorn gesehen, 3) dieselbe Blüte in seitlicher Ansicht, die dem Beschauer zugewendete Hälfte des Perigons weggeschnitten, 4) die beiden Pollenkölbchen, durch den Klebkörper verbunden, 5) dieselbe Blüte von einer Wespe besucht, welche sich beim Leden des Honigs den Klebkörper mit den beiden Pollenkölbchen an die Stirn klebt, 6) die Wespe verläßt mit den angeklebten, aufrechtstehenden Pollenkölbchen die Blüte, 7) die Wespe besucht eine neue Blüte und brüdt die der Stirn angeklebten, inzwischen herabgeschlagenen Pollenkölbchen an die Narbe an.  
 Fig. 1 in natürl. Größe, die anderen Figuren 2fach vergrößert.

der Lippe folgt die von der Säule getragene viereckige Narbe, über dieser das warzenförmige Rostellum und über dem Rostellum die Anthere. Die zwei in der Anthere ausgebildeten Pollenkölbchen sind mit der klebrigen Warze des Rostellums verbunden. Wie das aus der Anthere herausgezogene Paar der Pollenkölbchen aussieht, wird durch obenstehende Figur 4 der Abbildung anschaulich gemacht. Der Honig, welcher in der beckenförmigen Vertiefung ab-  
 gefondert wird, ist kurzrüßeligen Insekten leicht zugänglich, und es werden daher die Blüten der Sumpfwurz mit Vorliebe von Wespen aufgesucht. Kommt eines dieser Tiere — es wurde für das Bild *Vespa austriaca* gewählt — auf die Lippe geflogen, so hält es sich mit seinen

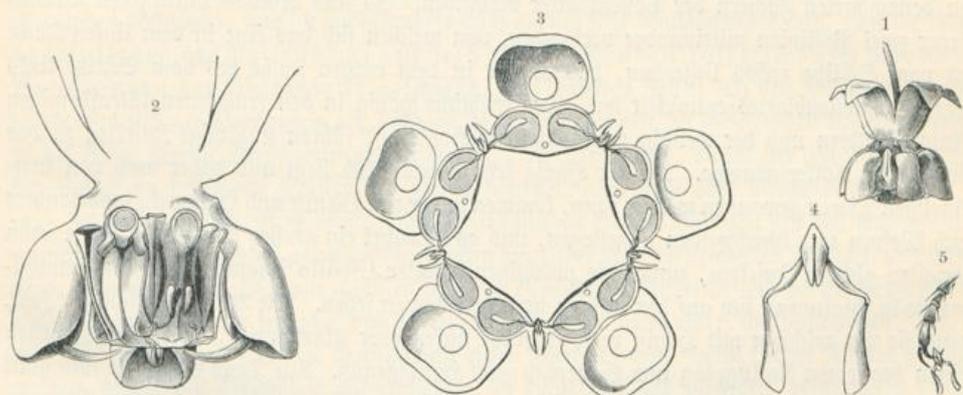
Beinen an den Bucheln der Unterlippe fest und leckt das mit Honig gefüllte Becken von unten nach oben zu allmählich aus. Oben angekommen berührt es mit der Stirn unvermeidlich den Klebkörper des Kofstellums. Sofort ist dieser der Berührungsstelle angefittet (s. Abbildung, S. 451, Fig. 5). Verläßt nun die Wespe nach vollendetem Schmause die Blüte, so zieht sie die mit dem Klebkörper verbundenen beiden Pollenkölbchen aus den Antherenfächern heraus und sucht mit diesem seltsamen Kopfspeise versehen das Weite (s. Abbildung, S. 451, Fig. 6). Es sei hier noch erwähnt, daß sich solche Wespen mit einer Schüssel Honig, beziehentlich mit dem Mahl aus einer Blüte, nicht bescheiden, sondern auch noch andere Blüten auffuchen und sich dort in derselben Weise benehmen, wie es eben geschildert wurde. Während des Fluges von der einen zur anderen Blüte haben sich die an der Stirn klebenden Pollenkölbchen gegen die Mundwerkzeuge herabgeschlagen, und wenn nun das honigleckende Tier am oberen Ende des Beckens einer zweiten Blüte anlangt, so werden die Pollenkölbchen an die viereckige Narbe gedrückt (s. Abbildung, S. 451, Fig. 7).

Im wesentlichen wiederholt sich der hier an Blüten der breitblättrigen Sumpfwurzel erläuterte Vorgang bei den meisten Orchideen, deren Lippe nach abwärts gewendet ist, und die in jeder Blüte nur eine einzige Anthere bergen; in Nebenachsen herrscht allerdings eine große Verschiedenheit, was mit Rücksicht auf die weitgehende Mannigfaltigkeit der Blütenformen und der Blütenbesucher auch nicht anders erwartet werden kann. Ein paar der auffallendsten Abweichungen mögen hier mit kurzen Worten noch Erwähnung finden. Die meiste Abwechslung zeigt, wie schon früher erwähnt, die Lippe und das Kofstellum. Bei einigen Gattungen, wie z. B. bei dem Zweiblatt (*Listera*), ist der honigführende Teil der Lippe nicht beckenförmig, sondern stellt eine lange, schmale Rinne dar, welche von kleinen Käfern ausgeleckt wird; in anderen Fällen ist die Lippe rückwärts ausgefacht und setzt sich in den sogenannten Sporn fort, dessen mit süßem Saft gefüllte Zellen von den Insekten angebohrt und ausgezogen werden, was z. B. bei der Gattung Knabenkraut (*Orchis*) der Fall ist. Oder es wird in die enge Röhre des Sporns Honig ausgeschieden, der besonders Schmetterlinge anlockt, wie bei den Gattungen Nachtdrüse (*Gymnadenia*) und Stendel (*Platanthera*; s. Abbildung, S. 428, Fig. 9).

An dem Kofstellum entstehen sehr häufig zwei getrennte Klebkörper, von welchen jeder nur mit einem Pollenkölbchen in Verbindung steht. Die Insekten ziehen daher beim Verlassen der Blüten nicht immer beide, sondern häufig nur eins der Pollenkölbchen aus der Anthere. Bei den Arten der Gattung Zweiblatt (*Listera*) ist das Kofstellum blattartig, ragt wie ein Schirm über die Narbe, ist aber mit den Pollenkölbchen im Beginne des Blühens nicht verbunden. Sobald dasselbe jedoch berührt wird, quillt aus ihm augenblicklich ein Tropfen zäher Flüssigkeit hervor, der sich einerseits an den berührenden Körper, andererseits an die über dem Kofstellum liegenden Pollenkölbchen anhängt, binnen 2—3 Sekunden erhärtet und so den berührenden Körper mit den Pollenkölbchen ver kittet. Wenn die kleinen Schlupfwespen aus den Gattungen *Cryptus*, *Ichneumon* und *Tryphon* und noch mehr die kleinen Käfer aus der Gattung *Grammoptera* auf der Unterlippe landen und die mit Honig gefüllte Rinne von unten nach oben auslecken, so kommen sie am Schlusse ihrer Mahlzeit mit der vorspringenden Kante des Kofstellums in Berührung; im Nu werden ihnen auf die soeben geschilderte Weise die Pollenkölbchen angefittet, und wenn die genannten Tiere dann wieder fortfliegen, müssen sie unvermeidlich auch die an der Stirn feststehenden Pollenkölbchen als Beiseherung mitnehmen.

Merkwürdigerweise werden mitunter auch an die Augen der Insekten die Klebkörper angefittet, was jedenfalls eine Beschränkung des Sehvermögens zur Folge hat. Es geschieht das

insbesondere in jenen Orchideenblüten, deren Antherenfächer und Pollenkölbchen nach unten zu auseinanderweichen und mit zwei getrennten Klebkörpern des Klostells in Verbindung stehen. In den Blüten des Bergfenchels (*Platanthera montana*) weichen die beiden Pollenkölbchen so stark auseinander, daß sie einen Winkel von 70 Grad einschließen und ein Joch bilden, unter welchem die Schmetterlinge ihren Kopf einführen müssen, wenn sie Honig aus dem langen Sporne saugen wollen. Da ist es unvermeidlich, daß sich die Klebkörper und mittels dieser die Pollenkölbchen rechts und links am Kopf anheften, und daß dabei häufig auch die Augen befebt werden. Bei den verschiedenen Arten der Gattung *Nacktdrüse* (*Gymnadenia*) bleiben die Pollenkölbchen an den Seiten des Rüssels der saugenden kleinen Eulen, bei der *Herminie* (*Herminium Monorchis*) dagegen an den Vorderfüßen der honigleckenden kleinen Aderflügler und Käfer kleben. So ließen sich noch viele Einrichtungen anführen, welche die wunderbaren Beziehungen zwischen Gestalt der Blüten und Form der Blütenbesuchenden Tiere darlegen.



Vorrichtung zum Anheften der Pollinien einer *Asclepiadacee* (*Asclepias Cornuti*) an die Füße der Insekten mittels Klemmkörper: 1) Blüte der *Asclepias Cornuti*, von der Seite gesehen, 2) dieselbe Blüte vergrößert, die vorderen zwei Blumenblätter sowie die vordere Wand einer Anthere weggeschnitten, 3) Querschnitt durch dieselbe Blüte, 4) Klemmkörper mit zwei Pollinien, 5) Insektenfuß mit Pollinien behaftet. Fig. 1 in natürl. Größe, die anderen Figuren 2—5fach vergrößert.

Eine entfernte Ähnlichkeit mit den eben beschriebenen, in den Blüten der Orchideen sich abspielenden Vorgängen bei dem Aufladen des Pollens auf den Leib der zugeflogenen Tiere hat auch das Anheften der Pollenkölbchen mittels besonderer Klemmkörper an die Füße der Insekten, wie solches in den Blüten der *Asclepiadaceen* beobachtet wird. Der Pollen erscheint hier auch wieder in Form von Pollenkölbchen oder sogenannten Pollinien, die zu zwei und zwei miteinander verbunden sind, und man wird beim Anblick eines solchen Paares von Pollinien (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4) unwillkürlich an die analogen Gebilde in den Orchideenblüten erinnert. Bei näherem Zusehen ergeben sich aber doch sehr erhebliche Unterschiede. Erstens ist das Knötchen, durch welches die beiden Pollinien zusammenhängen, nicht weich und klebrig, sondern ein trockener und fester Klemmkörper mit zwei Armen, von welchem dünne eingeschlossene Gegenstände wie von den Armen einer Pinzette festgehalten werden, zweitens sind die Pollinien nicht keulenförmig und teigartig, sondern stellen glänzende hornartige Blättchen dar, und drittens gehören die beiden an den Klemmkörper mittels bandartiger Stränge gehesetzten Pollinien nicht einem, sondern zwei benachbarten Pollenfächern an. Wie der Querschnitt durch die Blüte der Seidenpflanze (*Asclepias Cornuti*; s. obenstehende Abbildung, Fig. 3) zeigt, wird die Mitte der Blüte von einer fünfseitigen Säule eingenommen.

Jeder der fünf Seiten dieser Säule ist ein gedunsenes zweifächeriges Pollenblatt aufgelagert, an dessen seitlichen Rändern häutige Säume herablaufen. Diese häutigen Säume liegen der Säule nicht an, sondern sind auswärts gestülpt, und je zwei und zwei derselben stehen nebeneinander, wie etwa die aufgebogenen Ränder zweier nebeneinander, auf einem Tische liegender Papierbogen. Dadurch wird der Eindruck hervorgebracht, als wäre die aus den Pollenblättern gebildete Hülle der fünfseitigen Mittelsäule vor den Kanten dieser Säule der Länge nach aufgeschlitzt. Da der gedunsene Teil der Pollenblätter von den tütenförmig ausgehöhlten, mit Honig erfüllten und in der Mitte mit einem hornförmigen Fortsätze geschmückten Blumenblättern überdeckt ist, so sieht man von den Pollenblättern äußerlich nur die aufgestülpten häutigen Säume beziehentlich die fünf Schlitze, was durch die Abbildung, S. 453, Fig. 1 und 2, anschaulich gemacht ist. In der Tiefe eines jeden dieser fünf Schlitze findet sich je ein Klemmkörper, und von diesem gehen bandförmige Stränge aus, die ihn mit den Pollinien in den benachbarten Fächern der Pollenblätter verbinden. So sind demnach durch jeden Klemmkörper zwei Pollinien miteinander verbunden, von welchen sich das eine in dem linken Fache des vom Schlitze rechts liegenden, das andere in dem rechten Fache des vom Schlitze links liegenden Pollenblattes entwickelt hat. Der reichliche Honig in den erwähnten tütenförmigen Blumenblättern und der weithin wahrnehmbare Honigdunst führen unzählige Insekten zu den Blüten der Asclepiadazeen. Da der Honig sehr oberflächlich liegt und daher auch von kurzrüßeligen Tieren gewonnen werden kann, kommen außer den Bienen und Hummeln insbesondere auch Wespen und Grabwespen angefliegen, und es gewährt ein großes Vergnügen, diese schön bemalten glatten Insekten, zumal die prächtigen Skolien (*Scolia haemorrhoidalis*, *quadripunctata*, *bieincta*), sich auf den Blüten herumtreiben zu sehen. Die Blüten, welche zur Zeit, wenn sie am reichsten mit Honig versorgt sind, nickten oder überhängen, bieten den Insekten keinen bequemen Anflugplatz und Halteplatz zum Honiggenuß. Alle Teile der Blüte sind glatt und schlüpfrig, und nur in den oben beschriebenen Schlitzen zwischen den honigführenden Blumenblättern finden die Insekten gute Stützpunkte. In diese führen denn auch die angefliegenen Tiere die bekrallten Fußspitzen ein, streifen von dem einen bis zum anderen Ende hindurch und heften sich bei dieser Gelegenheit an eine der Krallen den Klemmkörper an. Wenn sie dann bei dem Verlassen der Blüte den betreffenden Fuß aus dem Schlitze herausziehen, so werden die an dem Klemmkörper befestigten zwei Pollinien aus ihren Höhlungen gezerrt und an das Tageslicht befördert. Der Insektenfuß zeigt nunmehr eine der Krallen in den Klemmkörper eingezwängt, und an dem Klemmkörper hängen die beiden Pollinien (s. Abbildung, S. 453, Fig. 5).

Die Pollinien sollen zu den Narben, und zwar zu den Narben an der Fruchtanlage anderer Blüten, kommen. Wo sind nun diese Narben? Die fünfseitige, von den fünf Pollenblättern umgebene Mittelsäule, von welcher früher die Rede war, enthält in ihrem Inneren eingelagert die Fruchtanlage. Der Zugang zu dieser Fruchtanlage aber wird durch die sogenannten Narbenkammern hergestellt, welche dicht unter dem knopfartigen Ende der Mittelsäule liegen und nach außen zu geöffnet sind. Diese Zugänge liegen so wie die Klemmkörper in den Schlitzen versteckt, und Insekten, welche in die Schlitze treten, kommen mit ihren Füßenden gelegentlich auch in diese Narbenkammern. Hatten die Insekten schon früher eine andere Blüte besucht und wurden ihnen dort Pollinien mittels des Klemmkörpers angeheftet, so werden diese zu den neubesuchten Blüten verschleppt. Indem die Tiere, daselbst angekommen, festen Halt suchen und in den Schlitz einfahren, stopfen sie die Pollinien in die unter dem Schlitze versteckten Narbenkammern. Ziehen sie dann den Fuß wieder zurück, so reißen die Bänder, durch welche die Pollinien mit

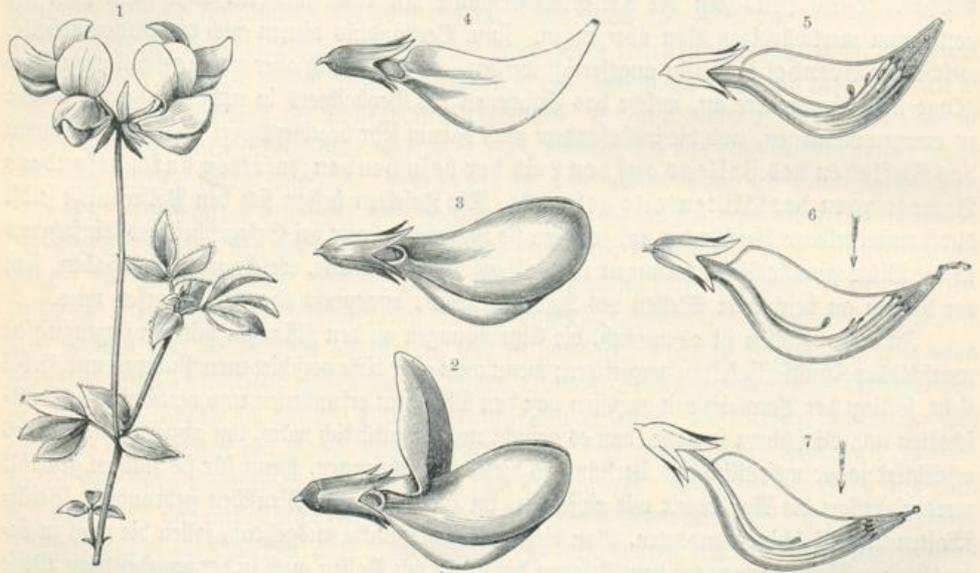
dem Klemmkörper verbunden sind, ab, die Pollinien bleiben in der Narbenkammer, die Klemmkörper an den Füßen der Insekten zurück. Bei dieser Gelegenheit kann auch ein neuer Klemmkörper mit Pollinien angeheftet werden, und es kann sich dieser Vorgang überhaupt mehrmals wiederholen. Beim Einfangen von Insekten, welche die Blüten von *Asclepias Cornuti* besuchten, wurden manchmal an ein und demselben Fuße 5—8 Klemmkörper gefunden.

Das Ankleben der Pollinien an die Füße der Insekten gehört zu dem Merkwürdigsten, was man im Bereiche der Blüten von dergleichen Vorgängen beobachtet hat, und es wäre nicht zu verwundern, wenn diejenigen, welche das alles nicht mit eigenen Augen gesehen haben, die betreffenden Schilderungen für Erfindungen der erhitzten Phantasie eines Botanikers halten würden. Durch Betrachten der *Asclepiadazeenblüte* mit einer stärkeren Lupe kann man sich von ihrem merkwürdigen Bau überzeugen. Zum Verständnis dienen auch die Blütenmodelle, welche von Brendel in Berlin angefertigt werden. Es reihen sich aber an die geschilderten Vorgänge noch vier andere an, welche das Erstaunen des Beobachters in nicht geringerem Grade zu erregen vermögen, und die insbesondere auch darum sehr beachtenswert sind, weil bei ihnen das Aufladen des Pollens auf den Leib der besuchenden Insekten durch besondere Bewegungen der Blütenteile geschieht. Die Insekten heften sich den Pollen nicht selbst durch unmittelbare Berührung an, sondern sie veranlassen nur bei Gelegenheit des Einfahrens in die Blüte gewisse Veränderungen in der Lage der Blütenteile, welche zur Folge haben, daß der Pollen an bestimmte Stellen des Leibes gestreut, angepreßt oder hingeworfen wird.

In vielen Fällen ist es mißlich, die Einrichtungen an den Pflanzen mit den Erzeugnissen menschlicher Kunstfertigkeit zu vergleichen; wenn man aber diese verschiedenen Pumpen und Hebel sieht, so liegt der Vergleich mit gewissen von den Menschen erfundenen und verwendeten Gerätschaften und Maschinen so nahe, daß es gesucht und unnatürlich wäre, ihn abzuweisen. Ja, es erleichtert sogar wesentlich das Verständnis dieser Einrichtungen, wenn für sie Namen gewählt werden, welche die Ähnlichkeit mit einfachen, im Haushalte des Menschen gebrauchten Gerätschaften und Maschinen andeuten. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, sollen die noch zu besprechenden Einrichtungen bei dem Beladen der Tiere mit Pollen auch in der angeedeuteten Weise bezeichnet und als Pumpwerke, Schlagwerke, Schleuderwerke und Streuwerke vorgeführt werden.

Zunächst das Pumpwerk in den Schmetterlingsblüten. Nicht in allen, aber doch in sehr vielen Schmetterlingsblüten, namentlich in denen der Kronwicke, des Hufeisenklee, der Wolfsbohne, der Hauhechel, des Wundklee (*Coronilla*, *Hippocrepis*, *Lupinus*, *Ononis*, *Anthyllis*) und insbesondere des hier zum Vorbilde gewählten Hornklee (*Lotus corniculatus*; s. Abbildung, S. 456, Fig. 1 und 2), sind die beiden seitlichen Blumenblätter, welche man in der botanischen Kunstsprache Flügel nennt, nach oben zu konvergenz und schließen so zusammen, daß sie einen über das Schiffchen gewölbten Sattel bilden. Mit dem Schiffchen stehen diese Flügel in eigentümlicher Weise in Verbindung. Nahe der Basis findet sich an jedem derselben ein faltensförmiger Vorsprung, und dieser paßt genau in eine Furche des entsprechenden Teiles am Schiffchen (s. Abbildung, S. 456, Fig. 3 und 4). Dadurch sind beide fest verschränkt, und jeder Druck auf das Flügelpaar wird auch auf das Schiffchen übertragen. Wenn sich Bienen und Hummeln rittlings auf das zu einem Sattel vereinigte Flügelpaar setzen, so wird dadurch nicht nur dieses selbst, sondern auch das Schiffchen herabgedrückt, und da sieht man mit Erstaunen, daß infolge dieser Bewegung aus einer kleinen Spalte an der hohlkegelförmigen Spitze des Schiffchens teigartiger Pollen wie ein kleines Würmchen oder wie ein schmales Band hervorkommt, um an die untere Leibeseite, mitunter auch an die Beine der reitenden Insekten

gepreßt zu werden. Der Vorgang dieses Hervorpressens ist durch die untenstehenden Figuren 5—7 dargestellt. Wie an diesen Figuren zu ersehen ist, haben sich mehrere Staubfäden unterhalb der von ihnen getragenen Antheren keulenförmig verdickt, liegen dicht beieinander und nehmen sich in dem hohlkegelförmigen, nur an der Spitze offenen Schiffchen gerade so aus wie der Stempel in einer Pumpe. Ja, sie wirken auch gleich einem solchen Stempel. Wenn nämlich infolge eines Druckes, dessen Richtung der Pfeil anzeigt, das Schiffchen in die Tiefe rückt, so werden dadurch die feststehenden Enden der Staubfäden weiter in den Hohlkegel des Schiffchens hineingedrängt und pressen einen Teil des dort aufgespeicherten Pollens aus der erwähnten kleinen Spalte an der Spitze hinaus. Läßt der Druck nach, so kehrt das Schiffchen



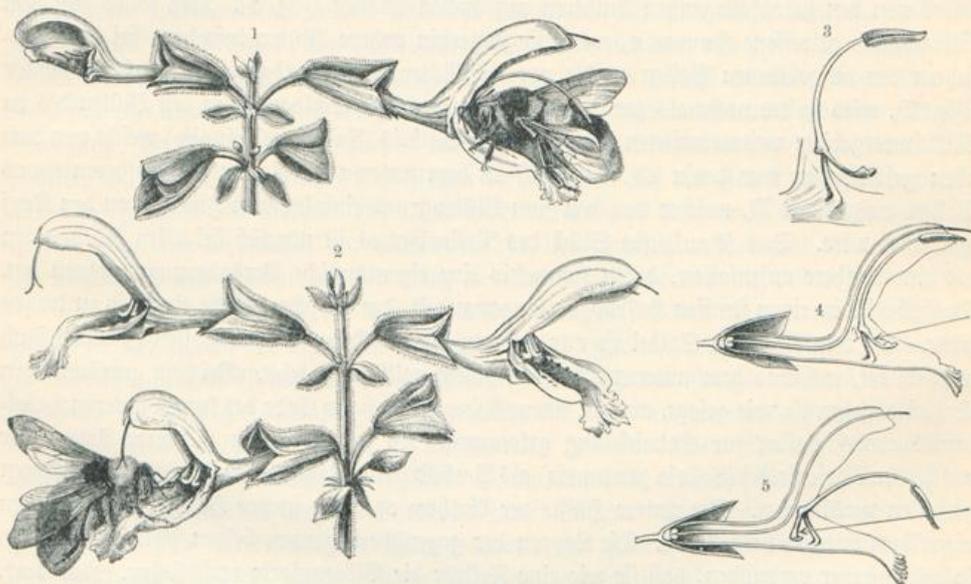
Pumpwerk zum Aufladen des Pollens: 1) *Lotus corniculatus*, 2) eine Blüte dieser Pflanze, 2fach vergrößert, 3) dieselbe Blüte, die Fahne weggenommen, 4) dieselbe Blüte, die Fahne und die Flügel weggenommen, so daß das Schiffchen entblößt ist, 5) ein Blatt des Schiffchens weggenommen, im Inneren des Schiffchens sieht man die Pollenblätter, von welchen die längeren gegen ihr freies Ende zu keulenförmig verdickt sind, der Hohlkegel oberhalb der entloarten Antheren ist mit Pollen erfüllt, und in diesen Pollen ist der Griffel mit der Narbe eingebettet, 6) das Schiffchen ist in der Richtung des Pfeiles herabgerückt, infolgedessen wird an der Mündung des Hohlkegels durch das Bündel der keulenförmigen Antherenträger Pollen hinausgepumpt, 7) das Schiffchen in der Richtung des Pfeiles noch mehr herabgerückt, so daß die Narbe vor die Mündung des Hohlkegels zu stehen kommt.

in seine frühere Lage zurück. Durch sorgfältige Untersuchungen wurde ermittelt, daß das Hinauspumpen teigartigen Pollens aus ein und derselben Blüte sich achtmal wiederholen kann, vorausgesetzt, daß das Schiffchen nicht gar zu tief herabgedrückt wurde. Zu bemerken ist nur noch, daß bei stärkerem Abwärtsinken des Schiffchens auch das Griffelende aus der kleinen Spalte hervorkommt (s. obenstehende Fig. 7) und an den Hinterleib der besuchenden Bienen und Hummeln anstreift, worauf bei anderer Gelegenheit nochmals zurückzukommen sein wird.

Das Pumpwerk, wie es hier geschildert wurde, scheint ausschließlich auf Schmetterlingsblüten beschränkt zu sein. Dagegen ist das Schlagwerk, welches nun vorgeführt werden soll, in den Blüten der verschiedensten Familien zur Ausbildung gelangt. In allen hierhergehörigen Fällen macht die Bewegung der Antherenträger, welche das Aufladen des Pollens auf den Leib der besuchenden Insekten zur Folge hat, auf den Beschauer einen ähnlichen Eindruck wie das Aufschlagen des Hammers auf die Glocke einer Turmuhr, wenn auch die Auslösung dieser

Bewegung in den verschiedenen Blüten sehr abweichend ist. Das eine Mal wird ein zweiarmiger Hebel in Bewegung gesetzt, das andere Mal findet ein plötzliches Aufschnellen der Pollenblätter aus einer Klemme statt, und wieder in anderen Fällen erfahren die reizbaren Träger der Antheren bei der leisesten Berührung eine Lageänderung.

Das bekannteste aller Schlagwerke ist das in den Blüten der Salbeipflanzen. An keiner Art dieser umfangreichen Gattung ist dasselbe schöner zur Entwicklung gelangt als an dem flebrigen Salbei (*Salvia glutinosa*, *Salvia pratensis* u. a.), und es soll daher auch dieser hier zum Vorbilde dienen. Wie aus der untenstehenden Abbildung deutlich ersehen werden kann, sind die Blumen dieses Lippenblütlers seitlich eingestellt, und es bildet die Unterlippe



Aufladen des Pollens mittels eines Schlagwerkes; 1) ein Teil des Blütenstandes von *Salvia glutinosa*; die Blüte rechts von einer Hummel besucht, auf deren Rücken die pollendeckte Anthere herabschlägt, 2) ein anderer Teil desselben Blütenstandes mit drei offenen Blüten, die auf verschiedenen Entwicklungsstufen stehen; die Blüte links unten von einer Hummel besucht, welche auf ihrem Rücken den Pollen von einer jüngeren Blüte mitbringt und denselben an die herabgebogene Narbe abstreift, 3) ein Pollenblatt der *Salvia glutinosa* mit schaufelndem Konnektiv, 4) Längsschnitt durch eine Blüte der genannten Pflanze; der Pfeil deutet die Richtung an, welcher entlang die Hummeln zum Blütengrund einfahren, 5) derselbe Längsschnitt; der untere Hebelarm des Konnektivs ist gegen den Hintergrund der Blüte gedrängt, infolgedessen die pollendeckte Anthere am Ende des anderen Hebelarmes herabgebrückt wurde.

für die zufliegenden Hummeln den besten Landungsplatz. Will die gelandete Hummel den im Hintergrunde der Blüte in der Umgebung des Fruchtknotens verborgenen Honig gewinnen, so muß sie von der Unterlippe aus in den weit geöffneten Rachen der Blüte vordringen. Nun findet sich aber gerade dort das merkwürdige Schlagwerk aufgestellt. Es erhebt sich nämlich rechts und links am Eingange je ein Pollenblatt (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3), das sich aus einem aufrechten, kurzen, festen und unverrückbaren Träger und der von einem halbbogenförmigen Konnektiv getragenen schaufelnden Anthere zusammensetzt. Die Verbindung dieser beiden Teile wird mittels eines Gelenkes hergestellt, welches die Schaufelbewegung nur nach einer in der obenstehenden Abbildung durch die Figuren 4 und 5 ersichtlich gemachten Richtung gestattet. Der in schaufelnde Bewegung zu versetzende Teil des Pollenblattes besteht aus einem oberen längeren Hebelarme, der mit der pollendeckten Anthere abschließt, und

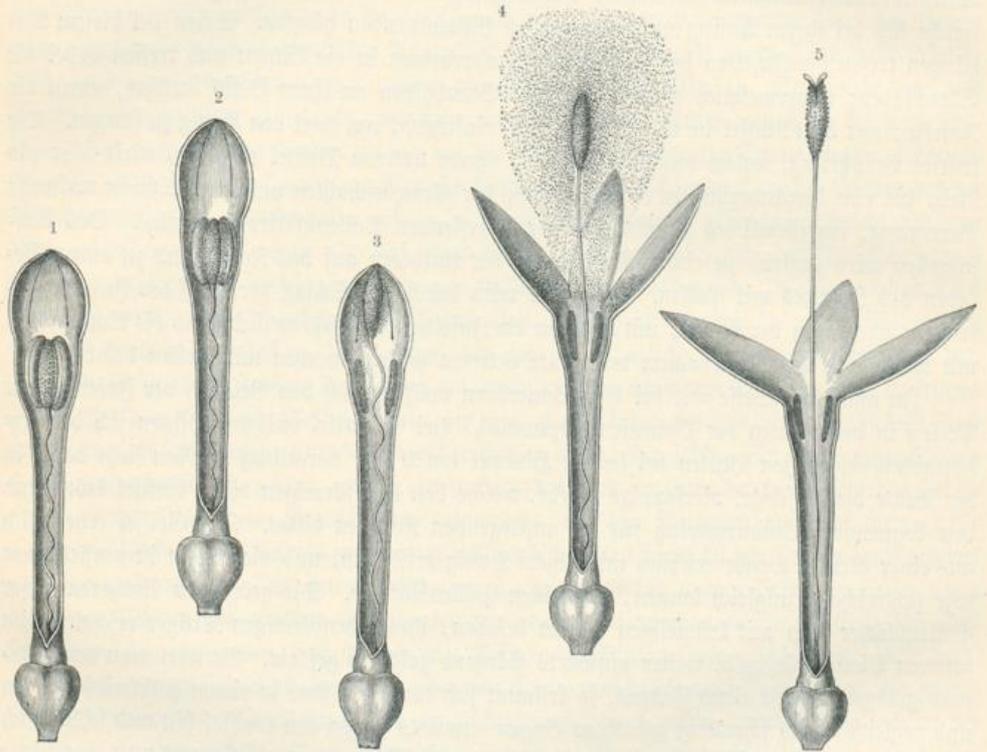
einem unteren kurzen Hebelarme, der gegen sein freies Ende spatelförmig verbreitert und etwas knotenförmig verdickt ist. Stößt die Hummel in der Richtung des Pfeiles (Fig. 4, S. 457) an den unteren Hebelarm an, so wird der obere herabgeschlagen (Fig. 5). Da die beiden als Schlagwerke ausgebildeten Pollenblätter dicht nebeneinander stehen und insbesondere die unteren Hebelarme zusammenschließen, so erfolgt auch das Herabschlagen der oberen Hebelarme zu gleicher Zeit, und man könnte bei seitlicher Ansicht glauben, es sei hier nur eine einzige schaukelnde Anthere vorhanden. Wenn nun die von ihrem Landungsplatz auf der Unterlippe zum Blütengrunde vordringende Hummel an das den Rachen versperrende Paar der Hebelarme anstößt, so wird in demselben Augenblick ihr Rücken oder die obere Seite ihres Hinterleibes von den herabschlagenden Antheren mit Pollen beladen (Fig. 1). Daß solche von dem Schlagwerke getroffene Hummeln, wenn sie späterhin andere Blüten besuchen, bei dem Einfahren den aufgeladenen Pollen an die vor die Blütenpforte herabgebogene Narbe abstreifen (Fig. 2), wird später nochmals zur Sprache kommen. Das Schlagwerk in den Blüten des im Mittelmeergebiet weitverbreiteten gebräuchlichen Salbeis (*Salvia officinalis*) weicht von dem oben geschilderten nur darin ab, daß auch an dem unteren Hebelarme der Antheren etwas Pollen ausgebildet ist, welcher von den zum Blütengrund einfahrenden Insekten an den Kopf gestrichen wird. Das schaukelnde Stück des Pollenblattes ist nämlich bei allen Salbeiarten als eine Anthere aufzufassen, deren Konnektiv eine eigentümliche Veränderung erfahren hat. Dasselbe ist in einen straffen Halbbogen umgewandelt, der an jedem Ende ein Fach zu tragen hätte. Bei dem klebrigen Salbei ist nur an dem oberen Ende ein mit Pollen gefülltes Fach ausgebildet, während dem unteren Ende der Pollen vollständig fehlt. Bei dem gebräuchlichen Salbei dagegen ist, wie gesagt, auch in einem kleineren Fach am Ende des kurzen unteren Hebelarmes etwas Pollen zur Entwicklung gekommen. An den Antheren mehrerer Arten, für welche der Wiesenalbei (*Salvia pratensis*) als Vorbild gelten kann, ist der Träger der Antheren zuweilen verkümmert. Die untere Hälfte der Anthere oder der untere Hebelarm ist in einen viereckigen Lappen umgestaltet. Die Lappen der gegenüberliegenden beiden Pollenblätter sind so miteinander verbunden, daß sie wie eine Falltür die Blütenpforte verschließen. Nur dort, wo beide Lappen zusammenstoßen, zeigt jeder eine kleine, muschelförmige Ausbuchtung, die genau auf die entsprechende Ausbuchtung des benachbarten Lappens paßt, wodurch ein Loch in der Mitte der Falltür entsteht. Durch dieses Loch fahren die angeflogenen Insekten mit dem Rüssel ein und drücken dabei die Falltür nach rückwärts und zugleich in die Höhe. Die Lappen, aus welchen sich die Falltür zusammensetzt, bilden aber zugleich die kurzen Hebelarme des Schlagwerkes, und indem sie in die Höhe gehoben werden, schlagen die anderen langen Hebelarme, deren jeder an seinem Ende ein mit Pollen erfülltes Antherenfach trägt, herab, und auf diese Weise wird die Oberseite des honigsaugenden Insektes mit Pollen beladen.

Während bei den Salbeiarten der Pollen auf die obere Seite der honigsaugenden Hummeln kommt, wird er bei den in Mexiko einheimischen Lopezien durch das Anschlagen der Anthere an die untere Seite der zu den Blüten kommenden Insekten gebracht. Diese Lopezien (*Lopezia coronata*, *miniata*, *racemosa*) sind schon dadurch auffallend, daß jede ihrer Blüten nur ein einziges antherentragendes Pollenblatt enthält. Dasselbe liegt eingeklemmt in dem darunterstehenden, der Länge nach zusammengefalteten und an seinem freien Ende löffelförmig gestalteten Blatte. Sobald sich ein Insekt auf dieses Blatt oder auf das löffelförmige, den bequemsten Anflugplatz bietende Ende desselben niederläßt, klappt das Blatt augenblicklich abwärts; zugleich schnellt das in ihm versteckte Pollenblatt in die Höhe, schlägt an die untere

Seite des Tieres, welches angeflogen kam, und ladet ihm an der Stelle des Anschlages den Pollen auf. Bei den Blüten des Sauerdorns (*Berberis*) wird das Anschlagen durch die Reizbarkeit der Staubfäden veranlaßt. Jede Blüte enthält in zwei Wirtel geordnet sechs Pollenblätter, welche, schräg nach außen gerichtet, in den dahinterstehenden schalenförmigen Kronenblättern versteckt sind. An der dem Fruchtknoten zugewendeten inneren Seite der Antherenträger oder Staubfäden findet sich im Blütengrunde reichlicher Honig, welcher von safranfarbigen Wülsten der Kronenblätter her stammt. Dieser Honig wird von Bienen und Hummeln aufgesucht, welche sich bei ihrem Anflug an die nickenden Blütentrauben hängen. Schon bei diesem Anhängen treten die Insekten häufig mit den Vorderbeinen in die Blüten und treffen dabei die Staubfäden; unvermeidlich werden aber die Staubfäden an ihrer Basis berührt, wenn die Insekten mit dem Rüssel in den Blütengrund einfahren, um dort den Honig zu saugen. Die leiseste Berührung, welche die Staubfäden in ihrem unteren Drittel erfahren, wirkt aber als Reiz, hat eine Veränderung in der Spannung der Gewebeschichten und eine plötzliche ruckweise Bewegung, ein förmliches Aufschnellen der betreffenden Pollenblätter zur Folge. Das Aufschnellen wird zugleich zu einem Aufschlagen der Antheren auf das Insekt und zu einem Beladen des Insektes mit Pollen. Besonders wird durch den Schlag der Kopf des Insektes getroffen; aber auch der Rüssel, mit welchem die Insekten eingefahren sind, und die Vorderfüße, mit welchen sie den Innenraum der Blüte betreten hatten, werden mit Pollen beladen.

In ähnlicher Weise wie bei dem Sauerdorn vollzieht sich das Beladen der Insekten mit Pollen in den Blüten der *Opuntia*. Bei *Opuntia vulgaris* öffnen sich die verhältnismäßig großen Blüten bei hellem Himmel um 9 Uhr vormittags. Man sieht dann in der Blüte die fleischige, vierlappige Narbe, welche den kegelförmigen dicken Griffel krönt und den bequemsten Landungsplatz für die anfliegenden Insekten bildet. Der Griffel erhebt sich aus einer Grube, welche reichlich mit süßem Honig erfüllt ist, und die Grube ist umstellt von sehr zahlreichen, ungleich langen, aufrechten Pollenblättern. Die geöffneten Antheren dieser Pollenblätter sind mit krümeligen Pollen beladen, ihre fadenförmigen Träger erscheinen im unteren Viertel blaßgelb, weiter aufwärts glänzend goldgelb gefärbt. Berührt man den glänzend goldgelben Teil eines Fadens, so krümmt sich derselbe sofort in einem halbkreisförmigen und zugleich etwas schraubig gedrehten Bogen einwärts gegen den Griffel hin und schlägt sich über die mit Honig gefüllte Grube, aus welcher der Griffel emporragt. Kommt nun eine Biene angeflogen, so setzt sie sich zuerst auf die über die Antheren hinausragende große Narbe und sucht von da zu der mit Honig gefüllten Grube hinabzuklettern. Dabei ist aber die Berührung des reizbaren Teiles der fadenförmigen Antherenträger unvermeidlich, und sobald diese erfolgt, krümmen sich auch die berührten Fäden über die Bienen und beladen sie mit den von den Antheren leicht ablösbaren Pollen. Es ist ergötzlich, diesem Schauspiele zuzusehen und zu beobachten, wie sich kurz nacheinander die zahlreichen Fäden gruppenweise über das in den Blütengrund hinabkletternde Insekt überbeugen und gegen dasselbe hinschlagen. Die honigsuchende Biene wird durch die Krümmung der Pollenblätter und die Schläge, denen sie ausgesetzt ist, nicht sehr erschreckt, sondern läßt sich den Pollen ohne weiteres aufladen. Sie kann denselben nachträglich abbürsten, in die Körbchen sammeln und in den Bau tragen. Da die Krümmung der Pollenblätter zum mindesten so lange anhält, bis das betreffende Insekt die Blüte verläßt, so ist es unvermeidlich, daß auch noch bei Gelegenheit des angetretenen Rückzuges der Pollen von zahlreichen Antheren abgestreift wird. Gewöhnlich sind die Bienen beim Verlassen der *Opuntien*blüten mit dem Pollen ganz bedeckt.

Anderer Vorrichtungen, die Insekten mit Pollen zu bestreuen und zu bewerfen, kann man unter dem Namen Schleuderwerke zusammenfassen. Das Ausschleudern wird durch plötzliches Aufschnellen bald des Griffels, bald der Staubfäden und bei einigen Orchideen auch der Antheren und des Nostellums veranlaßt. Da die Zahl der Schleuderwerke sehr groß ist, können hier nur die auffallendsten Formen vorgeführt werden, und es sei zunächst mit der Schilderung der im nördlichen Persien einheimischen *Crucianella stylosa*, welche in den untenstehenden



Schleuderwerk zum Aufladen des Pollens: 1) Längsschnitt durch die noch nicht geöffnete Blüte von *Crucianella stylosa*, die an der Außenseite mit Warzchen besetzte Narbe steht zwischen den geschlossenen Antheren, 2) derselbe Längsschnitt; die Antheren haben sich geöffnet und lagern ihren Pollen auf die warzige Außenseite der Narbe ab, 3) die an der Außenseite mit Pollen bedeckte Narbe ist infolge der Verlängerung des Griffels bis unter die Kuppel der geschlossenen Blüte vorgeschoben, 4) die Blumenkrone ist aufgesprungen, und der hervorschnellende Griffel schleudert den auf der Außenseite der Narbe abgelagerten Pollen aus, 5) der weit aus der Blüte hervorragende Griffel trägt die geöffnete zweilappige, jetzt erst belegungsfähig gewordene Narbe. Sämtliche Figuren 4fach vergrößert.

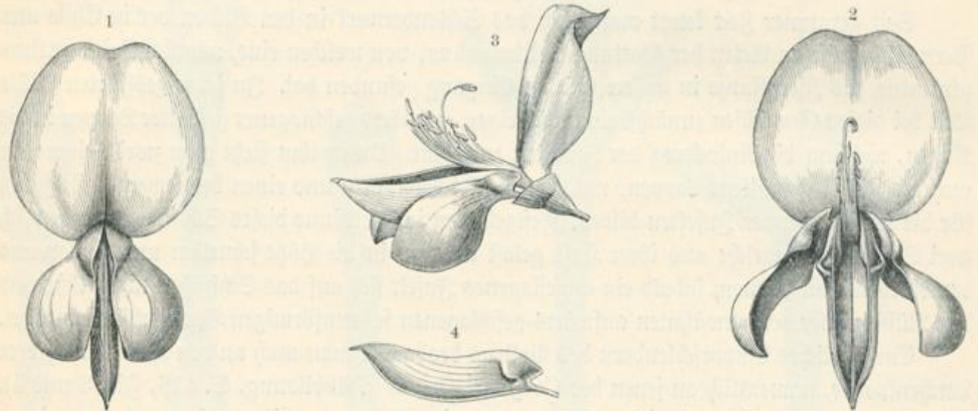
Abbildungen und auf S. 463 dargestellt ist, begonnen. Diese Pflanze gehört zu den Sternkräutern. Ihre rosenroten Blüten sind zu endständigen Büscheln vereinigt und entwickeln einen weithin wahrnehmbaren Honigdust. Wenn man von einer einzelnen noch nicht geöffneten Blüte die vordere Wand der Blumenkrone entfernt, um einen Einblick in das Innere zu gewinnen, so fällt zunächst auf, daß der dünne, lange Griffel schlängelförmig gewunden, und daß die ihm aufsitzende dicke Narbe zwischen die Antheren eingepfercht ist (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1). Sobald sich die Antheren geöffnet haben, quillt der Pollen aus den Fächern hervor und lagert sich auf die äußere warzige Seite der Narbe (s. Abbildung, Fig. 2). Kurz darauf streckt sich der Griffel, seine Windungen werden steiler, und dadurch wird die mit Pollen bedeckte

Narbe über die entleerten Antheren und bis unter die Kuppel der noch immer geschlossenen Blumenkrone emporgehoben. In diesem Stadium, welches durch die Figur 3 auf S. 460 dargestellt ist, erscheint der Griffel an die Kuppel der Blumenkrone förmlich angestemmt und ist so stark gespannt, daß er bei dem Öffnen des Blütenbaumes sofort hervorschnellt, wobei der auf der Narbe lastende Pollen als Staubwölkchen ausgeschleudert wird (Fig. 4). Wenn Insektenbesuch ausbleibt, so findet dieses Ausschleudern des Pollens von selbst statt; wenn aber kleine Hautflügler oder Fliegen anrücken, um sich auf den Blüten niederzulassen, und bei dieser Gelegenheit den Scheitel einer dem Öffnen nahen Blüte berühren, so wird dadurch augenblicklich das Aufklappen des Baumes veranlaßt, und das berührende Insekt wird von untenher mit Pollen bestreut, wie es die Figur 1 der Abbildung auf S. 463 zur Anschauung bringt. Es wird späterhin noch einmal zur Sprache kommen, was weiterhin in diesen Blüten geschieht, und dann wird auch die Figur 5 der Abbildung auf S. 460 ihre Erläuterung finden.

Seit geraumer Zeit kennt man auch das Schleuderwerk in den Blüten der in Chile und Peru einheimischen Arten der Gattung *Schizanthus*, von welchen eine, nämlich *Schizanthus pinnatus*, als Zierpflanze in unsere Gärten Eingang gefunden hat. In jeder geöffneten Blüte fällt bei diesen Gewächsen zunächst ein unpaariger, aufwärts geschlagener gefleckter Lappen in die Augen, welchem die Anlockung der Insekten zukommt. Unter ihm sieht man zwei kleinere, in mehrere Zipfel gespaltene Lappen, welche eine Art Schiffchen und einen bequemen Anflugplatz für die honigsuchenden Insekten bilden. Festgehalten in der Rinne dieses Schiffchens, finden sich zwei Staubfäden, welche aus ihrer Haft gelöst werden, in die Höhe schnellen und Pollen aus den Antheren austreuen, sobald ein angeflogenes Insekt sich auf das Schiffchen niederläßt und den Rüssel unter dem erwähnten aufwärts geschlagenen fahnenförmigen Blumenblatt einführt.

Ein ähnliches Emporschleudern des Pollens beobachtet man auch an den Blüten mehrerer Lerchensporne, namentlich an jenen der *Corydalis lutea* (s. Abbildung, S. 426, Fig. 3 und 4). Die Blumenkrone wird bei dieser Pflanze aus vier Blättern gebildet, einem oberen, einem unteren, einem rechten und einem linken. Die beiden zuletztgenannten sind in der Größe und Form übereinstimmend und schließen ungefähr so zusammen wie zwei hohle Hände. Das untere ist auffallend klein und spatelförmig gestaltet; das obere ist größer als alle übrigen, verlängert sich rückwärts in einen hohlen Sack, in welchem Honig geborgen ist, und erscheint vorn verbreitert und wie eine Hutfrempe aufgestülpt. Unter dem aufgestülpten Teile des oberen Blattes ist der Zugang zum Honig, und dort müssen auch die Insekten, welche Honig gewinnen wollen, einfahren. Um das bewerkstelligen zu können, setzen sich die anfliegenden Tiere auf die seitlichen, wie zwei hohle Hände zusammenschließenden Blätter. Damit aber dieser Anflugplatz einen guten Halt gewähre, sind wagerecht abstehende Leisten oder Lappen an demselben ausgebildet, welche sich am besten mit Steigbügel an den Seiten eines Sattels vergleichen lassen. Diese Steigbügel dienen auch wirklich dem angedeuteten Zwecke; denn die anfliegenden Bienen stützen sich auf sie mit ihren Beinen und reiten gewissermaßen auf den beiden zusammenschließenden seitlichen Blumenblättern wie auf einem Sattel. Sobald sich nun Insekten rittlings auf den Sattel niederlassen und ihren Rüssel unter der Fahne einführen, wird die gelenkartige Verbindung zwischen den aufgestülpten oberen und den beiden zusammenschließenden, den Sattel bildenden seitlichen Blumenblättern gelöst; der Sattel sinkt hinab, und die bisher in seiner Höhlung geborgenen Staubfäden schnellen empor. Da sich der mehlig Pollen schon frühzeitig entbindet und über den Antheren liegen bleibt, so wird er durch die empor schnellenden Staubfäden an die untere Seite der auf den Blüten reitenden Insekten gestreut.

Sehr schön sieht man das Emporschleudern des Pollens auch bei den Melastomazeen und bei zahlreichen Schmetterlingsblütlern aus den Gattungen *Astragalus*, *Indigofera*, *Medicago* und *Phaca*, ebenso an *Genista*, *Retama*, *Sarothamnus*, *Spartium* und *Ulex*. Als Vorbild für diese letzteren soll hier der im mittelländischen Florengebiete weitverbreitete Besenstrauch (*Spartium junceum*) gewählt sein. Die untenstehende Abbildung zeigt in Fig. 1 und 2 die Vorderansicht einer Blüte dieser Pflanze, und man erkennt sofort die aufwärts geschlagene große Fahne, die zwei seitlichen Flügel und unter diesen das aus zwei zusammenschließenden Blumenblättern gebildete Schiffchen. Nahe der Basis bemerkt man an jedem Blatte des Schiffchens einen Wulst und ein Grübchen (s. untenstehende Abbildung, Fig. 4), welche mit entsprechend gebauten Teilen der beiden Flügel in Verbindung stehen, so daß beide Blumenblattpaare miteinander förmlich verquickt und ineinander gefeilt sind, und jeder Druck,



Schleuderwert eines Schmetterlingsblütlers: 1) Blüte von *Spartium junceum*, von vorn gesehen, das Schiffchen geschlossen, 2) dieselbe Blüte, das Schiffchen geöffnet und die früher dort geborgenen Pollenblätter mit samt dem Griffel aufgeschneilt, 3) dieselbe Blüte mit geöffnetem Schiffchen und aufgeschneiltten Pollenblättern, in seitlicher Ansicht, 4) eins der beiden Blumenblätter, welche das Schiffchen zusammenlegen, von der inneren Seite gesehen.

welcher von obenher auf die Flügel ausgeübt wird, mittelbar auch das Schiffchen trifft. An jedem der beiden Flügel bemerkt man überdies nahe der Basis einen stumpfen Zahn (s. obenstehende Abbildung, Fig. 3), der sich in der geschlossenen Blüte unter der Fahne verbirgt, und welcher, indem er sich an die Fahne anstemmt, die Flügel und mittelbar das Schiffchen in wagerechter Lage erhält. In dem Schiffchen liegen, wie Uhrfedern gespannt, ein Griffel und zehn Staubfäden sowie die von den letzteren getragenen Antheren, aus welchen schon sehr frühe der Pollen entbunden und im vorderen Teile des Schiffchens abgelagert worden ist. Drückt man nun von oben auf die kissenförmig gewölbten Flügel und mittelbar auf das Schiffchen, so gleiten die stumpfen Zähne, durch welche die Flügel an der Fahne festgehalten werden, ab, und es senken sich Flügel und Fahne mit einem plötzlichen Rucke nach abwärts; die in der Rinne des Schiffchens eingebetteten Staubfäden samt dem Griffel schnellen empor und schleudern den mehligten Pollen in die Höhe. Wenn der Druck auf die kissenförmig gewölbten Flügel und das mit ihnen verquicte Schiffchen von einem angeflogenen größeren Insekt ausgeht, so spielt sich natürlich der gleiche Vorgang ab, und es wird dabei der Hinterleib des besuchenden Insektes von untenher mit Pollen bestäubt (s. Abbildung, S. 463, Fig. 2).

Da der Pollen in den zuletzt besprochenen Blüten mehlig oder staubförmig ist, so wird

jedesmal, wenn das Schleuderwerk derselben in Wirksamkeit tritt, in des Wortes vollster Bedeutung Staub aufgewirbelt. Es macht den Eindruck, als ob solche Blüten explodieren würden, und die Gärtner nennen auch mehrere der eben besprochenen Gewächse, wie z. B. die Arten der Gattung *Schizanthus*, „Pflanzen mit explodierenden Blüten“.

Bei weitem seltener sind Schleudereinrichtungen, durch welche der gesamte Pollen einer Anthere als zusammenhängende Masse auf einmal ausgeschleudert



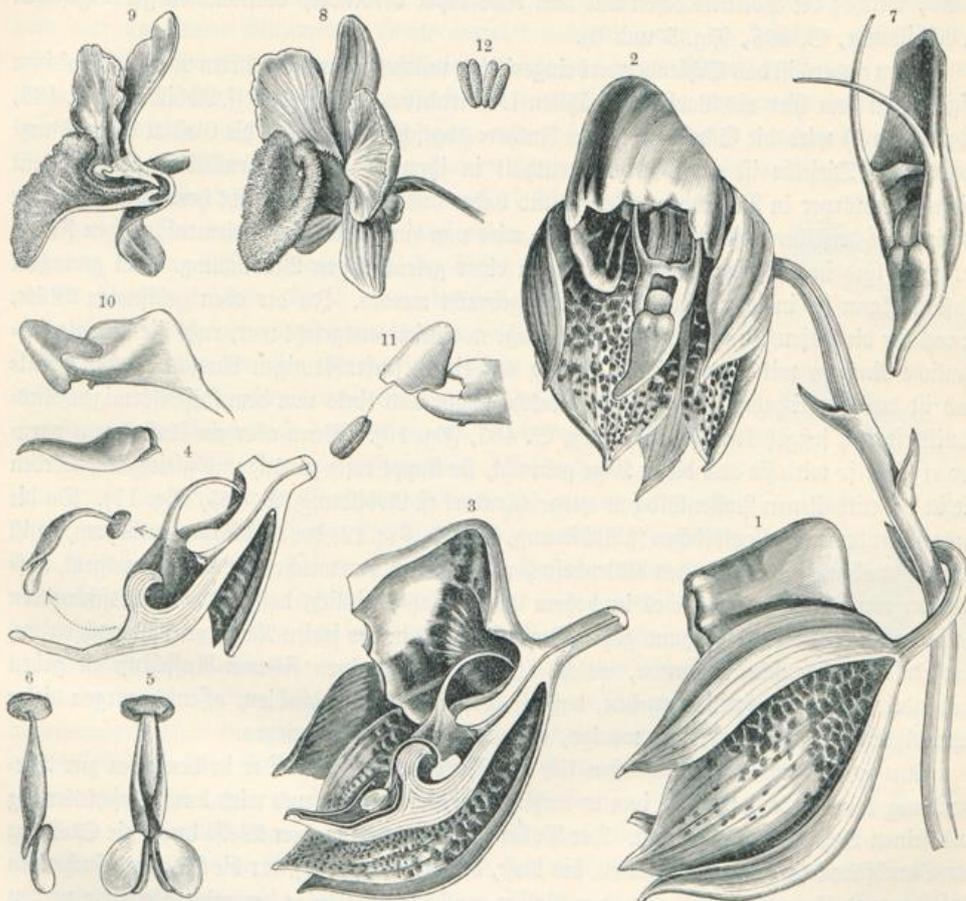
Ausladen des Pollens mittels Schleuderwerkes: 1) *Crucianella stylosa*, aus deren Blüten der Pollen auf den Leib eines Hautflüglers geschleudert wird; 2) *Spartium junceum*, das Schiffchen der untersten Blüte noch geschlossen und wagerecht vorgestreckt, das Schiffchen der nächstoberen Blüte herabgedrückt und die Pollenblätter aufgeschneilt, die dritte Blüte von einem Hautflügler (*Xylocarpa violacea*) besucht, auf dessen Unterleib der Pollen geschleudert wird. (Zu S. 460—463.)

wird. In dieser Beziehung sind insbesondere die Blüten eines zu den Rubiaceen gehörigen brasilianischen Strauches, namens *Posoqueria fragrans*, und jene einiger tropischen Orchideen bemerkenswert. Die Blüten der *Posoqueria* erinnern in mehrfacher Beziehung an die Geißblattblüten; sie zeigen nämlich eine wagerecht vorgestreckte lange Röhre und fünf kurze Zipfel der Blumenkrone, welche letztere bei dem Aufblühen sich etwas zurückkrümmen. Das Öffnen der Blüten erfolgt am Abend, die Blumenkrone ist weiß, in der Tiefe mit Honig gefüllt und entwickelt in der Dämmerung und während der Nacht einen weithin wahrnehmbaren Duft, durchweg Eigenschaften, welche darauf hinweisen, daß diese Blüten wie die des Geißblattes für den Besuch langrüsseliger Schwärmer und Nachtschmetterlinge angepasst sind. Die fünf

Pollenblätter sind dem Schlunde der Blüte eingefügt, die Antheren schließen fest zusammen und bilden einen eiförmigen hohlen Knopf, der dicht unterhalb der Mündung der Blumenröhre zu stehen kommt. Die Antheren öffnen sich einen Tag früher als die Blumenblätter, und ihr gelblicher Pollen wird in die Höhlung des eben erwähnten Knopfes entleert. Er ballt sich dort zu einem kugeligen Klumpen, der ziemlich klebrig ist. Der hohle Antherenknopf wird von ungleich langen spangenförmigen Fäden getragen, von welchen insbesondere die beiden oberen dadurch auffallen, daß sie halbbogenförmig gekrümmt sind. Sie sind überdies durch große Reizbarkeit ausgezeichnet. Sobald das Mittelstück derselben berührt wird, schnellen die fünf Pollenblätter mit Blitzesschnelle auseinander, das eine Paar derselben schlägt sich nach rechts, das andere Paar nach links zurück, und das fünfte unpaare untere Pollenblatt schleudert den Pollenballen in weitem Bogen von der Blüte weg. Wenn die Berührung der reizbaren Stelle durch einen Nachtschmetterling erfolgte, welcher seinen Rüssel in die lange Blumenröhre einführen wollte, so wird ihm der klebrige Pollenballen an den Rüssel geworfen, wo er auch hängen bleibt. Das Merkwürdigste an der Sache aber ist, daß das unpaare Pollenblatt, welches wie eine Uhrfeder aufwärts schnell, auch den Eingang in die Blumenröhre versperrt und es dem betreffenden Tier unmöglich macht, dort den Rüssel einzuführen. Erst 8—12 Stunden später beginnt das wie ein Kegel vor die Mündung der Blumenröhre gestellte Pollenblatt sich zu erheben und nimmt bis zum nächsten Abend die vor dem Aufschwellen innegehabte Lage wieder an. Der Zugang zum Blütengrund ist dadurch frei geworden, und die Schmetterlinge können jetzt zu dem in der Tiefe geborgenen Honig ihren Rüssel einführen, ohne neuerdings durch das aufschnellende Pollenblatt belästigt zu werden. Wenn nun ein Schmetterling angelogen kommt, welcher kurz vorher bei dem Besuch einer jungen Blüte mit Pollen beladen wurde, und wenn dieser Schmetterling seinen Rüssel in die offene Röhre einer anderen älteren Blüte einführt, so wird er in der Mitte derselben die Narbe streifen und auf diese den am Rüssel klebenden Pollen übertragen.

Aus der Reihe der mit einem Schleuderwerk versehenen Orchideen sind besonders die Gattungen *Catasetum* und *Dendrobium* bemerkenswert. *Catasetum* ist schon darum etwas eingehender zu besprechen, weil bei demselben das Ausschleudern in Folge eines äußeren Reizes erfolgt, welcher nicht einmal direkt auf das Schleuderwerk wirkt, sondern durch ein besonderes Organ übertragen werden muß. Ähnlich wie bei vielen anderen Orchideen mit nach oben gerichteter Lippe erhebt sich in den Blüten von *Catasetum* (s. Abbildung, S. 465, Fig. 1 und 2) unter der ausgehöhlten Lippe die Befruchtungssäule. Dieselbe trägt an der Spitze die Anthere, darüber das Kostellum und ist über dem Kostellum grubig vertieft. Die Ränder der Grube sind fleischig, und es entwickeln sich aus ihnen zwei absonderlich geformte Fortsätze, welche man am besten mit zwei Hörnern vergleicht. Dieselben sind geschweift und schief nach vorn und aufwärts gerichtet. Das eine ist bei den meisten Arten, unter anderen auch bei dem abgebildeten *Catasetum tridentatum*, etwas schräg über das andere geschlagen (s. Abbildung, S. 465, Fig. 7). In der Anlage ist jedes Horn eigentlich ein bandförmiger Lappen; da sich dieser aber der Länge nach zusammenrollt, so entsteht eine spitz auslaufende Röhre, welche eben die Gestalt eines Hornes besitzt. Das Gewebe beider Hörner geht ohne scharfe Grenze in das Gewebe des darunterstehenden Kostellums über. Obschon man dieses Gewebe auf das sorgfältigste untersuchte, hat man nichts Besonderes an demselben finden können, und dennoch zeigt dasselbe eine ganz außerordentliche Reizbarkeit. Durch die Erfahrung und durch die Versuche ist es nämlich erwiesen, daß der am freien Ende des Hornes ausgeübte Druck

als Reiz wirkt, und daß dieser Reiz sofort durch die Zellenzüge des Gewebes auf jenen Teil des Rostellums übertragen wird, welcher sich als Klebkörper ausgebildet hat. Man braucht nur eins der Hörner an seinem freien Ende zu berühren, und sofort reißt das Zellgewebe, durch welches der Klebkörper des Rostellums bisher festgehalten wurde, auseinander, und der



Schleuderwerke in den Orchideenblüten: Blüte von *Catasetum tridentatum*, 1) von der Seite, 2) von vorn gesehen, 3) Längsschnitt durch diese Blüte, das Band, welches die Pollenkölbchen mit dem Klebkörper verbindet, ist über einen Wulst der Befruchtungssäule im Halbbogen gespannt, 4) die Pollenkölbchen und der Klebkörper haben sich gelöst und werden durch das sich geradestreckende Verbindungsband fortgeschleudert, auch die vordere Antherenwand, welche die Pollenkölbchen bisher verhüllte, wird fortgeschleudert, 5) Pollenkölbchen, Klebkörper und das sie verbindende Band, dessen beide Ränder sich etwas eingerollt haben, von vorn gesehen, 6) dieselben in seitlicher Ansicht, 7) Befruchtungssäule aus der Blüte genommen, unten die Anthere, etwas höher das elastische, im Halbbogen gespannte Band, darüber die Narbenhöhle, von deren fleischigen Rändern die zwei hornförmigen, reizbaren Fortsätze ausgehen; 8) Blüte von *Dendrobium ambriatum*, 9) dieselbe Blüte im Längsschnitt, 10) die kapuzenförmige Anthere am Ende der Befruchtungssäule, in seitlicher Ansicht, 11) die kapuzenförmige Anthere klappt zurück, und die Pollenkölbchen werden ausgeworfen; 12) Pollenkölbchen des *Dendrobium ambriatum*. Fig. 10—12: 5fach vergrößert, die anderen in natürl. Größe. (Zu S. 464—466.)

scheibenförmige Klebkörper wird dadurch frei. Da aber von dem Klebkörper auch ein elastisches, gekrümmtes, die Verbindung mit den Pollenkölbchen herstellendes Band in seiner Lage und Spannung erhalten wird (s. obige Abbildung, Fig. 3), so hat das Freiwerden des Klebkörpers zugleich ein Aufsnellen des gekrümmten Bandes zur Folge. Dasselbe streckt sich gerade, reißt dadurch sowohl den Klebkörper als auch die Pollenkölbchen aus ihrem bisherigen

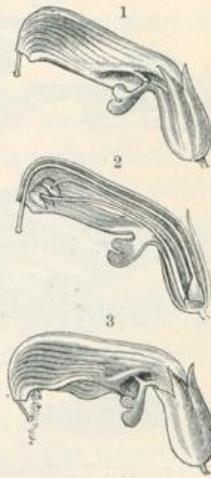
Versteckt und schnellst es in weitem Bogen von dem Säulenstück, welches bisher zur festen Unterlage diente, weg (s. Abbildung, S. 465, Fig. 4). Der Klebkörper wendet sich während des Fluges nach vorn, und er ist es auch, der zuerst mit dem zum Ziele dienenden Gegenstand in Berührung kommt und an demselben anklebt. Nach dem Abschleudern erscheint auch das Band, welches die Pollenkölbchen mit dem Klebkörper verbindet, vollkommen geradegestreckt (s. Abbildung, S. 465, Fig. 5 und 6).

Ganz anders ist das Schleuderwerk eingerichtet, welches die meisten Arten von *Dendrobium* zeigen. An dem hier als Vorbild gewählten *Dendrobium fimbriatum* (s. Abbildung, S. 465, Fig. 8 und 9) wird die Säule durch eine Anthere abgeschlossen, welche die Gestalt einer Sturzglöcke hat. Dieselbe ist gefächert und enthält in ihren Fächern Pollenkölbchen, welche mit keinem Klebkörper in Verbindung stehen und daher aus der Anthere leicht herausfallen, wenn es die Lage derselben gestattet. Die Anthere wird von einem dünnen, pfriemenförmigen Faden getragen und ist mit dem Ende desselben in einer gelenkartigen Verbindung. Bei geringem Anstöße kann sie in schaukelnde Bewegung gebracht werden. In der eben geöffneten Blüte, in welcher die Befruchtungssäule einem Anstöße noch nicht ausgesetzt war, ruht die sturzglöckenähnliche Anthere mit ihrer weiten Öffnung auf einem stufenförmigen Ausschnitte der Säule und ist durch zwei zahnartige Fortsätze, welche rechts und links von dem stufenförmigen Ausschnitte stehen, festgehalten (s. Abbildung, S. 465, Fig. 10). Wenn aber ein Anstoß von vornher erfolgt, so wird sie aus dieser Lage gebracht, sie klappt rasch zurück, und gleichzeitig werden die in ihr enthaltenen Pollenkölbchen ausgeschleudert (s. Abbildung, S. 465, Fig. 11). Da die ausgeschleuderten Pollenkölbchen (s. Abbildung, S. 465, Fig. 12) der Klebkörper entbehren, so ist nicht recht abzusehen, wie sie den blütenbesuchenden Tieren, von welchen der Anstoß ausgeht, aufgeladen werden. Dennoch ist es in hohem Grade wahrscheinlich, daß mit dem Ausschleudern auch ein Aufladen Hand in Hand geht. Beobachtungen in der freien Natur an wildwachsenden, von Insekten besuchten Pflanzen, welche allein hierüber einen sicheren Aufschluß zu geben imstande sind, haben freilich ergeben, daß die verschiedenen *Dendrobien*, offenbar wegen dieser mangelhaften Einrichtung, sehr wenige, oft gar keine Samen ansetzen.

An die Schleuderwerke schließen sich die Streuwerke an. Der in denselben zur Verwendung kommende Pollen ist immer mehlig oder staubförmig und wird durch Erschütterung aus seinen Behältern ausgestreut. Der Pollen wird in verschiedener Weise durch die Stellung der Staubfäden so lange festgehalten, bis diese, durch einen Anstoß der die Blüten besuchenden Insekten aus ihrer Lage gebracht, den Pollen austreuen. Einige derartige Beispiele wollen wir im folgenden näher besprechen.

So verhält es sich z. B. mit dem Streuwerk in zahlreichen *Akanthazeen*- und *Strofulariazeen*blüten. Unter dem schützenden Dache von Hochblättern, am häufigsten unter der Oberlippe einer seitlich gestellten rachenförmigen Blumenkrone, sieht man die Antheren der paarweise gegenüberstehenden Pollenblätter als zwei Schalen oder Nischen fest zusammenschließen. Sie werden von den steifen, aber doch biegsamen spangenförmigen Trägern in dieser Lage erhalten, und die Ränder der mit mehligem Pollen gefüllten Schalen passen so genau aufeinander, daß ohne besonderen Anstoß nicht eine einzige Pollenzelle herausfallen kann. Sobald nun die beiden Schalen, mögen sie in der eben erwähnten Weise an einer Stelle verbunden sein oder nicht, um ein kleines auseinanderweichen, so sichert der mehlig Pollen sofort durch die gebildete Kluft und fällt nach dem Gesetze der Schwere abwärts. Bei der *Bartschie* (*Bartschia alpina*) ist die Eingangspforte zu den Blüten dieser Pflanze durch den aufgebogenen Saum

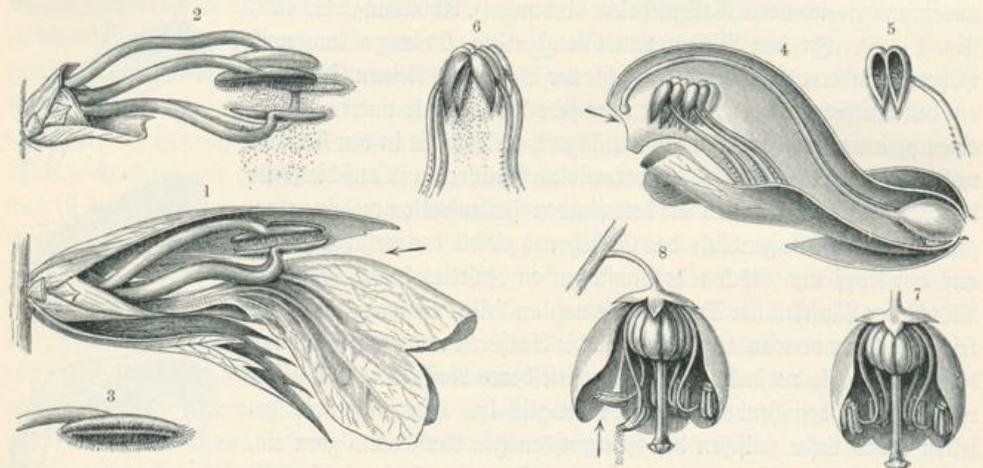
der Unterlippe sehr verengert, und dicht hinter die enge Pforte sind die verhältnismäßig großen, am oberen Rande verfilzten Pollenschalen gestellt. Will ein Insekt zum Honig des Blütengrundes kommen, so muß es diese beiden Pollenschalen am unteren Rand auseinanderdrängen und sich dabei mit dem Pollen bestreuen lassen. In den Blüten des Klappertopfes und der Schuppenwurz (*Rhinanthus*, *Lathraea*) ist die Einfahrt noch genauer vorgezeichnet und darf um keines Millimeters Breite verfehlt werden, wenn die Insekten nicht Schaden leiden wollen. Die Träger der Pollenschalen, welche hier in der Mitte der Blütenpforte stehen, sind nämlich mit starren, spitzen Dörnchen besetzt, deren Berührung von den für ihren Rüssel sehr besorgten Insekten sorgfältig gemieden wird, und es führt der einzige ungefährliche Weg zum Blütengrunde zwischen den mit weichen Haaren eingefäumten, schon bei mäßigem Drucke leicht auseinanderweichenden Pollenschalen hindurch (s. Abbildung, S. 468, Fig. 4—6). In den Blüten von *Clandestina*, *Trixago* und noch mehrerer anderer *Rhinanthaceen* fehlt der Besatz aus kleinen Dörnchen an den Antherenträgern, da ist aber jede Pollenschale unterwärts in einen pfriemenförmigen Fortsatz verlängert, welchen die in den Blütenrachen einfahrenden Insekten unvermeidlich berühren und auf die Seite drängen. Dadurch werden die betreffenden Pollenschalen auseinandergerückt, und im Augenblicke des Einfahrens rieselt der mehlig Pollen auf den Kopf und Rücken des anstößenden Insektes herab. In den Blüten der Läusekräuter *Pedicularis asplenifolia*, *rostrata* und zahlreicher anderer verwandter Arten sind die Antheren unter der Wölbung der Oberlippe so versteckt, daß ein unmittelbares Anstoßen an dieselben von seiten der besuchenden Insekten unmöglich ist. Hier fahren die Insekten etwas tiefer zwischen den spangenförmigen Antherenträgern ein, drängen dieselben auseinander und veranlassen dadurch eine solche Veränderung in der Stellung aller Blütenteile, daß auch die Pollenschalen auseinanderweichen und den eingekapselten mehlig Pollen fallen lassen. Wieder etwas anders ist das Streuwerk bei jener Gruppe von *Pedicularis* eingerichtet, für welche die in den Alpen häufige *Pedicularis recutita* als Vorbild angesehen werden kann. In den Blüten dieser Pflanze (s. obenstehende Abbildungen) sind die von elastischen Fäden getragenen Pollenschalen zwischen den Seitenwänden der helmförmigen Oberlippe förmlich eingeklemmt. Ein Auseinanderweichen der Pollenschalen ist nur möglich, wenn der sie umschließende Helm erweitert und seitlich ausgebaucht wird. Das geschieht aber auf sehr eigentümliche Weise. Wenn die Hummeln anfliegen, fassen sie mit den Vorderbeinen die weit vorgestreckte helmförmige Oberlippe und biegen sie um einen Winkel von 30 Grad herab, was um so leichter erfolgt, als an der Basis des Helmes rechts und links vom Schlunde der Blüte kräftige Rippen angebracht sind, welche wie ein Hebelwerk wirken und ihre Bewegung auf die ganze Oberlippe übertragen. Das Herabbiegen der Oberlippe hat aber zur Folge, daß erstens die Seitenwände des Helmes, welche bisher straff gespannt waren, seitlich ausgebaucht werden, zweitens, daß die spangenförmigen Träger der Pollenschalen gebogen werden, und drittens, daß die Pollenschalen auseinanderweichen und der mehlig stäubende Pollen auf das angeflogene Insekt herabgestreut wird. Damit dieses ganze verwickelte Hebelwerk von Erfolg begleitet sei, muß das zugeflogene Insekt allerdings an einer genau bestimmten Stelle der Blüte, nämlich durch eine kleine Rinne



*Pedicularis recutita*: 1) ganze Blüte, 2) Längsschnitt durch dieselbe, 3) der Helm der Blumentkrone herabgebogen, infolge dessen Pollen ausfällt. 3fach vergrößert.

an der Unterlippe, mit dem Rüssel einfahren, und darum finden sich die anderen Stellen der Blütenpforte, wo ein Einfahren auch noch versucht werden könnte, verschanzt und verrammelt. Namentlich ist der Rand der Oberlippe ganz dicht mit spigen, kurzen Dörnchen besetzt, deren Berührung von den Insekten sorgfältig vermieden wird.

Das Streuwerk in den Acanthusblüten (*Acanthus longifolius*, *mollis*, *spinosus*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 1—3) weicht von den bisher besprochenen insbesondere dadurch ab, daß die Antheren nicht zweifächerig, sondern einfächerig sind, und daß das Fach nicht so sehr einer Schale als einer schmalen, langen Nische gleicht. Der Rand jeder Nische ist mit kurzem Flaume dicht besetzt, was zum besseren Verschlusse der aneinandergelegten Pollenbehälter wesentlich beiträgt. Die Träger der Antheren sind wie aus Elfenbein gedrechselt, ungemein kräftig



Streuwerke: 1) Blüte von *Acanthus longifolius*, ein Teil der Blumenblätter weggeschnitten, 2) die als Streuzangen ausgebildeten Pollenblätter des *Acanthus* auseinandergerückt, so daß Pollen ausfällt, 3) eine Anthere des *Acanthus*; 4) Längsschnitt durch die Blüte von *Rhinanthus serotinus*, 5) ein Pollenblatt aus dieser Blüte, 6) die vier Pollenblätter des *Rhinanthus* von vorn gesehen, die Antheren am Scheitel verbunden, unten auseinandergerückt, Pollen ausfallend; 7) Blüte von *Rhinanthus secunda*, ein Teil der Blumen- und Pollenblätter weggeschnitten, 8) dieselbe Blüte, in Folge des Abhebens eines Blumenblattes ist die bisher von diesem festgehaltene streubüchsenförmige Anthere umgeklippt und streut Pollen aus. Der Pfeil deutet in Fig. 1, 4 und 8 die Richtung an, welche von den zum Blätgrund einfahrenden Insekten eingehalten wird. Fig. 1 und 2 in natürl. Größe, die anderen Figuren 2—5fach vergrößert.

und nicht so leicht auseinanderzudrängen. Nur große, kräftige Hummeln vermögen diese Antherenträger aus ihrer Lage zu bringen, veranlassen dadurch ein Auseinanderweichen der nischenförmigen Pollenschalen und werden dabei an der oberen Seite ihres Körpers über und über mit mehligem Pollen bestreut.

Besentlich verschieden von den Streuwerken, welche sich als Zangen mit schalenförmigen Pollenbehältern am Ende der Zangenarme darstellen, sind diejenigen, welche die Gestalt von Streubüchsen haben. Sie finden sich vorwiegend in glockenförmigen, hängenden und nickenden Blüten. Die am freien Ende oder doch in der Nähe desselben mit zwei kleinen Löchern versehenen Antheren sind innerhalb der Glocken so gestellt, daß in dem Augenblick, in welchem der Pollen ausgestreut werden soll, die Löcher abwärts sehen. Der mehlig Pollen ist in den Streubüchsen fest zusammengedrückt, lockert sich aber partienweise und wird auch partienweise in Form kleiner Prisen entlassen, etwa so, wie wenn feingepulverter Zucker aus den Löchern einer Streubüchse stoßweise herausgeschüttelt wird. Zum Teil sind die Streubüchsen im Inneren der glockenförmigen Blüten so aufgehängt, daß schon im Beginn des Blühens ihre Löcher abwärts

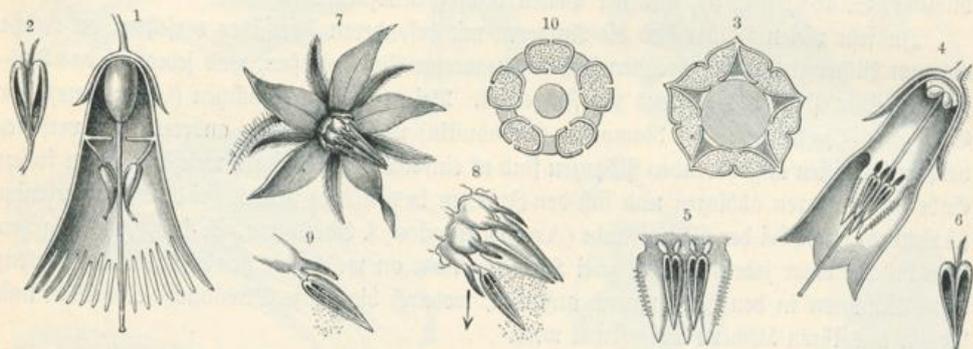
gerichtet sind, wie z. B. in den Blüten der Knotenblume (*Leucojum vernum*) und denen der Preiselbeere (*Vaccinium Vitis Idaea*); zum Teil aber sind sie an schlingenförmig umgebogenen elastischen Fäden aufgehängt, und ihre Streulöcher sehen anfänglich dem Grunde der hängenden Blüte zu. Damit aus solchen Streubüchsen, deren Löcher nach aufwärts gewendet sind, der Pollen ausfallen kann, müssen sie umgestürzt werden, was durch Vermittelung jener Insekten erfolgt, welche mit Pollen bestreut werden sollen. So verhält es sich z. B. bei dem in unseren Wäldern häufigen einseitswendigen Wintergrün (*Pirola secunda*). Die Streubüchsen werden in dessen Blüten von S-förmig gekrümmten und wie eine Feder gespannten Fäden getragen und sind in der früher erwähnten Lage durch die angebrückten Blumenblätter festgehalten (s. Abbildung, S. 468, Fig. 7). Sobald nun Insekten, in die Glocke eindringend, die Blumenblätter verschieben, strecken sich die bisher gespannt erhaltenen S-förmigen Träger der Antheren gerade, die Streubüchsen werden dadurch umgestürzt und ihre Löcher abwärts gerichtet (s. Abbildung, S. 468, Fig. 8), und der Pollen kann herausfallen.

In sehr vielen Fällen sind die Antheren mit besonderen Fortsätzen versehen, an welche die zum Blütengrund einfahrenden Insekten unvermeidlich anstoßen, was jedesmal das Ausstreuen einer Prise des Pollens zur Folge hat. Bei dem Schneeglöckchen (*Galanthus*), der Erdscheibe (*Cyclamen*), der Ramondie (*Ramondia*) und noch vielen anderen, den verschiedensten Familien angehörenden Pflanzen sind es einfache starre Spitzen, welche von dem freien Ende der Antheren abbiegen und sich den Insekten in den Weg stellen, bei dem Erdbeerbaum (*Arbutus*) sowie bei der Bärentraube (*Arctostaphylos*; s. Abbildung, S. 438, Fig. 1) gehen vom Rücken einer jeden Anthere zwei Hörnchen aus, an welche die honigsaugenden Insekten beim Einfahren in den Blütengrund anstoßen, wodurch die ganze Streubüchse erschüttert und Pollen aus ihren Löchern ausgestreut wird.

Mit der Entwicklung streubüchsenförmiger Antheren geht meistens die Ausbildung aktinomorpher, hängender oder nickender Blüten Hand in Hand, und alle bisher besprochenen, mit Streubüchsen ausgestatteten Pflanzen weisen in der That hängende oder nickende, nach allen Seiten gleichgestaltete Glocken auf. Von den wenigen zygomorphen Blüten mit Streubüchsen soll hier in Kürze nur der Kalzeolarien und Melastomazeen gedacht sein. Die Antheren werden in den Blüten dieser Pflanzen von kurzen Trägern gestützt und können ähnlich wie jene des Salbeis in schaukelnde Bewegung versetzt werden. Während aber die Antheren in den Salbeiblüten mit einer Längsspalte aufspringen und klebrigen Pollen enthalten, öffnen sich jene der Kalzeolarien und Melastomazeen mit Löchern am Scheitel der Pollenbehälter und umschließen mehligem oder stäubendem Pollen. Wenn solche Antheren durch anstoßende Insekten geschaukelt werden und umkippen, so fällt auch sofort mehligem Pollen aus ihren Löchern auf die Insekten herab.

Die dritte, unter dem Namen Streufegel erwähnte Form des Streuwertes besteht aus einem Wirtel starrer Pollenblätter, welche zusammen einen Hohlkegel bilden. Die Anthere eines jeden Pollenblattes zeigt zwei Pollenbehälter, welche mit einer Längsspalte aufspringen und die Gestalt offener Nischen annehmen. Damit der mehligem oder staubförmige Pollen aus den offenen Nischen nicht vorzeitig herausfallen kann und so lange zurückbleibt, bis die angelockten Insekten kommen und das Ausstreuen veranlassen, ist ein besonderer Verschluss notwendig. Dieser wird auf zweifache Art erreicht. Entweder sind die mit mehligem Pollen gefüllten Nischen der Antheren an den Griffel, um welchen sie in engem Kreise herumstehen, fest angebrückt, oder es schließen die einander zusehenden Nischen der benachbarten Antheren

so genau und so fest wie die Pollenschalen der Streuzangen zusammen. Das erstere findet sich bei den Soldanellen (z. B. *Soldanella alpina*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 1—3), das letztere bei zahlreichen Crifen und *Asperifolia*zeen (s. Abbildung, Fig. 4—10). In beiden Fällen birgt der aus vier oder fünf lanzettlichen Antheren gebildete Kelch den mehligten Pollen in acht oder zehn langen, schmalen Fächern, die bei der geringsten Verschiebung des Kelchs auseinandergehen und ihren Inhalt ausfallen lassen. Wenn das Öffnen der Fächer durch Insekten veranlaßt wird, die, irgendwo am Antherenkelch ihren Rüssel eindringend, eine Verschiebung der stramm zusammenschließenden Teile bewirken, so fällt der Pollen unvermeidlich auf diese Tiere. Gewöhnlich wird dieser Pollen nur prisenweise ausgestreut. Sobald die Insekten ihren Rüssel zurückziehen, nehmen die auf elastisch biegsamen Trägern sitzenden Antheren ihre frühere Lage wieder an, das Spiel kann von neuem angehen und das Ausstreuen des Pollens aus ein und demselben Kelch sich mehrmals wiederholen.



Streuwerke: 1) Längsschnitt durch die Blüte der *Soldanella alpina*, 2) ein Pollenblatt aus dieser Blüte, von der dem Griffel anliegenden Seite gesehen, 3) schematischer Querschnitt durch den Griffel und die demselben anliegenden fünf Antheren, der Griffel durch hellere Schraffierung und der Pollen durch Punktierung bezeichnet; 4) Längsschnitt durch die Blüte von *Symphytum officinale*, 5) zwei Pollenblätter und drei mit ihnen abwechselnde, an den seitlichen Rändern mit Dörnchen besetzte Schuppen, 6) ein einzelnes Pollenblatt von *Symphytum*; 7) Blüte von *Borago officinalis*, 8) Streufegel aus dieser Blüte, eines der Pollenblätter in der Richtung des Pfeiles herabgerückt, demzufolge eine Prisen Pollen ausfallend, 9) ein Pollenblatt mit der zahnröhrigen Handhabe an dem Antherenträger, 10) schematischer Querschnitt durch den Griffel und Streufegel von *Borago*, der Griffel durch Schraffierung, der Pollen durch Punktierung bezeichnet. Fig. 7 in natürl. Größe, die anderen Figuren 2—5fach vergrößert.

Die Insekten fahren an sehr verschiedenen Stellen zu dem Honig in die Blüten ein. Bei den Crifen ist es meistens die Spitze, bei dem Boretzsch (*Borago officinalis*; s. obige Abbildung, Fig. 7) die Basis des Antherenkelchs, wo der Rüssel eingeführt wird. Bienen und Hummeln fliegen von untenher zu den nickenden Blüten der zuletztgenannten Pflanze, klammern sich mit den Vorderfüßen so an, daß ihr Kopf und Rüssel in die Nähe der Basis, ihr halb- bogig gekrümmter Hinterleib aber unter die Spitze des Kelchs zu stehen kommt. Sie erfassen dabei einen eigentümlichen zahnartigen Fortsatz des Antherenträgers (s. obige Abbildung, Fig. 9) wie eine Handhabe mit den Krallen, zerren die erfasste Anthere von ihren Nachbarn weg, und im selben Augenblick fällt der mehligte Pollen aus dem Antherenkelch heraus (s. obige Abbildung, Fig. 8) und bestäubt den Hinterleib des saugenden Insektes. In den Blüten mehrerer *Asperifolia*zeen, z. B. denen des Beinwells (*Symphytum*) und der Wachsblume (*Cerinth*), sind besondere seitlich mit Dörnchen bewaffnete Schuppen ausgebildet, welche mit den Antheren abwechseln (s. obige Abbildung, Fig. 4—6) und so gestellt sind, daß die Insekten, welche sich vor Verletzungen ihres Rüssels sehr in acht nehmen, nur an der Spitze des Streufegels einfahren, was wieder zur Folge hat, daß nur der Kopf dieser Insekten und

nicht auch der Hinterleib mit Pollen bestreut wird. Bei Soldanella (s. Abbildung, S. 470, Fig. 1 und 2) gehen von der Spitze jeder Anthere zwei Fortsätze aus, an welche die zum Blütengrunde vordringenden Insekten anstoßen, wodurch ein Ausstreuen des Pollens veranlaßt wird. Es wiederholen sich demnach hier wieder mehrere jener merkwürdigen Einrichtungen, welche auch bei den Streuzungen vorkommen und auf S. 453 ff. geschildert wurden, und es kann darauf verzichtet werden, dieselben ausführlicher zu besprechen. Eine besondere Erwähnung verdient nur noch der Streufegel in den Blüten der Veilchen (*Viola*; s. Abbildung, S. 473, Fig. 1), und zwar darum, weil er abweichend von den anderen Fällen in einer mit der Eingangspforte seitlich gerichteten zygomorphen Blume zur Ausbildung gekommen ist, und auch noch mit Rücksicht auf die eigentümliche Weise, wie in demselben die mit mehligem Pollen erfüllten Antherenfächer durch die Insekten verschoben werden. Der Streufegel steht nämlich in den Veilchenblüten über dem unteren Blumenblatte, welches mit einer rückwärts gerichteten, honigführenden Ausbuchtung, dem sogenannten Sporn, versehen ist. Wenn Insekten den Honig aus diesem Sporn saugen wollen, müssen sie unter dem Streufegel einfahren und ihren Rüssel in die Rinne des gespornten Blumenblattes schieben. Nun stellt sich ihnen aber an dieser Stelle die Lippe des Griffelkopfes (s. Abbildung, S. 473, Fig. 3) oder das hakenförmig abwärts gebogene verdickte Ende des Griffels entgegen, und es ist unvermeidlich, daß sie dieses berühren und etwas verschieben. Da aber die fünf Pollenblätter, welche den Streufegel bilden, dem Griffel anliegen, so werden infolge der Lageänderung des Griffels auch die Antheren verschoben, und in dem Augenblicke, wo das geschieht, wird der Rüssel des einfahrenden Insektes mit Pollen aus dem gelockerten Antherenfegel bestreut.

### Das Wiederabladen des Pollens.

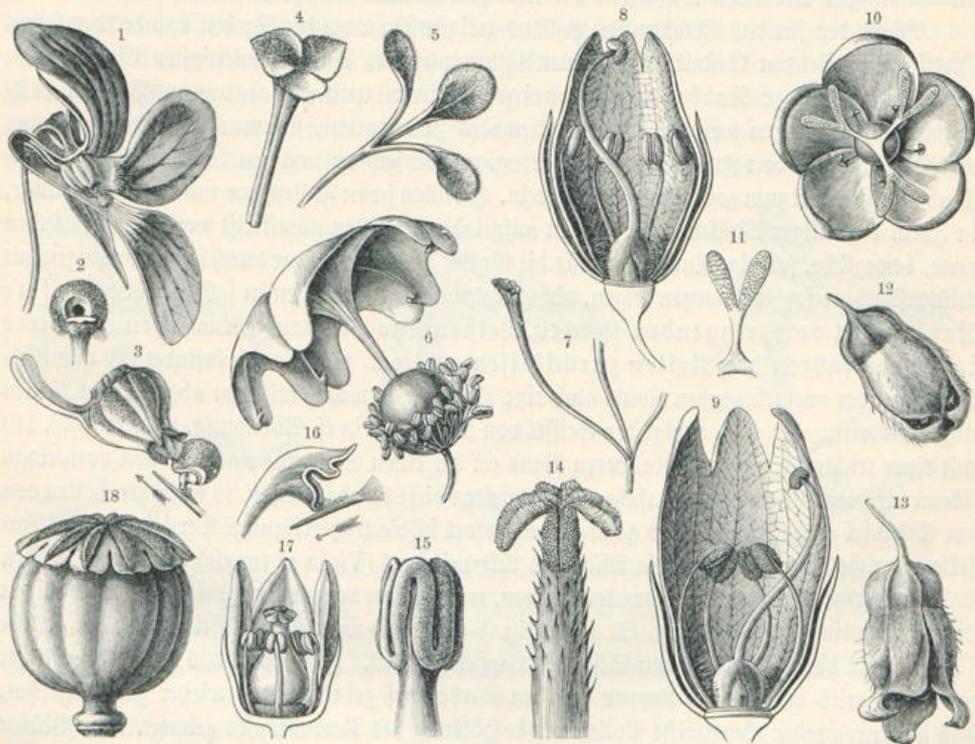
Die Insekten und die honigsaugenden Vögel sollen den Pollen, welcher ihnen in einer Blüte aufgeladen wurde, in einer anderen Blüte wieder abladen. Der Ort, wo der Pollen seiner Bestimmung entgegengeht, ist die Narbe, und die rechte Zeit für das Abladen ist eingetreten, sobald die Narbe den auf sie gebrachten Pollen festzuhalten imstande ist. Wird der Pollen nicht auf der Narbe, sondern auf irgendeiner anderen Stelle der Blüte abgelagert, oder ist die Narbe zur Zeit des Abladens welk und verschrumpft, und ist sie nicht geeignet, den ihr zugeführten Pollen festzuhalten, so ist der in die Blüte eingeschleppte Pollen verloren, gerade so, als wäre er auf die Erde oder in das Wasser gefallen. Es ist somit durch die maßgebenden Bedingungen für den Erfolg der Übertragung des Pollens nicht nur die Zeit des Abladens, sondern auch die Lage und Beschaffenheit der Narben auf das genaueste vorgezeichnet. Wurde der Pollen auf den Rücken eines Insektes gestreut, so muß auch die Narbe mit dem Rücken desselben Insektes in Berührung kommen; hatte sich der Pollen dem Rüssel angeheftet, so soll das Insekt mit dem Rüssel die Narbe der neubesuchten Blüte streifen; wurde mit dem Pollen die untere Seite des Tieres beklebt, so hat in der betreffenden Blüte die Narbe ihre Stelle am Blüteneingang, welchen die einfahrenden Insekten mit der unteren Körperseite berühren müssen. Daraus ergibt sich, daß die Lage der Antheren, welche sich für das Abholen des Pollens als die passendste erwiesen hat, im großen und ganzen auch für die Narbe, auf welche der Pollen gebracht werden soll, die geeignetste ist.

Es wurde in dem vorhergehenden Kapitel der Platzwechsel der Antheren und

Narben besprochen und insbesondere von der Blüte des Studentenröschens (*Parnassia*; s. Abbildung, S. 447, Fig. 4) erzählt, daß sich in derselben eine Anthere nach der anderen gegen die Mitte der Blüte biegt, weil gerade dort der Weg zum Honig vorbeiführt und die saugenden Insekten gezwungen werden, von der am Wege stehenden Anthere Pollen abzustreifen. Jede in die Mitte gerückte Anthere verdeckt aber die Narbe, welche dem eiförmigen Fruchtknoten aufsitzt, und solange das der Fall ist, kann der Pollen aus anderen Blüten auf diese nicht übertragen werden. Es ist daher notwendig, daß auch die zuletzt an die Reihe gekommene Anthere von dem in der Mitte eingenommenen Plage wieder wegrücke, damit die Narbe zugänglich werde. Das geschieht auch in der Tat. Die Narbe ist nun entblößt an derselben Stelle zu sehen, wo früher nacheinander die fünf Antheren gestanden hatten, und wenn jetzt Insekten kommen und den Honig auffuchen, so wird von ihnen der aus anderen Blüten mitgebrachte Pollen auf die Narbe abgestreift. Ähnlich wie mit dem Studentenröschens verhält es sich auch mit *Funkia*, *Centranthus* und *Impatiens*. In den Blüten von *Impatiens* bilden die Antheren eine Art Kappe, welche die Narbe so einhüllt, daß man diese in der ersten Zeit des Blühens gar nicht zu Gesicht bekommt. Erst wenn sich diese Kappe losgelöst hat und abgefallen ist, wird die Narbe entblößt und steht jetzt an derselben Stelle, wo früher die Antheren gestanden hatten. In diesen Fällen braucht die Lage, welche von der Narbe im Anfange des Blühens eingenommen wurde, nicht geändert zu werden, damit sie von den mit Pollen beladenen Insekten an demselben Plage getroffen werde, wo früher die Antheren standen. Dagegen müssen zur Erreichung desselben Zieles die Griffel der meisten Steinbreche (z. B. *Saxifraga bryoides*, *cuneifolia*, *Geum*, *rotundifolia*, *stellaris*), ebenso die Narben mehrerer Gentianen und insbesondere jene in den Revolverblüten der Nelkengewächse eine Änderung ihrer Lage vornehmen. Anfänglich sind die Narben dieser Pflanzen in der Mitte der Blüte zusammengelegt, und es stehen die pollentragenden Antheren in einem Kreis um dieselben herum; nachdem aber die Antheren abgefallen sind und die Träger derselben sich weggekrümmt haben, spreizen die Griffel beziehentlich die Narben auseinander, biegen, winden und drehen sich und werden dorthin gestellt, wo früher die Antheren ihren Pollen ausgebaut hatten.

Noch auffallendere Bewegungen vollführen die Griffel der Lippenblütler. Wie man an der Abbildung des zu den Lippenblütlern gehörenden klebrigen Salbeis (*Salvia glutinosa*) auf S. 457 ersehen kann, ragt in der ersten Zeit des Blühens nur das Ende des Griffels als eine einfache, gerade Spitze über den Rand der Oberlippe vor (s. Abbildung, S. 457, Fig. 1 und 2, Blüte rechts). Von den in die Blüte einfliegenden Hummeln wird in diesem Stadium nur Pollen von den Antheren abgeholt, die Spitze des Griffels aber von ihnen nicht berührt. Später krümmt sich der Griffel bogenförmig herab, die beiden bisher zusammenschließenden Äste desselben, welche das Narbengewebe tragen, gehen auseinander und stellen sich so vor die Eingangspforte der Blüte, daß die als Besucher sich einstellenden Hummeln den von anderen, jüngeren Blüten mitgebrachten Pollen an sie abstreifen müssen (s. Abbildung, S. 457, Fig. 2, Blüte links). Einen sehr bemerkenswerten Platzwechsel der Narben und Antheren beobachtet man auch in den Blüten des Schwertels (*Gladiolus*), der Nieswurz (*Helleborus*), des schmalblättrigen Weidenröschens (*Epilobium angustifolium*), der grün blühenden *Jacquinia* und verschiedener Arten der Gattung *Geißblatt* (*Lonicera*), ferner bei der *Braunwurz* (*Scrophularia*), den Arten der Gattung *Pentstemon* und *Cobaea*, endlich auch bei zahlreichen Nachtschattengewächsen, wie beispielsweise bei der *Tollkirsche* (*Atropa*), dem *Bilsenkraute* (*Hyoscyamus*), der *Stopolie* (*Scopolia*) und dem *Mraun* (*Mandragora*). Wirft man einen Blick in die

joeben geöffnete Blüte des Alrauns (s. untenstehende Abbildung, Fig. 8), so erkennt man dicht hinter der Eingangspforte, und zwar genau in der Mitte, die kugelige klebrige Narbe. Die um sie im Kreise stehenden Antheren sind noch geschlossen und an die Innenwand der Blumenkrone angelehnt und, da die Eingangspforte zu dieser Zeit nur mäßig erweitert ist, kaum bemerkbar. Wie ist man überrascht beim Anblicke derselben Blüte nach Ablauf von zwei Tagen! Der Griffel, welcher die Narbe trägt, hat sich seitwärts gebogen und an die Innenwand der



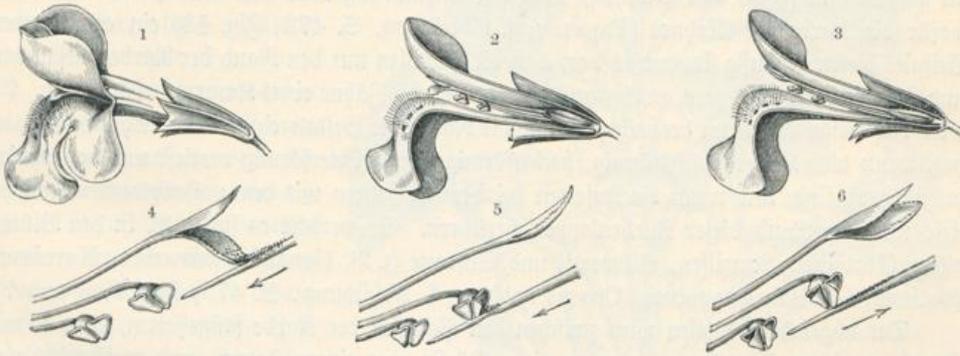
Vorrichtungen zum Festhalten des abgelagerten Pollens: 1) Blüte des Adonis (Viola arvensis), ein Teil der Blumenblätter weggeschnitten, 2) das kopfförmige Ende des Griffels aus dieser Blüte, von unten gesehen, 3) der Fruchtknoten des Weibchens, von dem Antherenregel umgeben, von einem in der Richtung des Pfeiles geführten Stifte wird Pollen an die kleine Lippe des Narbentopfes abgestreift; 4) Narben der Narzisse (Narcissus poeticus) mit feingezähnelten Rändern; 5) Narben des Schwertlils (Gladiolus segetum) mit gewimperten Rändern; 6) Stempel der Sarracenia purpurea, der Fruchtknoten mit großer schirmförmiger Narbe, von den Pollenblättern umgeben; 7) trichterförmige Narbe des Safrans (Crocus sativus), zwei Narben weggeschnitten; 8) Blüte des Alrauns (Mandragora vernalis) im ersten Stadium des Blühens, 9) dieselbe in einem späteren Stadium des Blühens, ein Teil der Blumenkrone und des Kelches weggeschnitten; 10) Blüte des Sonnentaus (Drosera longifolia) im ersten Stadium des Blühens, 11) dieselbe Blüte in einem späteren Stadium; 12) Blüte der Faselswurz (Asarum europaeum) im ersten Stadium des Blühens, 13) dieselbe Blüte in einem späteren Stadium; 14) Narbe der Roemeria; 15) Narbe der Opuntia vulgaris; 16) Narbe der Thunbergia grandiflora, die untere Lippe wird von dem in der Richtung des Pfeiles geführten Stifte mit Pollen belegt; 17) Blüte der Azalea procumbens, ein Teil der Blumenblätter weggeschnitten; 18) Stempel des Mohns (Papaver somniferum). Fig. 6, 18 in natürl. Größe, die anderen Figuren etwas vergrößert. (Zu S. 473—476.)

Blumenkrone angelehnt, die Antheren sind dagegen nach der Mitte der inzwischen stark erweiterten Eingangspforte gerückt, sind mit Pollen bedeckt und haben also mit der Narbe den Platz gewechselt (s. obige Abbildung, Fig. 9). In gewissem Sinne findet auch in den zu Dolden und Köpfchen vereinigten Blüten vieler Doldenpflanzen, Skabiosen und Korbblütler ein Platzwechsel der Antheren und Narben statt, indem sich daselbst die Narben immer erst entwickeln, nachdem die benachbarten Pollenblätter schon zusammengeschrumpft oder ihre Antheren abgefallen

sind. An den Köpfchen mehrerer Dipsazeen (*Cephalaria*, *Succisa*) sieht man im Anfange des Blühens aus sämtlichen Blüten nur pollensbedeckte Antheren, später dagegen nur narbentragende Griffel sich erheben. Da sich die Insekten auf diesen Blütenständen den Pollen in Massen aufladen, so versteht es sich von selbst, daß auch das Abladen in derselben Weise geschieht, d. h., daß ein ringsum mit Pollen beladenes Insekt, welches auf den mit zahlreichen narbentragenden Griffeln bespiketen Blütenständen anlangt und sich dort lebhaft herumtummelt, binnen einigen Sekunden Dutzenden der klebrigen Narben den Pollen anheftet.

Nächst der für das Abladen des Pollens geeignetsten Lage der Narben und der demselben Zweck entsprechenden Gestalt der Blumenblätter muß als eine der wichtigsten Eigenschaften die Fähigkeit der Narbe, den herbeigetragenen und abgeladenen Pollen festzuhalten, besprochen werden. Wie nicht anders zu erwarten, stimmen in dieser Beziehung die Blüten, welche von Insekten besucht werden, mit denjenigen, welchen der Wind den Blütenstaub zuführt, nur zum geringsten Teil überein. In allen jenen Fällen, wo zusammenhängender, in Form krümeliger Massen den Insekten aufgeladener Pollen abgestreift werden soll, würden zarte, bewegliche, federige Narben, wie sie die Gräser und viele andere durch Luftströmungen mit Blütenstaub versorgte Pflanzen zeigen, nichts taugen, dagegen passen in solchen Fällen steifere Narben mit vorspringenden Kanten, Leisten und Lappen, an welchen die Tiere im Vorbeifahren den Pollen zurücklassen müssen. Gewöhnlich befindet sich unmittelbar neben der vorspringenden Kante auch eine Vertiefung, welche mit dem abgestreiften Pollen angefüllt wird. So z. B. endigt der Griffel von *Thunbergia* (s. Abbildung, S. 473, Fig. 16) mit einer trichterförmigen Narbe, deren Rand an der einen Seite wie eine Schaufel vorspringt. Wenn die zum Blütengrund einfahrenden Insekten diese Narbe streifen, so wird der Pollen von der Schaufel aufgenommen und gelangt auch sofort in die trichterförmige Vertiefung. Die Insekten, welche ihren Rüssel in die Blüte des Ackerveilchens (*Viola arvensis*) einführen, streifen dabei unvermeidlich an einen schmalen Lappen, welcher von der unteren Seite der kopfförmigen Narbe vorspringt (s. Abbildung, S. 473, Fig. 1—3), und wenn der Rüssel mit Pollen beklebt ist, so bleibt dieser an der einen Seite des Lappens haften. Zieht dann das Insekt den Rüssel zurück, so wird dadurch der Lappen auf den Narbenkopf gedrückt, was wieder zur Folge hat, daß der kurz vorher abgestreifte Pollen in die Höhlung des Narbenkopfes gelangt. Die Blüten der Schwertlilien bergen Griffel, welche die Gestalt und Farbe von Blumenblättern besitzen. Die an ihren freien Enden entwickelten Narben sind zweilippig (s. Abbildung, S. 444, Fig. 1 und 2). Die obere Lippe ist aufgebogen, ziemlich groß und in zwei spitze Zipfel gespalten, die Unterlippe ist dünn und bildet einen schmalen, häutigen, in die Quere ausgespannten Lappen. Der Weg, welchen die Hummeln nehmen, wenn sie in den Blüten der Schwertlilien Honig saugen wollen, führt unter der zweilippigen Narbe vorbei, und wenn die Hummeln mit Pollen beladen von anderen Blüten kommen, so streifen sie über den dünnen Rand der Unterlippe wie über das Messer eines Hobels hin, bei welcher Gelegenheit der Pollen von ihrem Rücken abgeschabt und zwischen beide Lippen eingelagert wird. Mehrere Pedalinarazeen, Skrofulariazeen und Utriculariazeen (*Martynia*, *Crotolaria*, *Catalpa*, *Mimulus*, *Rehmannia*, *Torenia* und *Utricularia*), für welche hier als Vorbild die gelbe Maskenblume (*Mimulus luteus*; s. Abbildung, S. 475, Fig. 1—3) gewählt wurde, haben zweilippige Narben, welche Reizbewegungen ausführen. Wenn der Pollen durch ein zum Blütengrund einfahrendes Insekt an die in den Weg gestellte untere Lippe der Narbe angestreift wird (Fig. 4), so legen sich sofort beide Lippen wie die Blätter eines Buches aneinander (Fig. 5), und es wird dadurch der aufgenommene

Pollen an jene Stelle der Narbe gebracht, wo er sich weiterhin entwickeln kann. Zieht hierauf das Insekt den Rüssel zurück, und nimmt es bei dieser Gelegenheit Pollen aus den zugedeckten Antheren mit, so ist nicht zu besorgen, daß dieser Pollen auch in das Innere der Narbe komme, weil die untere Lippe der Narbe nicht mehr im Wege steht, sondern hinaufgeklappt ist (Fig. 6). Die Narbe von *Mimulus luteus* bleibt nach Berührung mit einer Nadel ungefähr fünf Minuten geschlossen, hierauf öffnet sie sich wieder, die untere Lippe erhält ihre frühere Lage und kann sich bei Berührung neuerdings schließen. Bei einer anderen Art dieser Gattung, nämlich *Mimulus Roezlii*, bleibt die Narbe sieben Minuten geschlossen. Dasselbe gilt von den Narben des Trompetenbaumes (*Catalpa*). Länger als zehn Minuten scheint keine der früher genannten Pflanzen ihre Narbe geschlossen zu halten. Dieses wiederholte Öffnen der Narbe ist sehr wichtig für den Fall, daß das erste die betreffende Blüte besuchende Insekt keinen Pollen mitgebracht haben sollte. Indem sich die Narbe nochmals öffnet, erwartet sie gewissermaßen



Abtaden des Pollens: 1) Blüte der gelben Mäusenblume (*Mimulus luteus*), 2) dieselbe Blüte der Länge nach durchschnitten, mit offener Narbe, 3) dieselbe Blüte mit geschlossener Narbe, 4) an dem unteren Lappen der Narbe wird von einem in der Richtung des Pfeiles geführten Stifte Pollen abgestreift, 5) die Narbe hat sich infolge der Berührung geschlossen, der in der Richtung des Pfeiles geführte Stift öffnet die zugedeckten Antheren und belädt sich mit Pollen, 6) der untere Lappen der Narbe ist so weit emporgeschlagen, daß der in der Richtung des Pfeiles zurückgezogene Stift mit demselben nicht in Berührung kommt, daher auch der auf dem Stifte haftende Pollen nicht auf die Narbe gelangt. Fig. 1—3 in natürl. Größe, die anderen Figuren etwas vergrößert.

einen zweiten Besuch. Wenn auch dieser erfolglos sein sollte, so kann sie sich ein drittes Mal öffnen. Das Öffnen und Schließen wiederholt sich überhaupt so lange, bis endlich einmal ein Insekt kommt, welches die Narbe mit Pollen belegt. Ist das geschehen, dann bleibt die Narbe dauernd geschlossen. Die Gattung *Glossostigma* weicht dadurch von den anderen oben aufgezählten *Skrofulariaceen* mit reizbaren Narben ab, daß ihre Narbe nur aus einem einzigen Lappen gebildet wird, welcher sich über die Antheren herabbiegt und den in die Blüte einfahrenden Insekten in den Weg stellt. Sobald er berührt und Pollen an ihn abgestreift wird, hebt er sich sofort empor, geht sozusagen den einfahrenden Insekten aus dem Weg, und es wird dadurch verhindert, daß er auch noch mit Pollen aus den benachbarten zuständigen Antheren beklebt wird.

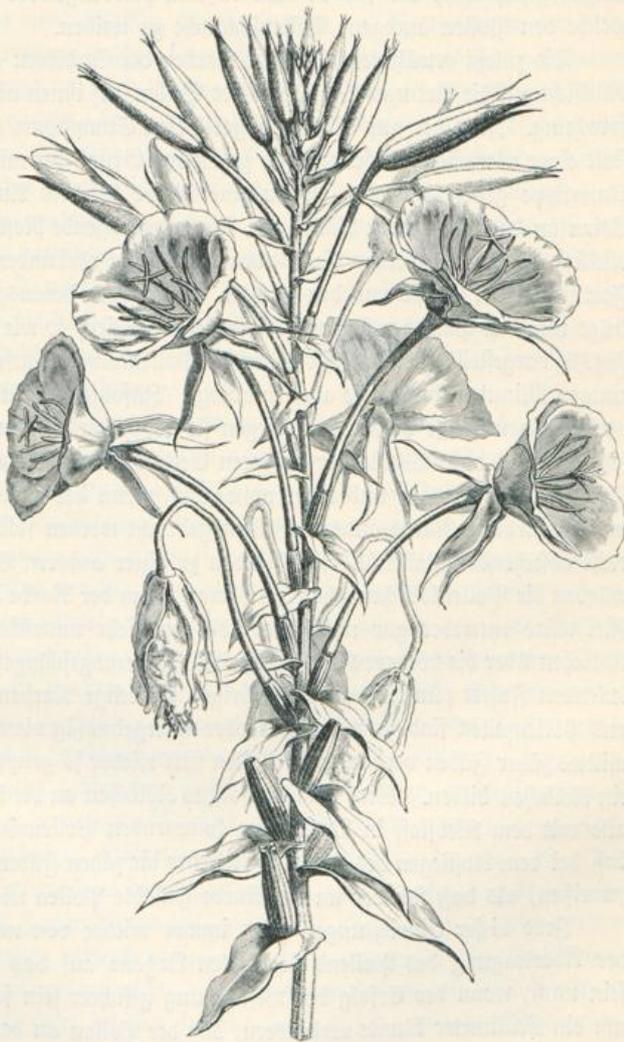
Bei zahlreichen Blüten streifen die Insekten den Pollen an den papillösen Oberflächenzellen der Narben ab. Das geschieht z. B. in den Blüten der Malven und Nesselgewächse, deren Griffel einseitig mit langen glashellen Papillen besetzt und nicht nur wie eine Bürste geformt, sondern auch wie eine Bürste wirksam sind. In den Blüten der Sonnenröschen (*Helianthemum*) sowie in jenen der Taglilien (*Hemerocallis*) sind lange Papillen wie zu einem Pinsel an der kopfförmigen Narbe gruppiert, am öftesten aber macht der Besatz aus mäßig verlängerten, sehr zahlreichen und dicht zusammengedrängten Papillen den Eindruck

des Samtes, und es werden solche Narben von den beschreibenden Botanikern auch „samtig“ genannt. Von allgemein bekannten Pflanzen mit samtigen Narben mögen als Beispiele die Gattungen *Erythraea*, *Daphne* und *Hibiscus* genannt sein. Bei vielen Pflanzen sind die Papillen der Narbe nur unbedeutend vorgewölbt, und es erscheint dann die Oberfläche warzig, rauh, oft wie gekörnt. Wenn die Blüten gehäuft sind und das Abladen des Pollens gleichzeitig auf zahlreiche Narben erfolgen soll, so sind diese meistens lineal oder nur an einer Seite mit Papillen besetzt, wie bei *Cephalaria*, oder allseitig mit denselben bekleidet, wie bei *Armeria*, immer aber so gestaltet und so gestellt, daß die auf den Blütenköpfchen sich herumtummelnden Insekten den Pollen so leicht und so rasch wie möglich an alle Narben abstreifen können. Bei jenen Pflanzen, wo die inmitten der aufrechten, schüsselförmigen Blume sich erhebende Narbe von den Insekten als Anflugplatz benutzt wird, ist entweder die ganze Oberfläche mit Papillen dicht besetzt (z. B. bei *Roemeria*; s. Abbildung, S. 473, Fig. 14), oder es ordnen sich die Papillen in Form von Streifen, welche strahlenförmig über das Mittelfeld verteilt sind, wofür die Narbe des Mohnes (*Papaver*; s. Abbildung, S. 473, Fig. 18) ein auffallendes Beispiel bietet. Häufig kommt es vor, daß die Papillen nur den Rand der Narben besäumen und sich wie kurze Wimpern an Augenlidern oder wie die Zähne eines Kammes ausnehmen. Es wird das besonders dann beobachtet, wenn die Narbe die Gestalt eines oder mehrerer Lappen hat, wenn diese Lappen löffelförmig, beckenförmig oder trichterförmig vertieft und verhältnismäßig groß sind, und wenn die Insekten bei dem Einfahren mit dem pollenedeckten Körperteile nur den Rand dieser Narbenlappen berühren. So verhält es sich z. B. in den Blüten vieler *Gentianen*, *Narzissen*, *Schwertel* und *Safrane* (z. B. *Gentiana bavarica*, *Narcissus poeticus*, *Gladiolus segetum*, *Crocus sativus*; s. Abbildung, S. 473, Fig. 4, 5 und 7).

Der abgeladene Pollen wird zwischen den Papillen der Narbe festgehalten, etwa so wie Staub an einem Samtlappen oder an einer Bürste oder einem Kamm, und es ist nicht unbedingt nötig, daß die Papillen der Narbe auch klebrig sind. Kommt die Klebrigkeit der Papillen noch dazu, dann wird das Festhalten des abgeladenen Pollens begreiflicherweise noch wesentlich erhöht. Es gibt in der Tat Narben, welche mit glashellen Papillen besetzt und gleichzeitig durch eine von den Oberhautzellen der Narbe ausgeschiedene Flüssigkeitsschicht sehr klebrig gemacht sind, wie z. B. jene des Sonnentaus (*Drosera*; s. Abbildung, S. 473, Fig. 10 und 11). Im ganzen genommen sind aber solche Fälle selten. Meistens sind die samtigen und die mit langen Papillen besetzten Narben nicht klebrig, und es ist die Klebrigkeit auf die warzigen und gekörnten Narben beschränkt. Beispiele von Gewächsen mit stark klebrigen Narben sind die Doldenpflanzen, die Alpenrosen, die Bärentrauben, die Eriken, die Heidelbeeren und Preiselbeeren, die Wintergrüne und Knöteriche, die Tollkirsche, die Bartschie. Häufig erscheint die klebrige Narbe als Abschluß eines fadenförmigen, dünnen Griffels, stellt sich als eine kleine Scheibe dar oder ist kopfförmig und fällt weniger durch ihre Größe als durch den Glanz, der von dem klebrigen Überzuge ausgeht, in die Augen. Bei *Swietenia Mahagoni* hat sie die Form einer Scheibe, bei *Azalea procumbens* (s. Abbildung, S. 473, Fig. 17) die Gestalt eines flach gewölbten Polsters mit fünf strahlenförmig verlaufenden Kanten, bei dem Feigenkaktus (*Opuntia*; s. Abbildung, S. 473, Fig. 15) bildet sie einen schlängelförmig gewundenen fleischigen Wulst, der sich um das Ende des Griffels herumschlingt, und bei den Nachtkerzen (*Oenothera*; s. Abbildung, S. 477) wird sie von vier fleischigen, kreuzweise gestellten linealen Lappen gebildet. Auffallend ist, daß die klebrigen Narben besonders häufig bei jenen Pflanzen vorkommen, deren Pollen als Mehl oder Staub

aus den streubüchsenförmigen Antheren fällt. Auch alle die Gewächse, deren Pollen aus Vierlingszellen besteht, welche durch zarte Fäden umspinnen und verstrickt sind, zeichnen sich durch stark klebende Narben aus. Bei den meisten der oben genannten Pflanzen klebt der Pollen im Augenblicke der Berührung so fest der Narbe an, daß man ihn durch heftiges Anblasen oder durch starkes Schütteln nicht mehr entfernen kann. Manche der klebrigen Narben erinnern an Leimspindeln, und zwar auch insofern, als die zähe Schicht, durch welche die Klebrigkeit veranlaßt wird, der Luft ausgesetzt, nicht vertrocknet, sondern sich ähnlich wie Vogelleim mehrere Tage lang schmierig und klebrig erhält.

In manchen Fällen werden die Narben erst dann klebrig, wenn das Narbengewebe die Fähigkeit erlangt hat, die mit ihm in Berührung gekommenen Pollenzellen zur Entwicklung von Pollenschläuchen zu veranlassen. Sehr merkwürdig ist in dieser Beziehung die Narbe der zu den Dipsazeen gehörenden *Cephalaria alpina*. Dieselbe macht, kurz nachdem sich die Blumenkrone geöffnet hat, den Eindruck, als ob sie schon vollständig ausgebildet und auch befähigt wäre, den Pollen festzuhalten. Das beruht aber nur auf Täuschung; streift man Pollen an, so fällt er von der glatten Oberfläche der Narbe sogleich wieder herab. Erst zwei Tage später, nachdem sich das Narbengewebe mit einer sehr zarten, für das freie Auge nicht erkennbaren Schicht einer klebrigen Flüssigkeit überzogen hat, haftet er fest und entwickelt auch sofort Pollenschläuche, welche in das Gewebe eindringen. Wie in so vielen Fällen, wäre es aber auch hier gefehlt, diesen Vorgang zu verallgemeinern; denn bei den meisten Doldenpflanzen sind die Narben schon zu einer Zeit klebrig, wenn ihr Gewebe den angedeuteten Einfluß auf den Pollen noch nicht zu nehmen vermag. Auch in den Blüten des Allermannsharnisches (*Allium Victorialis*) klebt der Pollen schon zu einer Zeit



Nachtferze (*Oenothera biennis*). (Nach Baillon.)

den Narben an, wo diese noch nicht befähigt sind, das Treiben von Pollenschläuchen zu veranlassen, ja es sind zur Zeit des Anklebens noch nicht einmal die Narbenpapillen entwickelt. Die Narben der Orchideen sind sogar schon geraume Zeit klebrig, ehe noch die Samenanlagen ausgebildet sind. In diesen Fällen hat die klebrige Schicht nur die Aufgabe, den Pollen so lange festzuhalten, bis sich in dem tieferen Narbengewebe Veränderungen vollzogen haben, welche den Pollen anregen, Pollenschläuche zu treiben.

Die zuletzt erwähnten klebrigen Narben der Orchideen erheischen übrigens auch noch mit Rücksicht auf die Art und Weise, wie der Pollen auf ihnen abgelagert wird, eine besondere Besprechung. Jene der auf S. 451 abgebildeten Sumpfwurz (*Epipactis latifolia*) hat die Gestalt einer viereckigen Tafel und ist gegen den Grund der mit Honig gefüllten, beckenförmigen Unterlippe geneigt gestellt. Wenn eine Wespe bei dem Auslecken des Honigbeckens mit der Stirn an das am oberen Rande der Narbe vorragende Kostellum stößt, so klebt dieses augenblicklich an, und es werden die mit dem Klebkörper verbundenen beiden Pollenkölbchen bei dem Fortfliegen der Wespe aus den Fächern der Anthere herausgerissen und entführt. Die Wespe trägt nun das Paar der Pollenkölbchen an der Stirn, so wie es in der Abbildung auf S. 451, Fig. 6, dargestellt ist. Zunächst stehen die Pollenkölbchen aufrecht von der Stirn ab, schon nach einigen Minuten ändern sie aber ihre Lage. Infolge des Austrocknens der die Pollenvierlinge verbindenden Masse drehen und biegen sie sich gegen die Mundwerkzeuge herab und erscheinen jetzt als zwei dicke Wülste der vorderen Seite des Kopfes aufgelagert (s. Abbildung, S. 451, Fig. 7). Das ist aber unbedingt notwendig, wenn der Pollen dieser Kölbchen von der Wespe auf die klebrige Narbe anderer Blüten gebracht werden soll. Käme die Wespe mit den aufrecht abstehenden Pollenkölbchen beladen zu einer anderen Blüte, um dort Honig zu lecken, so würden die Pollenkölbchen über den oberen Rand der Narbe hinausgeschoben werden, und das Ziel wäre entweder gar nicht oder doch nur sehr unvollkommen erreicht. Sobald aber die Kölbchen über die vordere Kopfseite der Wespe herabgeschlagen sind, werden sie von dem honigleckenden Insekt pünktlich an die klebrige, viereckige Narbenfläche angeedrückt. Die Vierlinge aus Pollenzellen sind zu rundlichen oder unregelmäßig viereckigen Ballen vereinigt, und diese mittels zäher Fäden verbundenen Ballen sind wieder so gruppiert, daß sie zusammengenommen ein Kölbchen bilden. Wird nun ein solches Kölbchen an die klebrige Narbe gedrückt, so bleiben alle mit dem Klebstoff in Berührung kommenden Pollenvierlinge hängen, und zwar so fest, daß bei dem Abfliegen des Insektes viel eher die zähen Fäden im Inneren des Pollenkölbchens zerreißen, als daß sich der an die Narbe geklebte Pollen wieder ablösen würde.

Jede dieser Einrichtungen zeigt immer wieder von neuem, wie das Ausmaß aller bei der Übertragung des Pollens beteiligten Organe auf das genaueste bestimmt und geregelt sein muß, wenn der Erfolg der Bestäubung gesichert sein soll. Die Verschiebung der Narbe um ein Millimeter könnte verhindern, daß der Pollen an dem richtigen Platz abgelagert wird. Es gibt Pflanzen, deren Narbe nur an einer sehr beschränkten Stelle den Pollen anregt, Pollenschläuche zu treiben. Bei den Asten ist es nur ein schmaler Saum am Rande der winzigen Griffeläste, und bei vielen Lippenblütlern ist es nur die Spitze des unteren Griffelastes, wo Pollen mit Erfolg abgeladen wird. Eine der größten Narben zeigt *Sarracenia purpurea*. Die Narbe dieser Pflanze hat die Gestalt eines Sonnenschirmes, mißt 3,5 cm in der Quere, zeigt an ihrem Rande fünf ausgerandete Lappen und in der Ausrandung jedes Lappens an der inneren Seite ein kleines Häpchen (s. Abbildung, S. 473, Fig. 6). Nur diese Häpchen sind zur Aufnahme des Pollens geeignet, und wenn man mit dem Namen Narbe

nur den Gewebeförper begreifen will, auf welchem der Pollen sich weiter entwickelt und Pollenschläuche treibt, so darf man nur diese fünf Zäpfchen der *Sarracenia* Narben nennen.

Die Ablagerung des Pollens auf der Narbe hat nicht nur Veränderungen der Pollenzellen und des Narbengewebes, sondern auch der angrenzenden Blumentheile, zumal der Blumenkrone, im Gefolge. Was die ersteren betrifft, so werden sie schon dem freien Auge durch Welken, Verschrumpfen und Braunwerden der oberflächlichen Zellen erkennbar. Bei jenen früher besprochenen Gewächsen, an deren klebrigen Narben der Pollen nicht sofort angeregt wird, Pollenschläuche zu treiben, vergehen mitunter Wochen, bis diese Veränderung eintritt, bei anderen dagegen beobachtet man sie schon nach wenigen Stunden. Sehr merkwürdig sind in dieser Beziehung die Nachtschattengewächse, namentlich die Giftbeere (*Nicandra physaloides*) und die Tollkirsche (*Atropa Belladonna*). Nicht nur, daß schon eine Stunde, nachdem Pollen auf die klebrige Narbe gekommen ist, ein Welken und Bräunen der letzteren stattfindet, auch der ganze Griffel erfährt eine Veränderung, löst sich von dem Fruchtknoten ab und fällt alsbald zu Boden. Hier müssen demnach sofort, nachdem die Pollenzellen mit dem Narbengewebe in Berührung gekommen sind, Pollenschläuche entwickelt werden, die binnen wenigen Stunden zu den Samenanlagen im Inneren des Fruchtknotens gelangen.

Noch auffälliger sind die aus gleichem Grunde eintretenden Veränderungen an den Blumenblättern. Sobald die Narbe gewelkt ist, welken nämlich in kürzester Frist auch die Blumenblätter, oder sie lösen sich von dem Blütenboden los und fallen ab.

Das Welken vollzieht sich bei den Blumenblättern in sehr mannigfacher Weise. Sie verlieren ihre Prallheit, sinken zusammen, nehmen einen geringeren Umfang ein und verändern gleichzeitig die bisherige Farbe. Aus den Blumenblättern der Eintagsblüten scheidet sich bei dieser Gelegenheit Wasser aus dem Gewebe aus, nicht unähnlich wie an den Laubblättern, welche im Herbst einem starken Nachtfrost ausgesetzt waren und am darauffolgenden Tage von der Sonne getroffen werden, sie werden weich und sehen wie zerquetscht oder wie gekocht aus. Die Kronen einiger Schmetterlingsblütler, namentlich mehrerer Arten der Gattung Klee (*Trifolium*), vertrocknen und werden rauchend wie dürres Laub. Die Mitte zwischen diesen beiden Gegenätzen halten dann jene zahlreichen Blüten, deren Blumen erschlaffen, etwas zusammenschrumpfen, sich verbiegen und dann schließlich verwelkt abfallen, wie dies beispielsweise an den meisten Schotengewächsen, Baldrianen und Korbblütlern der Fall ist. Die Blumenblätter nehmen beim Welken meistens diejenige Lage an, welche sie schon in der Knospe innehatten. So z. B. rollen sich die Zungenblüten des Bocksbartes (*Tragopogon*) beim Welken zu einer Röhre zusammen und erhalten dadurch dasselbe Ansehen wie vor dem ersten Aufblühen. Durchgreifend ist dieses Verhalten allerdings nicht; denn die Zungenblüten von *Bellidiastrum* und der meisten Asten rollen sich beim Welken spiralig nach außen, jene des *Hieracium staticifolium* spiralig nach innen, und es sind auch schraubige Drehungen der welkenden, vertrocknenden und sich verfärbenden Blumenblätter keine Seltenheit. Welche Bedeutung der mit dem Welken Hand in Hand gehenden Verfärbung der Blumenblätter zukommt, wurde schon bei früherer Gelegenheit (S. 423) erörtert. Bei manchen Pflanzen kommt es auch vor, daß sich alsbald nach der Ablagerung des Pollens auf die Narbe die benachbarten Blumenblätter einzeln oder in ihrer Gesamtheit vom Blütenboden ablösen, ohne vorher gewelkt zu sein, wie z. B. bei den Rosen, Mandelbäumen, Primeln und Fuchsen.

## 6. Die Befruchtung und Fruchtbildung der Phanerogamen.

Die Bestäubung des Narbengewebes mit Pollen ist nur die Einleitung zu dem Vorgange, welcher Befruchtung genannt wird. Es ist wissenschaftlich ungenau und auch irreführend, wenn, wie es gelegentlich geschieht, Bestäubung und Befruchtung für dasselbe gehalten werden. Ohne Bestäubung der Narben kann allerdings keine Befruchtung stattfinden, aber es findet oft genug eine Bestäubung statt, ohne daß durch Bildung der Pollenschläuche die Befruchtung folgt, und es kann, mit anderen Worten, auch eine Bestäubung erfolglos sein, was sich dann darin zeigt, daß die Frucht- und Samenbildung ausbleibt.

Wegen mangelhafter Unterscheidung von Bestäubung und Befruchtung sind in der alten Literatur eine Menge von Irrthümern entstanden. Solange man glaubte, daß alle Zwitterblüten sich selbst befruchteten, nahm man an, daß eine ausbleibende Fruchtbildung eine erfolglose Befruchtung bedeutete, ohne genau nachzusehen, ob denn überhaupt eine Bestäubung stattgefunden habe. Es ist sogar vorgekommen, daß Pflanzen, welche man in einem oder wenigen Stöcken im Garten hatte, für ganz unfruchtbar gehalten wurden, weil man nicht beachtete, daß zur Zeit, wenn der Pollen der Blüten stäubte, die Narben schon nicht mehr empfängnisfähig waren und wohl eine Bestäubung, aber keine Befruchtung mehr stattfinden konnte.

Mitunter hielt man Pflanzenarten für unfruchtbar, weil an dem Beobachtungsort die Insekten fehlten, welche bei ihnen die Übertragung des Pollens vorzunehmen pflegen. *Paederota Ageria*, eine in den Felsritzen der südlichen Alpen nicht seltene Pflanze, wurde in großer Menge im Innsbrucker Botanischen Garten gepflanzt, entfaltete dort alljährlich zahlreiche Blüten, blieb aber nichtsdestoweniger unfruchtbar. Die Blüten dieser Pflanze sind auf Kreuzung durch Vermittelung von Insekten berechnet. Da aber in dem erwähnten Garten jene Insekten fehlten, welche die Blüten der *Paederota Ageria* in den Südalpen besuchen, und da auch keine Autogamie bei dieser Pflanze stattfindet, so bildeten sich niemals Früchte aus. An den ursprünglichen Standorten in Südtirol und Krain werden die Blüten dieser Pflanze von Insekten besucht, und dort gehen aus ihnen auch Früchte in Hülle und Fülle hervor. Ähnlich verhält es sich auch mit mehreren aus fernen Ländern bei uns eingeführten und teilweise verwilderten Gewächsen. Die Zwitterblüten des im östlichen Asien einheimischen Kalmus (*Acorus Calamus*) stehen dicht gedrängt auf einer dicken Spindel und bilden das, was in der botanischen Kunstsprache ein Kolben genannt wird. Die Blüten sind vollkommen proterogyn. Wenn sich die Antheren öffnen, ist die Narbe schon braun und vertrocknet. Autogamie ist demnach hier ausgeschlossen. Die Entwicklung der Blüten schreitet von der Basis gegen die Spitze des Kolbens fort, und zur Zeit des Öffnens der Antheren an den untersten Blüten sind die Narben in den obersten Blüten noch belegungsfähig. Wenn der Pollen von den untersten Blüten zu den obersten übertragen würde, könnte daher eine Befruchtung stattfinden, freilich nur durch Vermittelung von Insekten, da der Pollen nicht stäubt. In Europa, wo diese Pflanze nicht ursprünglich einheimisch ist, kommt das niemals vor, und zwar darum nicht, weil jene Insekten fehlen, welche die Blütenkolben zu besuchen pflegen. Bei uns bleibt daher der Kalmus unfruchtbar. In seiner Heimat, in China und Indien, werden die Blüten durch Insekten gekreuzt, und dort bilden sich an den Kolben rötliche Beerenfrüchte aus. Die gelbrote Taglilie (*Hemerocallis fulva*) hat ephemere Blüten, welche sich im Sommer zwischen 6 und 7 Uhr morgens öffnen und zwischen 8 und 9 Uhr abends schließen. Die ganze Blüte macht den

Eindruck, daß sie auf große Tag- oder Abendſchmetterlinge, welche mit einem langen, dünnen Rüssel ausgestattet ſind, berechnet iſt. Merkwürdigerweiſe werden aber in unſeren Gegenden die Blüten der *Hemerocallis fulva* niemals von Schmetterlingen beſucht. Da in dieſen Blüten keinerlei Einrichtungen getroffen ſind, welche zu einer Autogamie führen würden, ſo bleiben in unſeren Gegenden die Narben unbelegt, und es kommt auch nicht zur Fruchtbildung. In den europäiſchen Gärten, wo die Pflanze doch ſehr verbreitet iſt und alljährlich reichlich blüht, ebenſo dort, wo ſie in der Nähe der Gärten im ſüdlichen Europa verwilderte, hat noch niemand eine Frucht derſelben mit keimfähigen Samen geſehen. Es iſt daher mehr als wahrſcheinlich, daß *Hemerocallis fulva* in ihrer urſprünglichen Heimat, das iſt im öſtlichen Aſien, von Tag- oder Abendſchmetterlingen beſucht wird, welche in Europa fehlen.

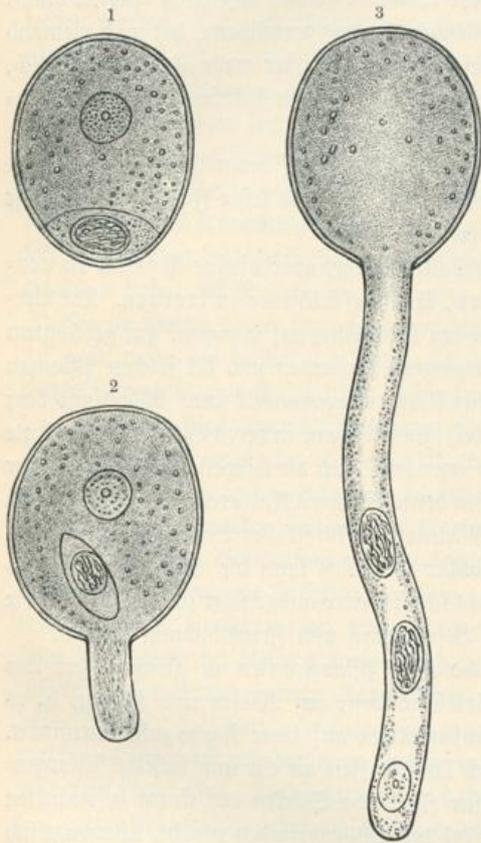
Daß auch die Blüten der amerikaniſchen *Yucca*-Arten, auf deren Narben der Pollen von kleinen, in Europa fehlenden Motten gebracht wird, bei uns keine Früchte anſetzen, iſt bereits bei früherer Gelegenheit erzählt worden (vgl. S. 382).

In vielen Fällen wird die Narbe zwar mit Pollen belegt, aber dieſer Pollen iſt verkümmert, und es geht ihm die Fähigkeit ab, Pollenſchläuche zu treiben. Die Verkümmerng des Pollens wird am häufigſten bei den in Gärten auf üppigem, gut gedüngtem Boden gezogenen Gewächſen, bei den künstlich erzeugten Baſtarden und bei ſolchen Pflanzen beobachtet, deren Pollenblätter teilweise in Blumenblätter umgewandelt ſind. Allerdings darf dieſe Erfahrung nicht ſo verallgemeinert werden, daß alle Pflanzen, in deren Blüten die erwähnte Umwandlung ſtattgefunden hat, ſchlechten Pollen erzeugen; denn die teilweise in Blumenblätter metamorphoſierten Pollenblätter der gefüllten Roſen bergen in ihren Antheren nicht ſelten ordentlichen befruchtungsfähigen Pollen, der von den Gärtnern bei künstlichen Beſtäubungen mit Erfolg verwendet wird. Aber für die Mehrzahl ſolcher Gewächſe kann die Verkümmerng des Pollens immerhin als Regel gelten, und es braucht kaum weiter ausgeführt zu werden, daß die Belegung der Narben mit ſolchem Pollen keine Befruchtung und Fruchtbildung bewirkt.

In der freien Natur, zumal an Orten, wo viele Pflanzenarten zu gleicher Zeit ihre Blüten entwickeln, wie z. B. am Rande von Waldbefänden, auf Wiefen und Heiden, iſt es unvermeidlich, daß ſich der Pollen der verſchiedenſten Arten auf einer Narbe zuſammenfindet. Mit Vorliebe halten ſich zwar die Inſekten durch längere Zeit an ein und dieſelbe Pflanzenart, inſondere dann, wenn dieſe Art in großer Zahl von Stöcken auf einem beſchränkten Gelände in Blüte ſteht; aber wer dieſen Tieren bei den Blütenbeſuchen zuſieht, überzeugt ſich leicht, daß auch der Wechſel in den aufgeſuchten Blüten ſehr häufig vorkommt. Die Biene, welche ſoeben in der Blüte einer Winterblume (*Eranthis*) Honig geſogen und ſich dabei mit Pollen beladen hat, fliegt von da zu den Blüten der Lorbeerweide (*Salix daphnoides*), und wenn ſie gerade an einem blühenden Strauche des Seidelbaſtes (*Daphne Mezereum*) vorbeikommt, ſo unterläßt ſie es gewiß nicht, auch dort einen Beſuch abzuſtatten, um ſich Honig zu holen; im nächſten Augenblicke ſchwirrt ſie zu den Blüten des Frühlingsſafrans (*Crocus vernus*) auf der angrenzenden Wiefe, um dann weiterhin noch in den Blüten des duftenden Veilchens (*Viola odorata*) einzukehren. Da darf es wohl nicht überrafchen, wenn auf den Narben des Veilchens ſich mitunter auch Pollenzellen der Winterblume, der Lorbeerweide, des Seidelbaſtes und des Frühlingsſafrans finden, oder daß an den Narben des Frühlingsſafrans auch Pollen des Seidelbaſtes haftet und ſo fort. Ähnlich verhält es ſich auch mit dem ſtäubenden Pollen. Auf den Narben der Einbeere (*Paris quadrifolia*) wurden einmal Pollenzellen der Fichte (*Abies excelsa*) und des Bingelkrautes (*Mercurialis perennis*), welche der

Wind herbeigetragen hatte, beobachtet, und ein anderes Mal sah man die Narbe des Gelbsterneß (*Gagea lutea*) mit dem Pollen der Grünerle (*Alnus viridis*) so dicht belegt, daß anderer Pollen daneben nicht mehr Platz gefunden hätte.

Daß der Pollen der Lorbeerweide nicht zur Befruchtung des Frühlingsjafrans, der Pollen des Bingelkrautes nicht zur Befruchtung der Einbeere und der Pollen der Grünerle nicht zur



Pollenkorn, sich zur Befruchtung ansehend: 1) An einem Ende ist die kleine häutlose antheridiale Zelle im Inneren des Pollentornes entstanden; 2) Beginn der Bildung des Pollenschlauches; die antheridiale Zelle hat sich abgelöst und liegt in der Pollenzelle neben deren Zellkern; 3) Entwicklung des Pollenschlauches; die antheridiale Zelle hat sich in zwei für die Befruchtung bestimmte generative Zellen geteilt, die in den Pollenschlauch hinabwandern; der Kern der Pollenzelle geht ihnen voran, hat aber keine Bedeutung mehr.

noch einer genaueren Feststellung. Aus dem Umstande, daß das Hervortreiben der Pollenschläuche in vielen Fällen mittels einer dreiprozentigen Rohrzuckerlösung, der man eine geringe Menge von Gelatine zugesetzt hat, auf einem Glasplättchen zustande gebracht werden kann, mag man den Schluß ziehen, daß irgendeine Zuckerart im gelösten Zustand in der Narbenflüssigkeit enthalten sei. Im Hinblick auf verschiedene andere Erscheinungen, insbesondere auf das früher erwähnte Wahlvermögen der Narben, ist aber anzunehmen, daß die chemische Zusammensetzung bei verschiedenen Arten in wesentlichen Dingen abweicht.

Befruchtung des Gelbsterneß taugen werde, ließ sich von vornherein erwarten. Man konnte an denselben nur jene Veränderungen erkennen, welche sich jedesmal einstellen, wenn Pollen auf eine feuchte Unterlage kommt, d. h. solche Pollenzellen beginnen manchmal Pollenschläuche zu treiben (s. nebenstehende Abbildung), die aber über die Anfänge nicht hinauskommen, und die Befruchtung und weitere Entwicklung von Frucht und Samen unterbleibt.

Welche Verhältnisse bei der Auswahl des richtigen Pollens ins Spiel kommen, ist schwer zu sagen. Die Beobachtungen der Vorgänge auf der Narbe erlauben die Annahme, daß das lebendige Protoplasma in der Pollenzelle durch Stoffe, welche aus dem Narbengewebe herkommen, beeinflusst wird. In dem einen Falle werden vielleicht diese Stoffe in die Pollenzelle aufgenommen, und der Protoplast zeigt infolgedessen Veränderungen, welche sich als Wachstum nach einer bestimmten Richtung kundgeben; in dem anderen Falle werden die Stoffe nicht aufgenommen, oder wenn sie auf osmotischem Wege in das Innere der Pollenzelle gelangen, so wird doch kein Wachstum angeregt. Es macht dann vielmehr den Eindruck, daß das lebendige Protoplasma unter dem Einflusse dieser aufgenommenen Stoffe geschädigt wird und zugrunde geht. Ob dies wirklich der Fall ist, und welcher Art die von der Narbe in die Pollenzelle übergehende Flüssigkeit ist, bedarf

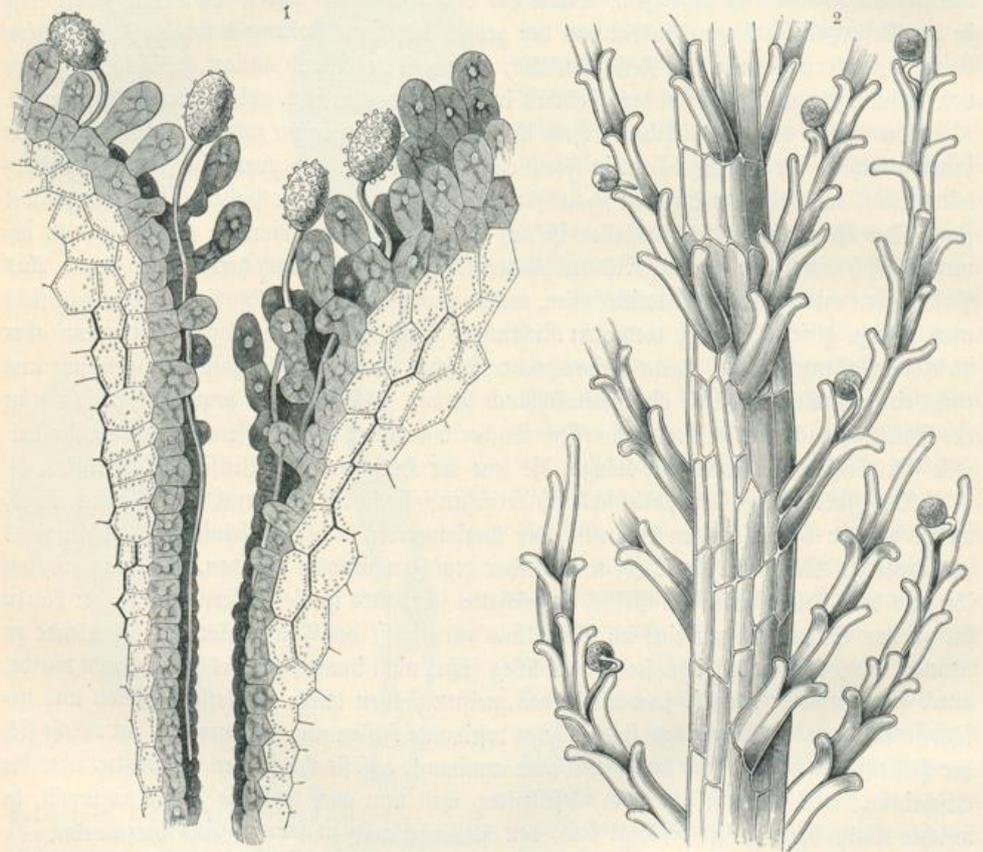
Nach diesen Bemerkungen, welche einzuschalten notwendig war, um mehrere an und für sich zwar richtige, aber noch nicht völlig erklärte Tatsachen in das rechte Licht zu stellen und zugleich vor Benutzung derselben als Stütze weitgehender Hypothesen zu schützen, ist es an der Zeit, die Entwicklung der Pollenschläuche aus den Pollenzellen zu schildern, auf welche die entsprechende geschlechtsreife Narbe einen nachweisbaren Einfluß übt. Ehe die Pollenkörner sich zur Keimung auf der Narbe anschicken, sind schon mit ihnen sehr merkwürdige innere Veränderungen vor sich gegangen. Schon vor dem Bestäuben haben sich Teilungsvorgänge in der Pollenzelle vollzogen, indem von der großen kugligen Pollenzelle sich im Inneren eine kleine, linsenförmige, hautlose Zelle abtrennt, die zuerst der Wand anliegt. Sie löst sich aber von dieser los und liegt neben dem Zellkern in der Pollenzelle (vgl. nebenstehende Abbildung).

Der nächste äußerlich sichtbare Erfolg ist das Hervordrängen der zarten, wachstumsfähigen inneren Schicht der Pollenzellhaut in Form eines Schlauches, und zwar häufig durch die Austrittsstellen, welche an der äußeren schalenförmigen Schicht derselben Pollenzellhaut vorgebildet sind. Der Bau dieser Austrittsstellen ist auf S. 280 geschildert worden; hier ist nur zu bemerken, daß durch jede der vorgebildeten Austrittsstellen ein Schlauch hervortreten kann. Aus Pollenzellen mit mehreren Austrittsstellen, welche man in eine Zuckerlösung eingelegt hat, sieht man nahezu gleichzeitig nach mehreren Richtungen Pollenschläuche hervordringen; wenn aber dieselben Pollenzellen auf einem entsprechenden frischen Narbengewebe haften, so geht nur aus einer einzigen Austrittsstelle ein Pollenschlauch hervor. Als bald nach dem Hervortreten zeigt der Pollenschlauch einen Querdurchmesser, welcher manchmal der verlassenen Hülle der Pollenzelle fast gleichkommt, und eine Länge, die jene der Hülle um das Vielfache übertrifft.

Das Ziel, welches der Pollenschlauch erreichen soll, ist die zu befruchtende Samenanlage, welche bei den bedecktsamigen Pflanzen oder Angiospermen in dem Gehäuse des Fruchtknotens verborgen ist. Mag nun die Narbe unmittelbar dem Fruchtknoten aufsitzen, oder mag zwischen ihr und dem Fruchtknoten ein Griffel eingeschaltet sein, stets ist die Entfernung von der Narbe bis zu den Samenanlagen eine im Verhältnis zur Größe des Pollenschlauches bedeutende zu nennen, und, was das Wichtigste ist, der Weg führt nicht immer, wie früher geglaubt wurde, durch einen offenen Kanal, sondern in den meisten Fällen durch geschlossene Zellen und geschlossenes Gewebe. Allerdings sind es ganz bestimmte Zellen und Zellenreihen, an welche sich der Pollenschlauch hält, und von denen man annimmt, daß sie ihn führen und leiten, aber die Erscheinung wird dadurch nur noch rätselhafter, weil nun auch noch die Frage auftaucht, in welcher Weise diese Zellen befähigt sind, den Pollenschlauch zu seinem Ziele hinzulenken.

Am einfachsten ist die Wanderung des Pollenschlauches durch einen wirklichen Griffelkanal, wie sie bei der Türkenbundlilie (*Lilium Martagon*; s. Abbildung, S. 484, Fig. 1) beobachtet wird. Wenn man den säulenförmigen Griffel dieser Lilienart quer durchschneidet, so zeigt sich, daß hier ein dreiseitiger Kanal vorhanden ist, welcher sich in der Richtung zum Fruchtknoten verengt, gegen die Narbe zu trichterförmig erweitert und mit einer dreistrahligen Spalte mündet. In der Umgebung dieser Mündung befinden sich zahlreiche kolbenförmige Papillen, durch welche die Pollenzellen festgehalten und zur Entwicklung der Pollenschläuche veranlaßt werden. Die Spitzen der Pollenschläuche wenden sich ausnahmslos der trichterförmigen Vertiefung zu und schmiegen sich bei ihrem Weiterwachsen den Zellen an, welche den Griffelkanal auskleiden. Diese sind zur Zeit des Eindringens der Pollenschläuche stets zu Schleim verquollen, und die Pollenschläuche wachsen daher hier in einem die Wände des Griffelkanals bekleidenden Schleim in die Fächer des Fruchtknotens zu den Samenanlagen hinab.

Wie ganz anders erfolgt dagegen die Wanderung des Pollenschlauches bei den Gräsern, für welche hier als Vorbild das Raigras (*Arrhenatherum elatius*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 2) gewählt sein mag. Von dem kugeligen Fruchtknoten gehen bei dieser Pflanze zwei in sanftem Bogen auswärts gekrümmte Gebilde aus, welche die Gestalt kleiner Federn haben, und die von den Botanikern als Narben beschrieben werden. Die Spindel dieser kleinen Federn besteht aus saftreichen, farblosen, langgestreckten Zellen; auch die dem Barte der



Entwicklung der Pollenschläuche: 1) Längsschnitt durch die Narbe und den oberen Teil des Griffels der Türkenbunblie (*Lilium Martagon*). Aus den Pollenzellen, die an den Narbepapillen haften, haben sich Pollenschläuche entwickelt, welche durch die verschleimten Zellen des Griffelkanals abwärts wachsen (nach Döbel-Port), 2) Ausschnitt der federförmigen Narbe des Raigrases (*Arrhenatherum elatius*). Aus den Pollenzellen, welche an den papillenförmigen Enden der Narbenzellen haften, haben sich Pollenschläuche entwickelt, deren fortwachsende Spitze die Scheidewände benachbarter Narbenzellen spaltet und in die gebildete Spalte einbringt. Fig. 1: 110fach, Fig. 2: 170fach vergrößert. (Zu S. 483—485.)

Feder entsprechenden zarten Fäden bestehen aus solchen Zellen. Diese sind einer Schraubenlinie entsprechend aneinander gereiht, zeigen die sogenannte Eindrittelstellung und sind mit ihren freien Enden unter einem stumpfen Winkel seitlich abgebogen, so daß diese Enden als zarte Papillen erscheinen. Weder in dem Federbarte noch in der Spindel desselben ist ein Zwischenzellengang zu bemerken; die Zellen schließen lückenlos aneinander, und der Pollenschlauch, welcher dieses Gewebe durchdringen wollte, müßte sich zuvor aus eigener Kraft den Weg bahnen. Das ist auch in der Tat der Fall. Die durch den Wind herbeigetragenen glatten

Zellen des stäubenden Pollens bleiben an dem zarten Federbarte hängen und erscheinen ausnahmslos den papillenartigen vorspringenden Enden der feinen Fäden angeschmiegt (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 2). Die Papillen sind prall und ihre Wandung mit einer ungemein zarten Kutikula überzogen. Kurze Zeit, nachdem sich an dieser oder jener Papille eine Pollenzelle angelegt hat, tritt aus der einzigen Austrittsstelle, welche diese Pollenzelle besitzt, der Pollenschlauch hervor. Mag nun die Austrittsstelle der Papille zugewendet oder von ihr abgewendet sein, stets richtet sich die Spitze des hervorstwachsenden Schlauches gegen den Winkel, welchen die zunächstliegende Papille mit der Achse des Fadens bildet, wobei oft die seltsamsten Krümmungen stattfinden. Überraschend ist es zu sehen, wie insbesondere jene Pollenschläuche, die aus einer von der Papille abgewendeten Austrittsöffnung der Pollenzelle hervorkommen, sich durch die umgebende Luft in Form eines Halbbogens oder mitunter in Form einer U-förmigen Schlinge diesem Winkel zuwenden. Bisweilen kommt es auch vor, daß sich der Pollenschlauch um eine der Papillen schraubenförmig herumwindet. Das Wunderbarste aber ist, daß die Spitze des Pollenschlauches, sobald sie in dem erwähnten Winkel angelangt ist, zwischen die festverbundenen Zellen hineinwächst, die Scheidewände der benachbarten Zellen spaltet und sich gewissermaßen einen Zwischenzellengang ausweitet, durch welchen dann der ganze Pollenschlauch gleich einem Wurme fortfrücht. Auch im Zellgewebe der Narbenspindel wandert der Pollenschlauch durch einen von seiner Spitze geschaffenen Zwischenzellengang, ja selbst mitten durch die von ihm durchbohrten Zellhäute, bis er endlich die Samenanlage im Fruchtknoten erreicht hat.

In dieser Beziehung unterscheiden sich die Gräser von jenen zahlreichen anderen Gewächsen, die für den einwandernden Pollenschlauch das sogenannte leitende Gewebe vorbereitet haben, dessen Zellen von den benachbarten auffallend abweichen. Der Griffel, durch welchen der Pollenschlauch hindurchwachsen soll, hat zwar auch hier keinen vorgebildeten offenen Kanal, aber durch die Mitte desselben zieht doch ein Strang aus reihenweise angeordneten, langgestreckten Zellen mit gequollenen Wandungen, und diese Wandungen sind es, welche durch die Spitze des von der Narbe herabwachsenden Pollenschlauches getrennt und zu einem Wege für den Pollenschlauch ausgeweitet werden. So verhält es sich beispielsweise bei den Nachtschattengewächsen und Skrofulariaceen. Das leitende Gewebe ist übrigens in vielen Fällen von der Umgebung nicht immer deutlich abgegrenzt, und es ist dann sozusagen die ganze Narbe und der ganze Griffel als leitendes Gewebe aufzufassen, wie das z. B. bei den Orchideen der Fall ist.

Wieder auf eine andere Art wird die Wanderung der Pollenschläuche von der Narbe abwärts zur Fruchtknotenhöhle bei den Malvaceen und den meisten Nelfengewächsen ausgeführt. Die Narben haben hier eine entfernte Ähnlichkeit mit denen der Gräser. Von der Oberfläche eines vielzelligen, langgestreckten, dem freien Auge als Faden erscheinenden Gewebeförpers erheben sich lange, zylindrische, glashelle, ungemein zarte Zellen, an welche der Pollen durch Vermittelung der Insekten angeheftet wird. Als bald nach dieser Anheftung treibt aus jeder Pollenzelle, und zwar immer nur aus einer der zahlreichen Austrittsstellen, der Pollenschlauch hervor, seine Spitze legt sich an die Wand einer glashellen Narbenzelle an und löst diese an der Berührungsstelle auf. Der ganze Pollenschlauch schlüpft nun durch die gebildete Öffnung in den Innenraum der betreffenden Narbenzelle und strebt weiterwachsend dem Gewebeförper zu, welcher die glashellen Narbenzellen trägt. Über das Verhalten des Pollenschlauches im Inneren dieser glashellen Narbenzellen sind Erfahrungen veröffentlicht worden, welche man, würden sie nicht von den gewissenhaftesten Beobachtern herrühren, kaum für glaubhaft halten möchte. An der Rade (*Agrostemma Githago*) wurde z. B. gesehen, daß der in die Narbenzelle

eingedrungene Pollenschlauch bei seinem Weiterwachsen mitunter eine falsche Richtung einschlägt, d. h. daß er nicht sofort nach dem Eindringen die Richtung gegen die Samenanlage einhält, sondern anfänglich in entgegengesetzter Richtung weiterwächst. In solchen Fällen findet aber stets eine Umkehr statt, und es dauert nicht lange, bis die Spitze des Pollenschlauches die zur Samenanlage führende Richtung gefunden hat, sich nun dem Gewebekörper zuwendet, welcher die glashellen Narbenzellen trägt, und hier, sich einen Zwischenzellengang ausweitend, bis zur Höhlung des Fruchtknotens vordringt.

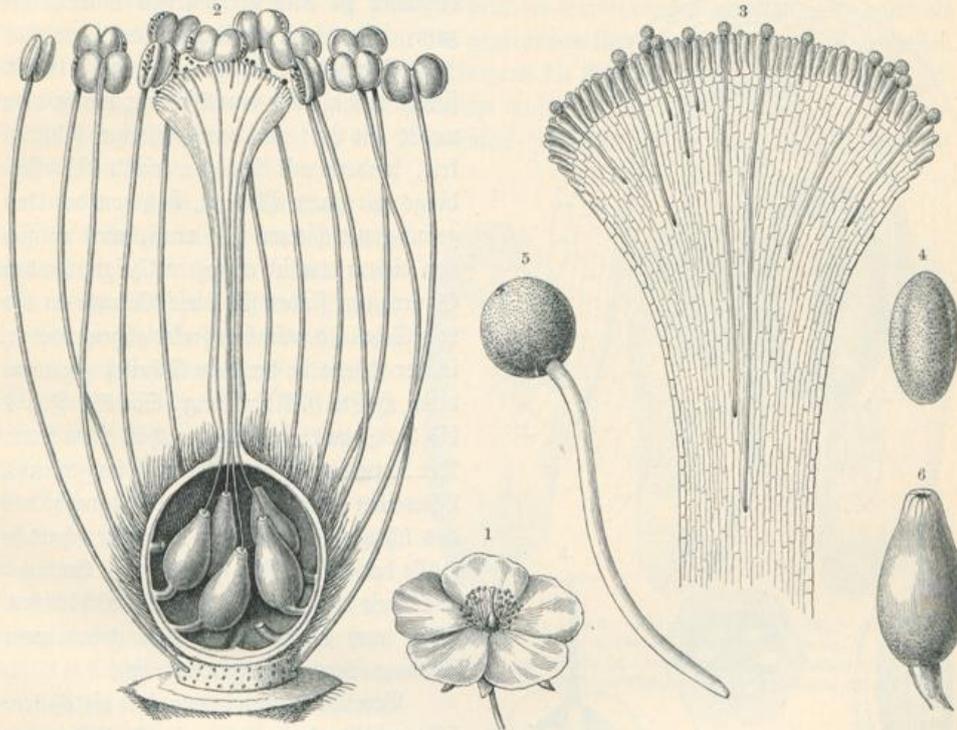
Um die Samenknochen zu erreichen, bedarf der von der Narbe oder von dem Griffel in den Bereich der Fruchtknotenöhle übergetretene Pollenschlauch neuerdings einer Führung. Er hat hier eine genau bestimmte Bahn einzuhalten und eine genau bestimmte Stelle zu erreichen. Er soll zu der im Fruchtknoten verborgenen Samenanlage gelangen und soll dort zum Embryosack geführt werden, in welchem eine Zelle, die zu befruchtende Eizelle, ihrer Befruchtung harret.

Die Eintrittsstelle zur Samenanlage ist in den meisten Fällen die von den Integumenten freigelassene, unter dem Namen Mikropyle bekannte Stelle der Samenanlage (S. 268). Bei *Casuarina*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Ulmus* und auch noch bei verschiedenen Gattungen der Juglandaceen gelangt dagegen der Pollenschlauch nicht durch die Mikropyle in das Innere der Samenanlage, sondern wächst aus dem Griffel durch die Plazenta zum Funikulus und dringt durch diesen und das Verbindungsgewebe zwischen Funikulus und Samenanlage, den sogenannten Hagelfleck oder die Chalaza, in den Kern der Samenanlage, welcher Vorgang mit dem Namen Chalazogamie bezeichnet worden ist.

Was das erstere, d. h. das Eindringen des Pollenschlauches durch die Mikropyle, anbelangt, so ist zu bemerken, daß dieser Teil der Samenanlage im Inneren des Fruchtknotens nur in seltenen Fällen so eingestellt ist, wie es die Abbildungen auf S. 268 und S. 487, Fig. 2, darstellt, nämlich in der geraden Verlängerung des Weges, welchen der von der Narbe durch den Griffel herabkommende Pollenschlauch bisher eingehalten hat. Viel öfter ist die Samenanlage durch das Wachstum des Stieles oder Funikulus wie umgestürzt, so daß die Mikropyle dem Grunde der Fruchtknotenöhle zugewendet ist, oder dieselbe sieht der Seitenwand des Fruchtknotengehäuses, bisweilen auch der den Fruchtknoten durchziehenden Mittelsäule zu, wie es durch die Abbildung auf S. 488, Fig. 1—3, zur Anschauung gebracht ist.

Auch ist der Umstand zu berücksichtigen, daß in den meisten Fällen mehrere Samenanlagen in der Höhlung eines Fruchtknotens verborgen sind, daß zu jeder Samenanlage ein Pollenschlauch hinwachsen soll, und daß daher die Wege für die gemeinschaftlich durch den Griffel herabgekommenen Pollenschläuche im Fruchtknoten auseinander laufen, ähnlich wie die Seitenwege, welche von einer Hauptstraße abzweigen. Man sollte nun erwarten, daß gerade für diesen wichtigsten Abschnitt des Weges, welchen die Pollenschläuche zu nehmen haben, besondere Leitungsvorrichtungen ausgebildet seien, ist aber bei näherem Zusehen sehr enttäuscht; denn nur in verhältnismäßig wenigen Fällen finden sich besondere saftstrogende Papillen, verlängerte fadenförmige Zellen, zapfenartige Gewebekörper, Leisten und Furchen, welche die Führung der Pollenschläuche in der Fruchtknotenöhle übernehmen, und dennoch kommen die Pollenschläuche stets pünktlich zu jenen Stellen der Samenanlage, wo sich die Befruchtung vollziehen soll. Sind zahlreiche Samenanlagen in der Höhlung des Fruchtknotens vorhanden, wie bei dem Sonnenröschen *Helianthemum* (s. nebenstehende Abbildung), so laufen die Pollenschläuche, welche bisher bündelförmig gruppiert von der Narbe herabgewachsen waren, strahlenförmig auseinander, und jeder derselben steuert einer anderen Samenanlage zu.

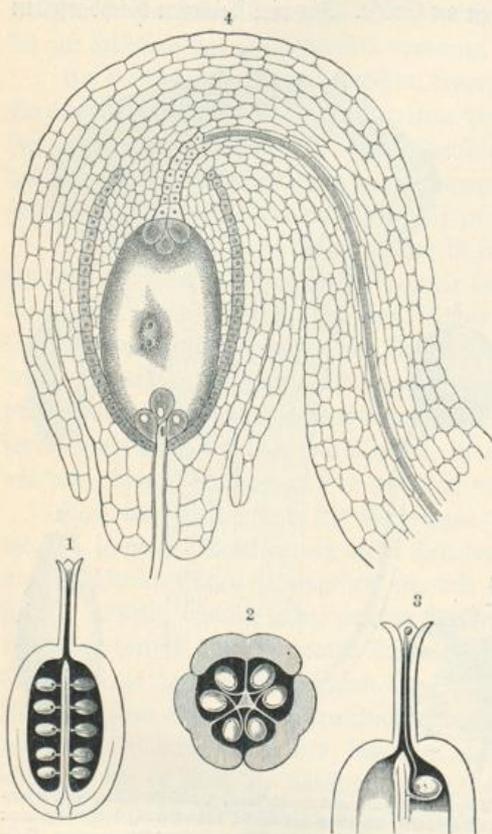
Die wichtigste Zelle der ganzen Samenanlage ist diejenige, welche den Eiapparat einschließt. Wir nennen sie bei den hier zunächst in Betracht kommenden bedecktfamigen Phanerogamen (Angiospermen) Embryosack. Der Embryosack war anfänglich nichts weiter als eine der vielen Zellen des Gewebekörpers, welcher den Kern der Samenanlage (Knospentern) bildet und von Integumenten eingehüllt wird. Aber diese Zelle wuchs schnell heran und übertrifft zur Paarungszeit alle ihre Nachbarzellen an Größe. Die viel kleineren Nachbarzellen



Entwicklung der Pollenschläuche: 1) Blüte des Sonnenröschens (*Hellanthemum marifolium*), 2) dieselbe Blüte, die Blumenblätter entfernt, der Fruchtknoten, der Griffel und die Narbe im Längsschnitt; die durch den Griffel bündelförmig hinabwachsenden Pollenschläuche laufen in der Fruchtknotenöhle auseinander, und jeder derselben trifft auf die Mikropyle einer Samenanlage, 3) die Narbe und der obere Teil des Griffels; aus einem Teile der an den Papillen der Narbe haftenden Pollenzellen haben sich Pollenschläuche entwickelt, welche in das Gewebe des Griffels hineingewachsen sind (nach Bailly), 4) trockene Pollenzelle, 5) befeuchtete Pollenzelle, welche einen Pollenschlauch treibt, 6) Samenanlage des *Hellanthemum marifolium*. Fig. 1 in natürl. Größe, Fig. 2: 22fach, Fig. 3: 55fach, Fig. 4 und 5: 300fach, Fig. 6: 50fach vergrößert. (Zu S. 486.)

bilden um sie eine geschlossene Hülle, aber die Integumente lassen einen Zugang offen. Die offen gelassene Stelle wird, wie schon erwähnt, Mikropyle genannt. Diese bildet allgemein mit Ausnahme der verhältnismäßig wenigen durch Chalazogamie sich befruchtenden Arten die Pforte, durch welche der Pollenschlauch eindringt (vgl. S. 268). Wie die drei auf S. 489 stehenden Abbildungen des Embryosackes erkennen lassen, haben sich im Raum dieser Zelle an dem der Mikropyle zugewandten Scheitel nach wiederholter Kernteilung drei hautlose Zellen gebildet. Die eine davon ist die Eizelle, die beiden anderen heißen Gehilfsinnen oder Synergiden, da sie wahrscheinlich bei der Zuleitung des Pollenschlauchinhaltes zur Eizelle mitwirken. Gegenüber diesem „Eiapparat“ haben sich an der anderen Seite des Embryosackes ebenfalls drei Zellen unbekannter Bedeutung angelagert, die man als Antipoden oder Gegenfüßlerinnen bezeichnet.

Dieser ganze auffallende Zellenapparat entsteht auf folgende Weise. Anfänglich enthält der Embryosack in seinem Protoplasten nur einen einzigen Kern. Dieser teilt sich in zwei Kerne, welche sich noch zweimal teilen, so daß endlich acht Kerne vorhanden sind, von denen sich vier nach oben, vier nach unten wenden. An diesen Orten bilden sich nun um je drei der Kerne die schon genannten Zellgruppen. Es bleiben von den acht Kernen oben und unten je einer



Befruchtung: 1) Längsschnitt durch die Fruchtanlage von *Ornithogalum nutans*, 2) Querschnitt durch dieselbe Fruchtanlage, 3) Längsschnitt durch die Narbe, den Griffel und den obersten Teil des Fruchtknotens von *Ornithogalum nutans*; von der an der Narbe haftenden Pollenzelle geht ein Pollenschlauch aus, dessen Spitze an der Mikropyle einer Samenanlage angelangt ist; 4) Längsschnitt durch die Samenanlage von *Ornithogalum*; die Spitze des Pollenschlauches hat sich durch die Mikropyle den Weg in den Embryosack gebahnt und berührt die Synergiden (schematisch). Fig. 2, 3: 3fach, Fig. 1: 2fach, Fig. 4: 100fach vergrößert. (Zu S. 486.)

zeichnet. Der andere Kern ist mit einem zarten Fadennetz erfüllt, gehört der größeren Teilzelle des Pollenkerns an, welche zum Pollenschlauch auswächst, und heißt, weil er sich nicht an dem Befruchtungsprozeß beteiligt, vegetativer Kern. Während der Pollenschlauch nun sein Wachstum aufnimmt, um die Samenknope zu erreichen, teilt sich die generative Zelle nochmals, in zwei Zellen, die fast ganz aus der Kernsubstanz bestehen, und alle Kerne wandern in den Pollenschlauch hinab, der vegetative Kern voran, die generativen Kerne hinterdrein.

übrig. Diese „Polkerne“ wandern nun aufeinander zu und verschmelzen miteinander zum „sekundären Embryosackkern“.

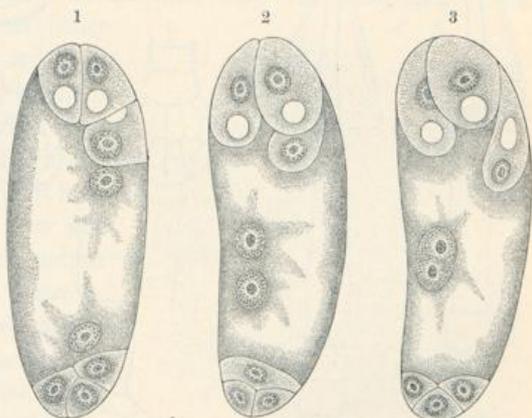
Sowohl die Eizelle als auch die Gehilfinnen enthalten je eine Vakuole, welche aber weder mit Luft noch mit wässriger Flüssigkeit, sondern mit Plasma erfüllt ist, allerdings mit einem Plasma, das von der Umgebung verschieden sein muß, weil es sich von diesem deutlich abgegrenzt zeigt. In den Synergiden findet sich diese Vakuole in der vom Scheitel des Embryosackes abgewendeten, in der Eizelle in der dem Scheitel zugewendeten Hälfte (s. Abbildung, S. 489, Fig. 1 bis 3). Jede dieser Zellen enthält einen Kern. Der Kern der Eizelle wird Eikern genannt. Bisweilen ist dieser Kern so umfangreich, daß das übrige Protoplasma nur eine schwache Hülle desselben bildet. Nun ist der Embryosack bereit zum Empfang des Pollenschlauches. Aber auch in der Pollenzelle gehen neue sichtbare Veränderungen vor sich.

Von dem Protoplasma, das die Pollenzelle erfüllt, hatte sich, wie S. 482 in der Abbildung erläutert ist, ein Teil als linsenförmige Zelle abgesondert, und die Pollenhaut umhüllte nun eine kleinere und eine größere Zelle. Jede derselben besitzt einen Zellkern. Aber diese Kerne weichen sowohl an Größe als auch im Bau voneinander ab. Der Kern der kleineren Zelle, welche die Befruchtung vollführen soll, enthält einen grobfädigen Knäuel, er wird als generativer Kern be-

Wenn die Pollenschlauchspitze an dem Scheitel des Embryosackes angelangt ist, stellt sich an dem der Mikropyle zugewendeten Teile jeder Synergidenzelle eine Längsstreifung ein, und es bildet sich dort eine Kappe aus, von welcher flüssige Stoffe ausgeschieden werden. Auch zieht sich das Protoplasma der Synergiden zusammen und wird stark lichtbrechend. Diese Veränderungen stehen ohne Zweifel mit der Aufgabe der Synergiden, den Spermakern des Pollenschlauches zur Eizelle hinzuleiten, im Zusammenhange. Durch die von den Synergiden ausgeschiedenen Stoffe wird nämlich die zarte Zellhaut des Embryosackes aufgelöst, und durch die Zusammenziehung der Synergiden soll für den generativen Kern ein Weg zur Eizelle geschaffen werden. In manchen Fällen beschränkt sich übrigens die Veränderung nicht nur auf die Zusammenziehung, sondern es erfolgt eine förmliche Auflösung der Synergiden.

Sobald der Pollenschlauch an den Embryosack herangetreten ist, wird seine Zellhaut an der Berührungsstelle aufgelöst oder doch

so verändert, daß sie dem Durchtritt der generativen Kerne kein Hindernis mehr entgegensetzt. Die beiden generativen Kerne, welche bis zur Spitze des Pollenschlauches gelangt waren, treten aus und in den Embryosack ein. Die Eizelle übernimmt nun denjenigen Kern (Spermakern), welcher bei der Wanderung vorausging. Der zweite scheint die Bedeutung eines Reservekernes zu haben und nur dann an die Reihe zu kommen, wenn der erste die zur Befruchtung nötigen Fähigkeiten nicht besitzen sollte. Er geht in vielen Fällen zugrunde. In anderen Fällen aber vereinigt er sich mit dem noch vorhandenen Embryosackkern und ist, wie es scheint,



Embryosack in drei Entwicklungsstadien (Fig. 1—3); in jedem derselben sind, in der Reihenfolge von oben nach unten, zu sehen: die Synergiden und die Eizelle, der obere Polkern, der untere Polkern, die Antipoden (schematisch). Zu S. 487, 488 und 491.

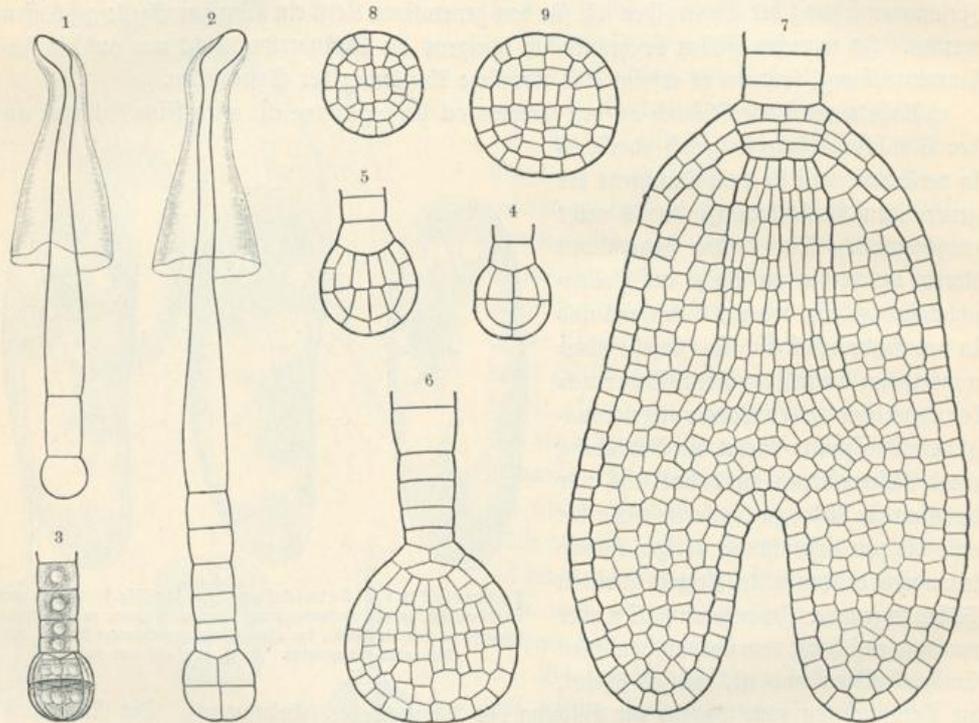
die Veranlassung zum Beginn der Bildung des Nährgewebes (Endosperm). Die Aufnahme des Spermakernes von der Eizelle vollzieht sich in folgender Weise. Der Spermakern tritt seitlich an die Eizelle heran, dringt in diese ein und nähert sich dem im unteren Teile der Eizelle eingelagerten Eiferne. Beide Kerne verschmelzen miteinander, und dieser Vorgang wird als der Akt der Befruchtung aufgefaßt.

Was mit dem aus dem Pollenschlauch entleerten Plasma, in welchem die Spermakerne eingelagert waren, geschieht, ist noch fraglich. Es wird angenommen, daß dieses Protoplasma zur Ernährung der befruchteten Eizelle dient.

Nachdem die Befruchtung durch den Spermakern erfolgt ist, umgibt sich die Eizelle mit einer Haut von Zellstoff. Die so gebildete Zelle nennt man Keimzelle, der durch Verschmelzung entstandene Kern dieser Zelle heißt Keimkern, und aus dieser Zelle geht der Embryo hervor, aus dem sich ein neues Pflanzenindividuum entwickelt. Möge die Pflanze, die daraus entsteht, klein oder groß werden, immer war sie im Anfang einmal eine einzige Zelle, eine Keimzelle.

Die Entwicklung des Keimlings oder Embryos aus der Keimzelle zeigt bei den Pflanzen eine große Übereinstimmung, wenn auch in gewissen Pflanzenabteilungen Verschiedenheiten zu verzeichnen sind. Nachdem die Eizelle durch ihre Befruchtung zur Keimzelle

geworden ist, beginnt sie zu wachsen, und indem sie sich in die Länge streckt, entstehen hintereinander mehrere parallele Zellwände. Dadurch entsteht ein zylindrischer kleiner, in den Embryosack hereinwachsender Zellkörper, dessen kugelförmige Endzelle sich zum Embryo ausbilden soll, während die übrigen Zellen als Träger dieser Embryonalkugel dienen (Fig. 1 und 2). Die an dem Embryoträger hängende Kugel teilt sich jetzt durch senkrecht aufeinanderstehende Zellwände nach den drei Richtungen des Raumes, wonach die Kugel aus acht Zellen besteht (Fig. 3). Dann aber gliedert sich der kleine Embryonalkörper schon in verschiedene Gewebe-



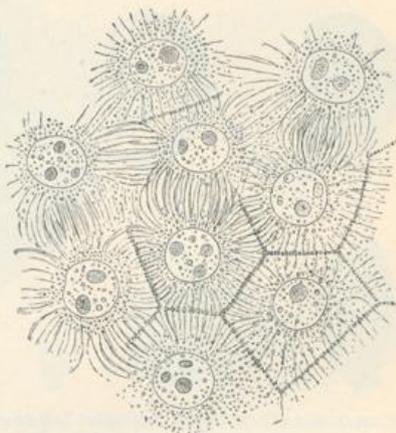
Keimentwicklung im Embryosack von *Brassica Napus* (Raps; nach Kn): 1) oberer Teil des Embryosackes; aus der befruchteten Eizelle hat sich der schlauchförmige Embryoträger entwickelt, der, am Mikropylenende befestigt, am anderen Ende die kugelförmige Zelle trägt, aus der der Embryo entsteht; 2) und 3) die Embryonalzelle hat sich zuerst durch zwei aufeinander senkrechte Wände in vier Zellen, darauf durch eine horizontale Wand in acht Zellen geteilt; 4) Anlage der Epidermis durch gekrümmte, der Kugeloberfläche parallele Wände; 5) Ausbildung des Körpergewebes und der Epidermis durch neue Zellteilungen; 6) weiter entwickelter Keim; an seinem Aufbau beteiligt sich auch die letzte Zelle des Embryoträgers (die Hypophyse), sie drängt sich flach pyramidenförmig zwischen die unteren Oktanten der Embryonalkugel ein (Fig. 2, 4, 5) und schließt den Embryo durch einige Zellteilungen unten ab (Fig. 6); 7) Bildung der Kotlebedonen und des Wurzelendes und weitere Differenzierung der inneren Gewebe; 8) und 9) Querschnitte der Embryos 5) und 6).

formen, indem durch Entstehung von Wänden parallel der Oberfläche die Epidermis angelegt wird (Fig. 4 und 5). Während diese Gewebebildung durch Vermehrung der Zellen fortschreitet, erfolgt nun auch die erste Ausgestaltung des Körpers, indem aus dem einen Ende ein oberes oder zwei Keimblätter herauswachsen (Fig. 7). Haben diese ihre Größe erreicht, woneben auch am anderen Ende die embryonale Wurzel ausgebildet wird, dann stellt der Embryo sein Wachstum vorläufig ein und ruht im Samen, bis dieser zur Keimung gelangt. Der ausgewachsene Keimling besteht bei einigen Schmarogerpflanzen und bei den Orchideen aus einer kleinen Zellengruppe, welche keinerlei Gegensatz von Achse und Blättern erkennen läßt; bei den meisten bedecksamigen Phanerogamen aber erscheint er deutlich gegliedert, und man unterscheidet an ihm

bereits die Anlage eines Stammes, die Anlage einer ersten Wurzel und die Anlagen von Blattgebilden (s. Abbildung, S. 20, Fig. 1 und 2). Am meisten in die Augen fallend sind die Keimblätter, welche vom Keimblattstamm ausgehen, und welche bei manchen Arten, wie z. B. *Styphnolobium japonicum*, durch reichliches in den Zellen ausgebildetes Chlorophyll grün gefärbt sind. Bei vielen Pflanzen, so z. B. bei den Äpfeln und Mandeln, den Bohnen und Erbsen, der Kapuzinerkresse und der Wassernuß sowie bei den Eichen (s. Abbildung, S. 23, Fig. 1—6), werden die Keimbätter gedunsen, dick und prall, gestalten sich zu einem Reservestoffbehälter, liefern für die auswachsende Achse des Keimlings die nötigen Baustoffe und füllen endlich den von den Integumenten umschlossenen Raum so vollständig aus, daß für andere Gebilde neben dem Keimling kein Platz mehr übrig bleibt. In den meisten Fällen aber sind die Keimblätter zart und dünn, und es würden die in ihnen abgelagerten Stoffe als Baustoffe für die auswachsende Achse nicht ausreichen. Dann erscheint dem Keimling, welcher früher oder später von der Mutterpflanze sich trennt, für die erste Zeit seiner Selbständigkeit ein Vorrat von Nährstoffen in einem besonderen Speichergewebe mitgegeben (vgl. S. 489). Dieses Gewebe, dessen Zellen mit Fett und Mehl (Stärke- und Proteinkörner) vollgepropt sind, entspricht dem Dotter im Vogelei, und es wäre sehr wünschenswert, wenn sich die Botaniker dahin einigen könnten, daselbe auch bei den Pflanzen Dotter zu nennen. Die mannigfaltigen Namen, welche diesem Nahrungsspeicher gegeben wurden, Endosperm, Albumen, Eiweiß, Eiweißkörper usw., sind nämlich unzutreffend und verwirrend, weil sie in ihrem Anlaute ganz oder teilweise mit den für wesentlich andere Stoffe und Gebilde eingebürgerten und in Anwendung gebrachten Bezeichnungen übereinstimmen.

Den Ausgangspunkt für dieses gewöhnlich Endosperm genannte Speichergewebe bilden zwei schon frühzeitig im Embryosack angelegte Kerne (s. Abbildung, S. 489, Fig. 1), die man als oberen und unteren Polkern unterschieden hat. Diese beiden Kerne, um welche sich ein Teil des Protoplasmas ballt, nähern sich (s. Abbildung, S. 489, Fig. 2) und verschmelzen daraufhin zu einem einzigen Kerne, dem sogenannten Zentralkerne (Fig. 3), der dann später nochmals mit dem einen generativen Kern der Pollenzelle verschmilzt. Indem der Kern daraufhin wiederholte, sehr häufige Teilungen erfährt, wird er der Ausgangspunkt für ein parenchymatisches Gewebe (vgl. obenstehende Abbildung), welches im Embryosack mit dem Embryo heranwächst und dessen Zellen sich mit den erwähnten Reservestoffen (Fett, Stärke- und Proteinkörner) füllen. In seltenen Fällen, z. B. bei den Palmen, besteht das Endosperm auch aus Zellulose von hornartiger Konsistenz, z. B. beim Dattelfern.

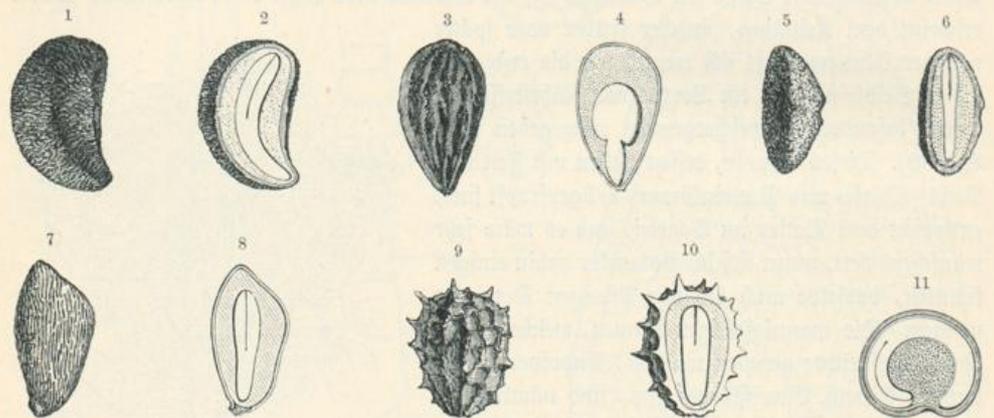
Die Verbindung des Keimlings mit seinem Nahrungsspeicher ist auf sehr verschiedene Weise hergestellt. In vielen Fällen, wie z. B. bei dem Gauchheil, dem Sauerflee, dem Löwenmaul und dem Erdbeerbaum (*Anagallis phoenicea*, *Oxalis Acetosella*, *Antirrhinum majus*, *Arbutus Unedo*; s. Abbildung, S. 492, Fig. 3—10), liegt der geradlinige Keimling mitten in dem Nahrungsspeicher eingebettet. Auch bei der Weinraute (*Ruta*



Bildung des Endosperms durch Scheidewandbildung im Umkreis der Zellkerne.

graveolens; s. untenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2), welche einen gekrümmten Keimling besitzt, beobachtet man dasselbe Verhältnis; dagegen liegt bei der Kermesbeere (*Phytolacca decandra*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 11) der Keimling dem Nahrungsspeicher seitlich an und ist um denselben wie ein Hufeisen gekrümmt. Die Sapindaceen und die Melbegewächse zeigen einen spiralig gerollten Keimling. Bei den Gräsern ist der Keimling dem Nahrungsspeicher seitlich angeschmiegt, aber nicht gekrümmt, sondern gerade. In welcher Weise der auswachsende Keimling die ihm von der Mutterpflanze in dem Speichergewebe mitgegebenen Nährstoffe verbraucht und sich nutzbar macht, wurde ausführlich auf S. 10 geschildert.

Sowohl der Keimling als auch das Speichergewebe nehmen auf Kosten der an den Embryosack unmittelbar angrenzenden, mit Protoplasma erfüllten Zellen des Knospenkerns (S. 268) an Umfang zu, und dies Gewebe wird dabei völlig aufgesogen. Nur bei verhältnismäßig wenigen



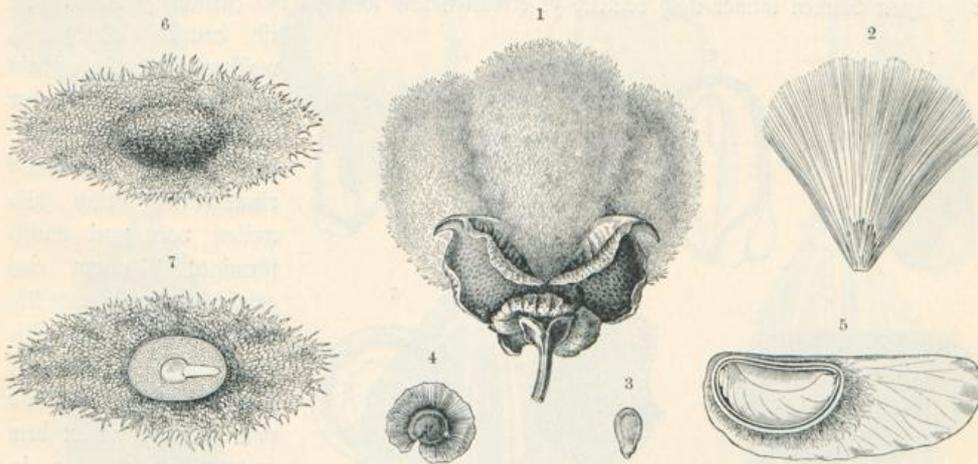
Samen mit einem Speichergewebe: 1) *Ruta graveolens*, ganzer Same, 2) Längsschnitt durch denselben; 3) *Oxalis Acetosella*, ganzer Same, 4) Längsschnitt durch denselben; 5) *Anagallis phoenicea*, ganzer Same, 6) Längsschnitt durch denselben; 7) *Arbutus Unedo*, ganzer Same, 8) Längsschnitt durch denselben; 9) *Antirrhinum majus*, ganzer Same, 10) Längsschnitt durch denselben; 11) Längsschnitt durch den Samen von *Phytolacca decandra*. (Nach Bailton.)

Pflanzen bleibt ein Teil der genannten Zellen erhalten und erlangt eine ähnliche Bedeutung wie das Speichergewebe, welches sich im Inneren des Embryosackes ausgebildet hat. Es füllen sich nämlich auch diese Zellen mit Fett und mit Stärke- und Proteinkörnern, welche späterhin von dem auswachsenden Keimlinge verwertet werden können. Im Gegensatz zu dem Endosperm, unter welchem Namen das im Embryosack entstandene Speichergewebe bezeichnet wird, hat man jenes, welches außerhalb des Embryosackes entsteht, Perisperm genannt. Aber es finden nun infolge der Befruchtung noch weitere Veränderungen statt, nicht nur der Samenanlage, welche dem Samen das charakteristische Äußere geben, sondern auch des Fruchtknotens.

Der Keimling bedarf bestimmter Ausrüstungen für seine Reise und seine neue Ansiedelung, er bedarf entsprechender Verbreitungsmittel, er bedarf einer Schutzwehr gegen die vernichtenden Angriffe der auf Pflanzenkost angewiesenen Tiere bis zu jenem Zeitpunkt, in welchem er die Mutterpflanze verläßt, und er bedarf auch einer Versicherung gegen die Ungunst der Witterung. Diese Ausrüstungen werden nun durch eigentümliche, nach der Befruchtung eintretende Veränderungen der Integumente, der Fruchtblätter, des Blütenbodens und der Hochblätter zustande gebracht.

Die Integumente verwandeln sich in die Samenschale. Die Samenschale zeigt eine

große Mannigfaltigkeit der Gestalt. Sie ist meistens mehrschichtig, und die aufeinanderfolgenden Schichten werden aus den verschiedenartigsten Zellformen aufgebaut. Bald erscheint sie weich und dünnhäutig, bald steif und fest, pergamentartig, holzig, hornartig oder steinhart, wieder in anderen Fällen fleischig und saftreich oder in eine schleimige, klebrige Masse umgewandelt. Die äußerste Schicht dieser Schale ist in den meisten Fällen braun, grau oder schwarz, seltener gelb und weiß und am seltensten rot gefärbt. Welche Bedeutung die verschiedenen schleimigen Überzüge, die Zellenlagen, aus denen bei Befruchtung klebrige Stoffe ausgeschieden werden, ferner die kleinen Grübchen und Furchen, Warzen und Runzeln, Riefen und Kege, Spitzen und Zacken für das Festhalten der Samen an das Keimbett haben, wurde bereits S. 30 ff. erörtert. Wenn die Samen durch den Wind verbreitet werden sollen, so

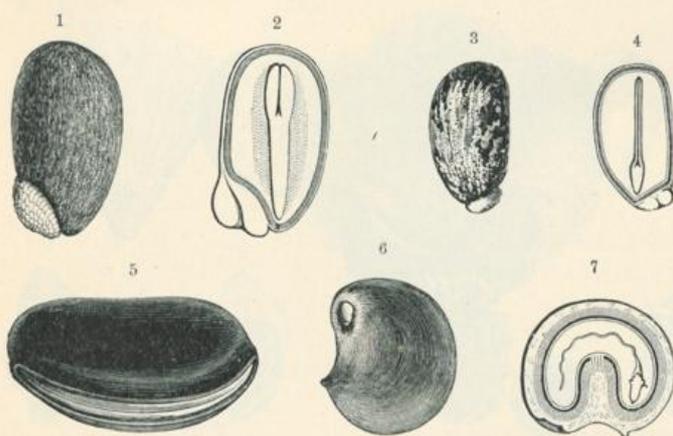


Samen mit flügelartigem Saum und Samenhaaren: 1) aufgeprungene Frucht von *Gossypium herbaceum*, die behaarten Samen zwischen den Klappen sichtbar; 2) Same von *Populus tremula* mit Samenhaaren, 3) derselbe Same, von dem Haarmantel abgelöst; 4) geflügelter Same von *Lepigonum marginatum*; 5) Längsschnitt durch den geflügelten Samen von *Vochysia*; 6) geflügelter Same von *Cinchona*, 7) Längsschnitt durch diesen Samen. Fig. 3–7 vergrößert. (Zum Teil nach Baillon.)

erheben sich von der oberflächlichen Schicht ihrer Schale flügelartige Leisten und Säume, wie beispielsweise bei dem zu den Mieren gehörigen *Lepigonum marginatum* (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4), den Samen der Chinarindenbäume (*Cinchona*; s. obenstehende Abbildung, Fig. 6 und 7) und der tropischen *Vochysia* (Fig. 5), welche, nebenbei bemerkt, durch die übereinandergerollten Keimblätter des Keimlinges ausgezeichnet ist. Manchmal geht von den oberflächlichen Zellen der Samenschale eine Unmasse langer, zarter Haare aus, wie bei der Baumwollstaude (*Gossypium*; s. obenstehende Abbildung, Fig. 1) und dem zu den Wollbäumen gehörenden *Eriodendron*.

Bei nicht wenigen Pflanzen entwickeln und erheben sich von der Basis oder von dem Träger der Samenanlage noch besondere Gebilde, welche zur Zeit der Reife des Keimlinges wie ein Mantel die aus den Integumenten hervorgegangene Samenschale ringsum einhüllen und unter dem Namen Samenmantel (*arillus*) begriffen werden. Bei manchen Passifloreen, Sapindazeen und Jelastrineen, unter anderen bei der Gattung Spindelbaum (*Evonymus*), stellt er eine breiige oder fleischige, gewöhnlich lebhaft rot gefärbte Masse dar, und bei den Myrsinaceen bildet er eine eigentümlich zerschligte Hülle. Der Samenmantel der Muskatnuss, welcher als rote zerschligte Umhüllung den braunen Samen umgibt, kommt als Gewürz

mit dem falschen Namen „Muskatblüte“ in den Handel. Wenn die Leisten und Lappen oder das fleischige Gewebe nur einseitig von der Basis oder von dem Träger der Samenanlage ausgehen, so spricht man von einer Samenschwiele (caruncula). Eine sehr auffallende, einem fleischigen Hahnenkamm vergleichbare Samenschwiele zeigt das Schöllkraut (*Chelidonium majus*). Beschränkt sich die Zellwucherung auf den sogenannten Nabel, das ist die Stelle, wo sich der Same von seinem Träger ablöst, so wird dieselbe insbesondere Nabelschwiele genannt. Solche Nabelschwiele beobachtet man z. B. bei dem Veilchen (*Viola*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2) und bei dem Rizinus (*Ricinus*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 3 und 4). Die Umgebung der Stelle, wo die Samenanlage mit ihrer Unterlage im Zusammenhange stand, ist auch dann, wenn dort keine Schwiele ausgebildet wurde, am abgelösten Samen immer noch deutlich zu erkennen und wird Nabel (hilum) genannt. Sie



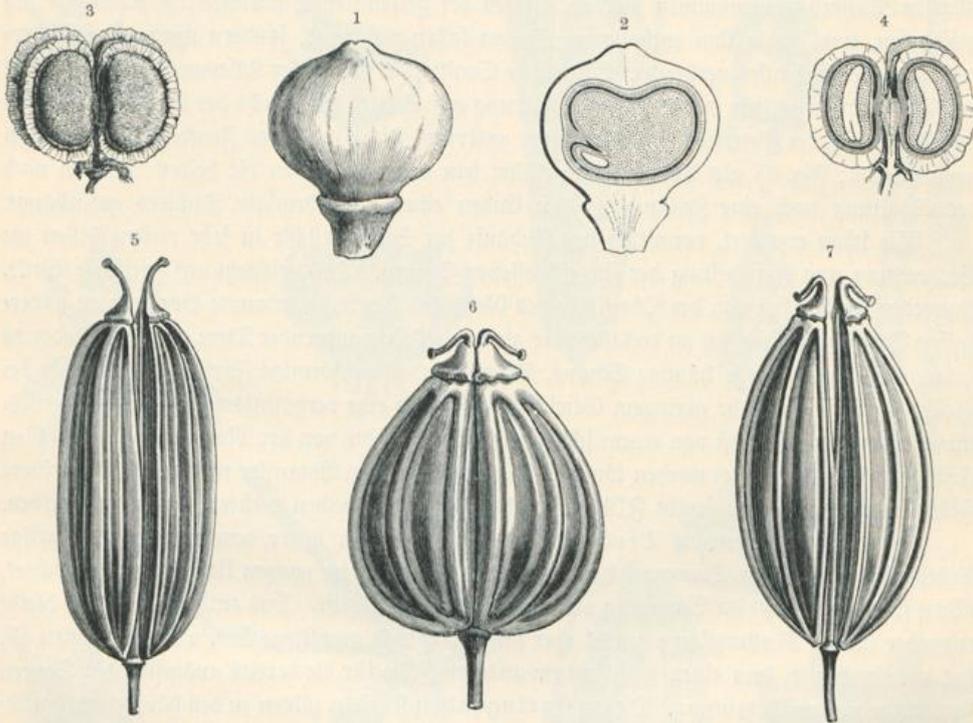
Samen mit Schwiele, Nabelnarben und Keimmundnarben: 1) Same von *Viola tricolor*, 2) derselbe im Längsschnitt; 3) Same von *Ricinus communis*, 4) derselbe im Längsschnitt; 5) Same von *Physostigma venenosum*; 6) Same von *Anamirta Cocculus*, 7) derselbe im Längsschnitt. (Nach Baillon.)

ist deutlich abgegrenzt, meistens anders gefärbt als der übrige Teil der Samenschale, bald gewölbt, bald vertieft, manchmal rinnenförmig und bisweilen von zwei wulstförmigen Rändern eingefasst (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 5). Die Stelle, wo sich an der Samenanlage die Mikropyle befand, ist an dem ausgereiften Samen in vielen Fällen gleichfalls zu erkennen. Sie erscheint als ein kleines Loch oder als eine rigenförmige Vertiefung, und ihre Umgebung ist gewöhnlich mit eigentümlichen Geweben umrandet. Bei jenen Samen, welche aus gekrümmten Samenanlagen hervorgegangen sind, erscheinen die Mikropylennarbe und Nabelnarbe einander sehr genähert (s. untenstehende Abbildung, Fig. 6 und 7). Mitunter hat sich eine grubenförmige Vertiefung (Nabelgrube) ausgebildet, worin beide Narben dicht nebeneinander liegen.

Mit der geschilderten Entwicklung der Samen steht auch die Umgestaltung des Gehäuses, in welchem die Samenanlagen geborgen waren, und in dessen Innerem die Befruchtung stattfand, im innigen Zusammenhange. Dieses Gehäuse führte zur Zeit der Befruchtung den Namen Stempel oder Fruchtknoten und bildet sich nach der Befruchtung zur Frucht aus. Wenn das aus dem Stempel hervorgegangene Samengehäuse mit Ausnahme der mehr oder weniger festen Haut ganz und gar saftreich geworden ist, so wird die Frucht Beere genannt. Aus unterständigen Stempeln gehen unterständige, aus oberständigen Stempeln oberständige Beeren hervor. Die Beeren des Bitterjüßes (*Solanum Dulcamara*), der Tollkirche (*Atropa Belladonna*), des Sauerdornes (*Berberis vulgaris*) und des Weinstockes (*Vitis vinifera*) sind oberständig; die Beeren der Mistel (*Viscum album*), des schwarzen Holbers (*Sambucus nigra*) und des Stachelbeerstrauches (*Ribes Grossularia*) sind unterständig.

Wenn der äußere Teil des Samengehäuses fleischig und der innere, den Samen unmittelbar umschließende Teil desselben steinhart wird, so nennt man die Frucht Steinfrucht. Beim Zerlegen dieser Früchte löst sich der innere Teil der Frucht als Stein leicht ab, in ihm liegt der Same. Die meisten Steinfrüchte, wie z. B. jene der Kirsche (*Prunus avium*), enthalten nur einen Steinkern und einen Samen, die Frucht des Wegdornes (*Rhamnus*) enthält zwei Steinkerne und in jedem derselben einen Samen.

In vielen Fällen wird das Samengehäuse durch und durch trocken. Von den mit solchen Samengehäusen ausgestatteten Früchten unterscheidet man die Schließfrucht, die Spaltfrucht



Schließ- und Spaltfrüchte: 1) peltatenartige Nuß von *Fumaria*, 2) dieselbe im Längsschnitt; 3) Schließfrucht der *Callitriche*, 4) dieselbe im Längsschnitt; 5) Spaltfrucht von *Foeniculum aromaticum*; 6) Spaltfrucht von *Petroselinum sativum*; 7) Spaltfrucht von *Carum carvi*. Sämtliche Figuren vergrößert. (Nach Baillon.) Zu S. 496.

und die ausspringende Trockenfrucht. Die Schließfrucht öffnet und spaltet sich niemals von selbst. Zur Zeit der Reife fällt sie mit samt den in ihr eingeschlossenen Samen von der Mutterpflanze ab, und es kommt dem geschlossen bleibenden Gehäuse auch die Aufgabe zu, die Verbreitung und Ansiedelung des eingeschlossenen Samens zu vermitteln. Ist die Schließfrucht aus einem oberständigen Fruchtknoten hervorgegangen, wie z. B. bei der Linde, so wird sie Nuß, hat sie sich aus einem unterständigen Fruchtknoten entwickelt, so wird sie Achäne genannt. Wenn der Same mit der Innenwand des umschließenden Samengehäuses vollständig verwachsen ist, wie bei den Gräsern (s. Abbildung, S. 20, Fig. 3), so nennt man die Frucht Karyopse. Bei manchen Pflanzen besteht das Gehäuse der Nuß aus einer inneren, sehr harten und einer äußeren, weichen, sich lange saftreich erhaltenden Schicht und erinnert dann an eine Pflaume. Das ist z. B. bei dem Erdrauch (*Fumaria*; s. obenstehende Abbildung,

Fig. 1 und 2) der Fall, und es wird diese Frucht als pflaumenartige Nuß angesprochen. Gewöhnlich ist die Nuß einfächerig und enthält nur einen einzigen Samen. Weit seltener sind mehrfächerige Nüsse. Der Wasserstern (*Callitriche*; s. Abbildung, S. 495, Fig. 3 und 4) hat eine vierfächerige Nuß, und diese bildet den Übergang zu den sogenannten Spaltfrüchten.

Die Spaltfrucht ist gewissermaßen eine Vereinigung mehrerer Schließfrüchte. Zwei bis mehrere die Samen bergende Gehäuse schließen während des Ausreisens dicht zusammen; erst später, wenn einmal die Keimlinge reisefertig sind, trennen sich die Gehäuse, fallen auseinander, und es macht dann häufig den Eindruck, als wäre eine Spaltung mittels eines scharfen Messers vorgenommen worden. Jedes der getrennten Samengehäuse bleibt für sich geschlossen, und die in ihm enthaltenen Samen fallen nicht aus, sondern werden durch Vermittelung des Gehäuses verbreitet. Eine solche Spaltfrucht ist jene der Käsepappel (*Malva*). Bei den Doldenpflanzen, für welche in der Abbildung auf S. 495 die Frucht des Rummels (*Carum carvi*, Fig. 7), der Petersilie (*Petroselinum sativum*, Fig. 6) und des Fenchels (*Foeniculum aromaticum*, Fig. 5) als Beispiele vorgeführt sein mögen, bleiben die beiden Achänen nach der Spaltung noch eine Zeitlang an den Enden eines gabelförmigen Trägers aufgehängt.

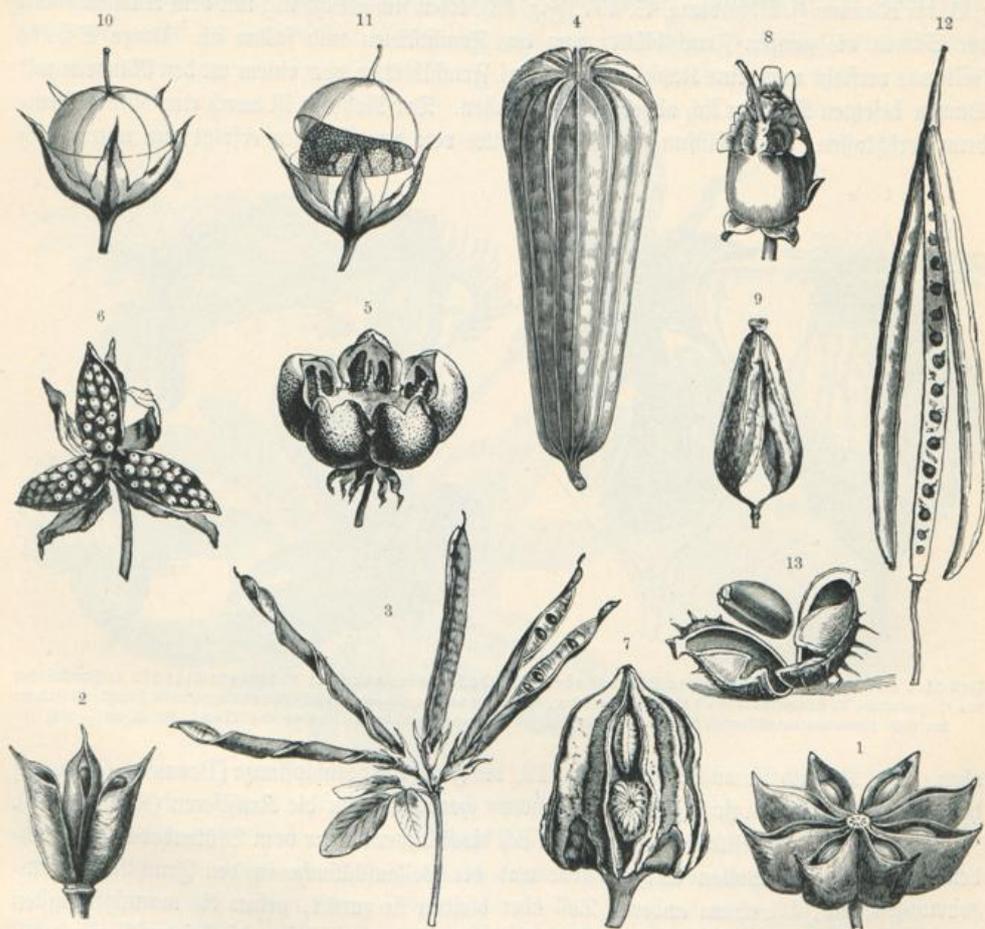
Wie schon erwähnt, vermittelt das Gehäuse der Schließfrüchte in sehr vielen Fällen die Verbreitung und Ansiedelung der eingeschlossenen Samen. Das geschieht auf zweifache Weise. Entweder erheben sich von der Oberfläche des Gehäuses Haare, gekrümmte Borsten und widerhakige Stacheln, welche sich an das Gefieder oder den Pelz wandernder Tiere anhängen, oder es gehen von dem Gehäuse häutige Säume, Lappen und flügelartige Fortsätze aus, welche bei großer Zartheit und sehr geringem Gewichte dem Wind eine verhältnismäßig große Angriffsfläche bieten, so daß selbst von einem schwachen Luftströme die von der Mutterpflanze abgelösten Früchte weithin verbreitet werden können. Die beschreibenden Botaniker nennen jede mit einem Flügel versehene Schließfrucht Flügelfrucht und unterscheiden mehrere Formen derselben.

Die aufspringenden Trockenfrüchte werden auch unter dem Namen kapselförmige Früchte begriffen. Ihr Samengehäuse ist zur Zeit der Reife im ganzen Umfang ausgetrocknet, öffnet sich und entläßt die Samen in der mannigfaltigsten Weise. Das entleerte Gehäuse bleibt entweder an der Mutterpflanze zurück oder fällt, in Stücke geteilt, zugleich mit den Samen ab, hat aber weder in dem einen noch in dem anderen Falle für die bereits ausgestreuten Samen irgendeine weitere Bedeutung. Die aufspringenden Kapseln zählen zu den häufigsten Fruchtformen, sind auch für viele Gattungen sehr bezeichnend, und es hat sich das Bedürfnis herausgestellt, die verschiedenen Ausbildungen derselben durch bestimmte Ausdrücke der botanischen Kunstsprache festzuhalten. Wenn das Samengehäuse aus einem einzigen Fruchtblatte hervorgeht und zur Zeit der Reife an der einen Seite, entlang der sogenannten Bauchnaht, aufspringt, während an der gegenüberliegenden Seite, der sogenannten Rückennaht, entweder gar keine oder doch nur eine teilweise Trennung des Zusammenhanges erfolgt, oder wenn das Aufspringen entlang der Bauch- und Rückennaht zwar gleichmäßig, aber doch nicht bis zum Grunde des Samengehäuses stattfindet, so wird die Frucht Balgfrucht genannt. In den meisten Fällen stehen mehrere Balgfrüchte am Ende des Fruchts蒂eles in einem Wirtel beisammen, wie z. B. bei dem Rittersporn (*Delphinium*; s. nebenstehende Abbildung, Fig. 2) und dem Stern-Anis (*Illicium anisatum*; s. nebenstehende Abbildung, Fig. 1); seltener schließen sie vereinzelt den Fruchts蒂el ab, wie bei der Schwalbenwurz (*Cynanchum Vincetoxicum*).

Gleich der Balgfrucht geht auch die Hülse aus einem einzigen Fruchtblatte hervor; aber das aus demselben gebildete Gehäuse trennt sich zur Reifezeit sowohl entlang der Bauchnaht

als auch der Rückennaht bis zum Grund in zwei Klappen, welche nach dem Aufspringen gewöhnlich eine schraubige Drehung erfahren. Diese Fruchtform findet sich bei dem größten Teile der Schmetterlingsblütler (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3).

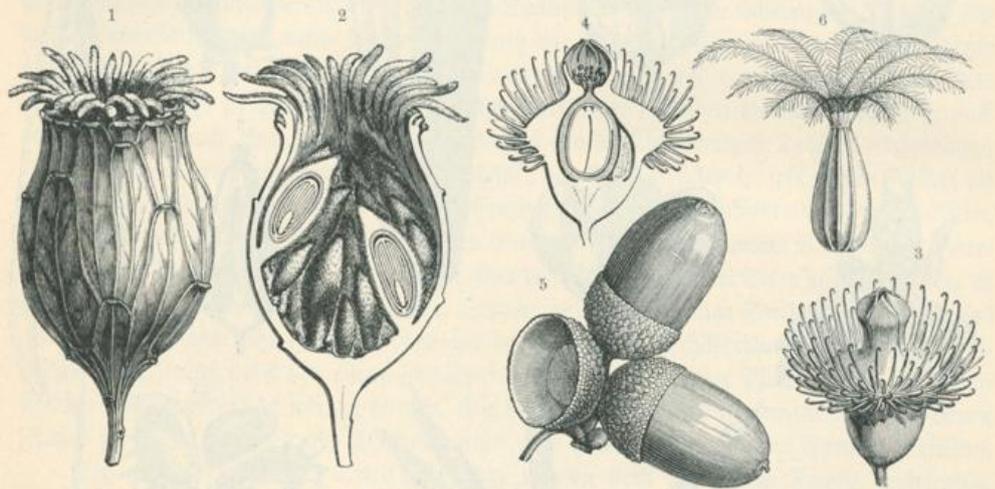
Eine aufspringende Trockenfrucht, deren Samengehäuse aus zwei oder mehreren Fruchtblättern aufgebaut ist, heißt Kapsel im engeren Sinn. Man unterscheidet Kapseln, welche von



Aufspringende Trockenfrüchte: 1) Balsfrüchte von *Illicium anisatum*; 2) Balsfrüchte von *Delphinium*; 3) Hülsen von *Lotus corniculatus*; 4) Kapsel von *Aristolochia*; 5) Kapsel von *Ruta*; 6) Kapsel von *Viola*; 7) Kapsel von *Oxalis*; 8) Kapsel von *Antirrhinum*; 9) Kapsel von *Cinchona*; 10) und 11) Kapseln von *Anagallis*; 12) Schote von *Brassica*; 13) zerfallende Kapsel von *Ricinus*. Fig. 7, 10 und 11 vergrößert, die anderen Figuren in natürl. Größe. (Nach Baillon.) Zu S. 496—498.

der Spitze her mit Klappen aufspringen, wie jene der Osterluzei (*Aristolochia*; s. obenstehende Abbildung, Fig. 4), der Raute (*Ruta*; s. Fig. 5) und des Veilchens (*Viola*; s. Fig. 6), solche, welche sich nur am Scheitel mit dreieckigen Zähnen öffnen, wie jene der Neltengewächse, solche, deren Wand der ganzen Länge nach aufspringt, wie jene des Sauerklees (*Oxalis*; s. Fig. 7), solche, bei welchen durch das Auseinanderweichen der Zähne mehrere große Löcher entstehen, wie jene des Löwenmaules (*Antirrhinum*; s. Fig. 8), und solche, an welchen sich durch Schrumpfen beschränkter Abschnitte des Gewebes zahlreiche kleine Löcher ausbilden, wie jene

des Mohnes (*Papaver*). Die Kapseln der Chinarindenbäume (*Cinchona*; s. Abbildung, S. 497, Fig. 9) springen mit zwei Klappen auf, welche an der Spitze verbunden bleiben und nur an der Basis auseinanderweichen. Bei vielen Kapseln, wie z. B. jenen des Gauchheilens (*Anagallis*; s. S. 497, Fig. 10 und 11), hebt sich ein Deckel von der büchsenförmigen Kapsel ab, das gleiche ist bei der zierlichen Kapsel des Bilsenkrautes der Fall, und bei anderen, wie z. B. bei *Ricinus* (s. Abbildung, S. 497, Fig. 13), lösen sich gleichzeitig mit dem Ausschleudern der Samen die ganzen Fruchtblätter von den Fruchtsielen und fallen ab. Unter Schote (*siliqua*) versteht man eine Kapsel, deren zwei Fruchtblätter von einem an den Rändern mit Samen besetzten Rahmen sich abheben und abfallen. Der Rahmen ist durch eine dünne Membran verschlossen. Die Ablösung der Fruchtblätter von dem Rahmen erfolgt von unten nach



Früchte, an deren Ausbildung der Blütenboden, die Deckblätter oder der Keim beteiligt ist: 1) Fruchtbecher von *Calycanthus*, 2) Längsschnitt durch diesen Fruchtbecher; 3) Frucht von *Agrimonia*, 4) Längsschnitt durch diese Frucht; 5) Früchte der Eiche (*Quercus sessiliflora*); 6) Frucht des Baldrians (*Valeriana officinalis*). (Nach Baillon.) Zu S. 499—501.

oben. Als Vorbild ist auf S. 497, Fig. 12, die Frucht der Kohlpflanze (*Brassica oleracea*) hingestellt. Die mannigfach geformten Schoten charakterisieren die Kreuziferen (Kreuzblütler).

Bei den meisten Blütenpflanzen lösen sich die Blumenblätter vom Blütenboden ab, nachdem die Narbe mit Pollen belegt wurde und die Pollenschläuche in den Fruchtknoten eingedrungen sind, bei einem anderen Teil aber bleiben sie zurück, gehen die mannigfaltigsten Veränderungen ein und bilden eine äußere Hülle des Samengehäuses, die bei der Verbreitung und Ansiedelung der Samen eine wichtige Rolle spielt. Dasselbe gilt von Deckblättern und Hüllblättern, welche unterhalb der Blumenblätter von dem Blumenstiele ausgehen. Es kann nicht die Aufgabe dieses Buches sein, die zahllosen Formen dieser Fruchtdecken und Fruchthüllen zu beschreiben; einige der bekanntesten und verbreitetsten müssen genügen. Eine besonders merkwürdige, hierhergehörige Fruchtform ist jene des Maulbeerbaumes (*Morus*). Die Fruchtblüten dieses Baumes sind an einer kurzen Spindel ährenförmig angeordnet. Jede Blüte enthält einen Fruchtknoten, welcher von einem unscheinbaren grünen Perigon umgeben ist. Aus den Fruchtknoten geht eine kleine Nuß hervor; aber die reife Frucht macht doch nicht den Eindruck einer Nuß, sondern vielmehr den einer saftreichen Beere, was sich daraus erklärt, daß am Ende des Blühens das Perigon sich vergrößert und zu einem saftreichen Gewebe umgestaltet,

welches die Nuß überwallt und schließlich so einhüllt, daß man ohne Kenntnis der Entwicklungsgeschichte die fleischige Hülle für das Samengehäufe und die Nuß für den Samen halten könnte. Die Arten der Gattung Klee aus der Rote Chronosemium (*Trifolium agrarium*, *badium*, *spadicum* usw.) haben eine gelbe, schmetterlingsartige Blumenkrone. Diese wird nach der Befruchtung braun, vertrocknet und gestaltet sich zu einer Flugvorrichtung für die eingeschlossene kleine Hülse. Am häufigsten kommt es vor, daß sich der Kelch in eine Fruchtdecke umwandelt. Bei der Judenkirsche (*Physalis*) bläht sich der anfänglich kleine grüne Kelch auf,

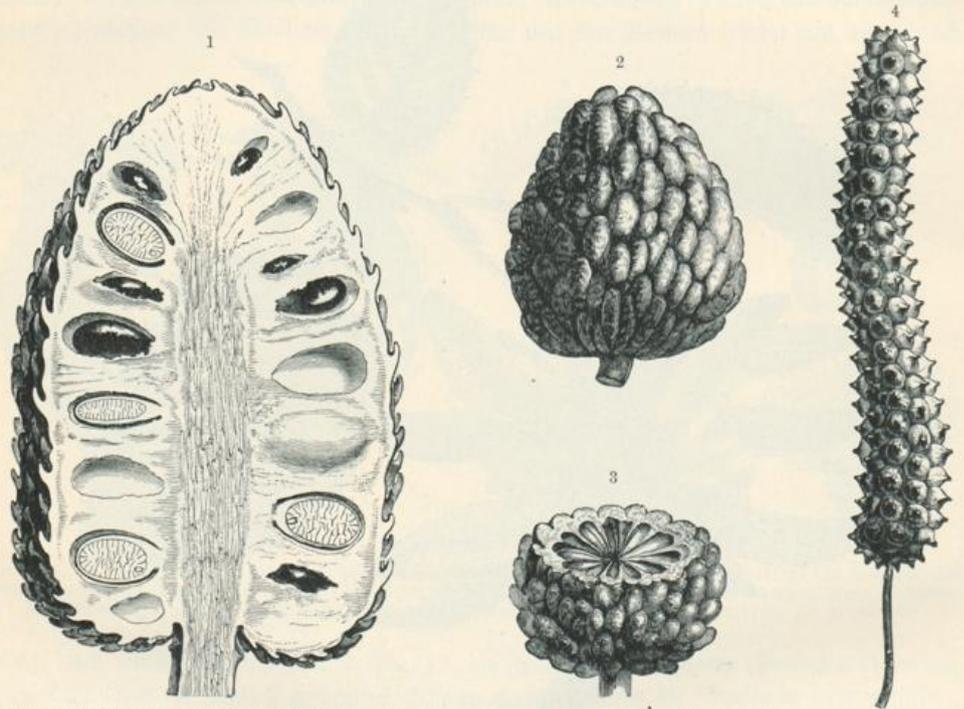


Fruchtstand der Hainbuche (*Carpinus Betulus*). Zu S. 500.

erhält eine scharlachrote Farbe und umgibt als eine große Blase die aus der Fruchtanlage hervorgegangene Beere; bei dem Bilsenfraute (*Hyoscyamus*) bildet er einen der Kapsel dicht anliegenden, nach oben zu trichterförmig erweiterten Sack; bei den Lippenblütlern erscheint er bald in Form einer kurzen Röhre, bald in Gestalt einer Glocke oder eines Napfes, in deren Grunde die Schließfrüchte eingebettet sind. Bei der Wassernuß (*Trapa natans*; s. Abbildung, S. 23, Fig. 3, und S. 32) verhärten die vier Kelchblätter und bilden eine in vier kreuzweise gestellte Spitzen auslaufende, ungemein feste Fruchtdecke. Bei vielen Baldrianen, Korbblütlern und Skabiosen wächst der Kelch zur Zeit der Fruchtreife zu einem strahlenförmig abstehenden Borstenzirkel oder zu einer Federkrone aus. An dieser Federkrone, welche man Pappus genannt hat, ist dann das Früchtchen wie an einem Fallschirm aufgehängt (s. Abbildung, S. 498, Fig. 6).

Bei den Pflanzen, welche der Blumenblätter entbehren, werden sehr häufig die Deck- und

Hüllblätter in die Fruchtbildung einbezogen. In dieser Beziehung sind besonders die Gräser, die Becherfrüchtler oder Kupuliferen und die Kasuarineen hervorzuheben. Bei den Gräsern ist es eine sehr gewöhnliche Erscheinung, daß die Kornfrucht von den unter dem Namen Spelzen bekannten Deckblättern eingeschlossen ist und sich dem Blicke des Beobachters ganz entzieht. So z. B. ist die Kornfrucht der Gerste und des Hafers in vertrocknete und verhärtete Spelzen eingewickelt, und ähnlich verhält es sich mit zahlreichen anderen Gräsern. Die größte Mannigfaltigkeit dieser Fruchthüllen beobachtet man bei den Becherfrüchtlern und Verwandten, zu welchen die Eiche, Hainbuche, Hopfenbuche und Rotbuche, der Haselnußstrauch und noch mehrere andere

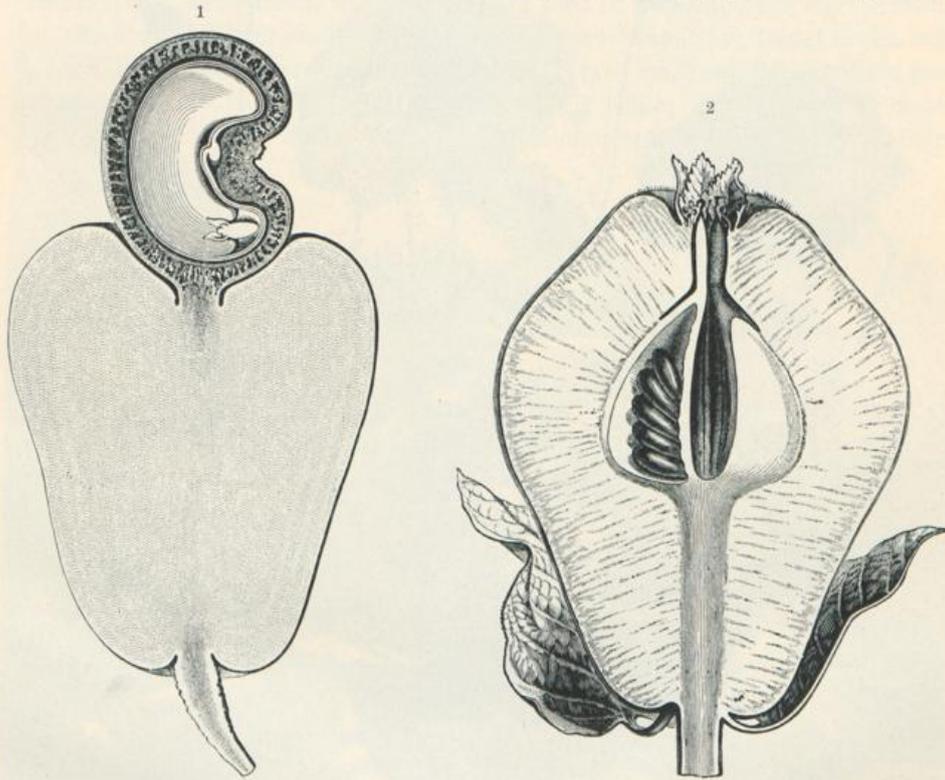


Sammel Früchte: 1) Längsschnitt durch die Sammel Frucht von *Anona muricata*; 2) Sammel Frucht von *Anona squamosa*, 3) Querschnitt durch diese Frucht; 4) Sammel Frucht von *Piper Betle*. (Nach Baillon.) Zu S. 503.

unserer Laubhölzer gehören. Die Frucht der eigentlichen Kupuliferen ist eine Nuß, aber die Nuß ist von einer Hülle aus dem in sehr verschiedener Weise eigentümlich gestalteten Teil der Achse umgeben, welche Fruchtbecher (*cupula*) genannt wird. Bei den Eichen hat der Fruchtbecher die Form einer Schüssel (s. Abbildung, S. 493, Fig. 5); bei der Rotbuche (*Fagus*) ist er an der Außenseite mit Weichstacheln besetzt, zeigt die Form einer Urne und springt zur Zeit der Reife mit vier Klappen auf, so daß man beim ersten Anblicke versucht wird, ihn für eine mit Klappen aufspringende Kapsel zu halten; bei der Kastanie ist seine Oberfläche mit starren, stechenden Nadeln dicht besetzt, und das Aufspringen erfolgt mit unregelmäßigen Rissen (s. Abbildung, S. 510, Fig. 4); bei der Haselnuß bildet die Hülle einen an den Rändern zerschligten, häutigen Sack (s. Abbildung, S. 371), und bei der Hainbuche oder dem Hornbaume (s. Abbildung, S. 499) hat sich die Hülle zu einem dreilappigen Flügel ausgestaltet, dessen Basis die Nuß angewachsen ist. Bei der fleischigen äußeren Schicht der Frucht des Walnußbaums

(*Juglans regia*) läßt sich entwickelungsgeschichtlich nachweisen, daß Blütenhülle und Frucht verwachsen. Bei den Kasuarineen werden die Blumenblätter durch zwei gegenständige Deckblättchen vertreten. Diese verwachsen nach der Befruchtung zu einer das Samengehäuse vollständig einschließenden Fruchthülle, und so ließen sich noch zahlreiche andere hierhergehörige Fälle aufzählen.

Sehr häufig gestaltet sich der Blütenboden zu einem Teile der Frucht. Besonders bemerkenswert ist die Frucht des Gewürzstrauches, der Rosen und der Pomazeen. Der Gewürzstrauch *Calycanthus* (s. Abbildung, S. 498, Fig. 1 und 2) zeigt einen krugförmigen



Früchte, an deren Ausbildung der Blütenboden und der Blütenstiel beteiligt sind: 1) Längsschnitt durch die Frucht von *Anacardium*; 2) Längsschnitt durch die Frucht von *Cydonia* (Quitte). (Nach Baillon.) Zu S. 502.

Blütenboden, welcher an der Außenseite mit Deckblättchen besetzt ist und im Inneren die Nüsse birgt; die Rose (*Rosa*; s. Abbildung, S. 193, Fig. 1 und 2) besitzt gleichfalls einen krugförmigen, die Nüsse umschließenden Blütenboden, aber derselbe ist an der Außenseite glatt und nur obenauf mit fünf Kelchblättern besetzt. Bei den Äpfeln, Birnen, Quitten und anderen Pomazeen gestaltet sich der becherförmige Blütenboden zu einer saftreichen, fleischigen Masse, welche mit dem eingeschlossenen Samengehäuse ganz verwachsen ist (s. Abbildung, S. 193, Fig. 4—6, und oben, Fig. 2). Bei der Erdbeere (*Fragaria*) ist der hügelartig gewölbte Blütenboden zu einem fleischigen Körper umgewandelt, welcher die Früchtchen trägt. Die kleinen gelblichen Körnchen, welche der roten Oberfläche des fleischig gewordenen Blütenbodens aufsitzen, sind nicht etwa die Samen, sondern kleine Nüsse, deren jeder einen Samen umschließt. Übrigens wird der Blütenboden nicht immer saftreich und fleischig; in manchen

Fällen vertrocknet derselbe, und es geht aus ihm eine sehr feste Hülle der Nüßchen hervor, wie beispielsweise bei dem auf S. 498, Fig. 3 und 4, abgebildeten, zur Familie der Rosazeen gehörigen Odermennig (*Agrimonia Eupatoria*), dessen grubenförmig vertiefter Scheibenboden zu einer ringsum mit widerhaftigen Stacheln besetzten harten Scheibe auswächst.

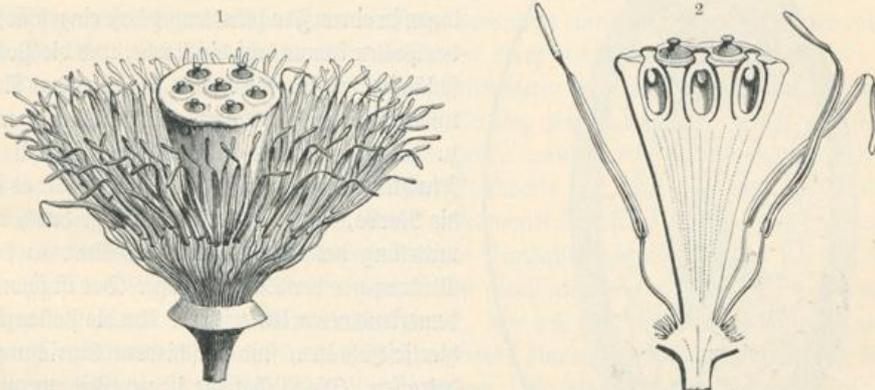


*Nelumbium speciosum* mit Früchten. (Zu S. 503.)

Weit seltener kommt es vor, daß der Blütenstiel in die Bildung der Frucht einbezogen wird, was namentlich bei einigen lorbeerartigen Gewächsen, bei Anacardiaceen und Rhamnaceen, der Fall ist. Beim tropischen *Anacardium* (s. Abbildung, S. 501, Fig. 1) schwillt der Blütenstiel zur Größe einer Birne an und wird als saftreiches Obst genossen; auf dem Ende dieses seltsamen Stieles sitzt die trockene Frucht mit dem eingeschlossenen Samen. Bei den mit unseren Wegdornen verwandten Hovenien (*Hovenia*) werden alle Verzweigungen des

trugdolbigen Blütenstandes fleischig, und es bilden diese Stiele ein in China und Japan beliebtes, wohlgeschmeckendes Obst. An diese Hovenien reihen sich noch die Feigenfrüchte an, wo der ganze in eine urnenförmig ausgehöhlte Masse metamorphosierte Blütenstengel an der Bildung der Frucht teilnimmt (s. Abbildung, S. 380, Fig. 10 und 11). Die Blüten sitzen in der Ausbuchtung; aus den Fruchtblüten gehen kleine Nüsschen hervor, während sich das Zellgewebe der Urne vergrößert und mit süßem Saft füllt. Die kleinen gelblichen Körnchen in der fleischigen, als Obst genossenen Feige, welche gemeinhin für Samen gehalten werden, sind in Wirklichkeit kleine Nüsschen, also Früchte, und jedes Nüsschen birgt in seinem Inneren einen Samen.

Bei jenen Pflanzen, deren Blüten dicht gedrängt beisammenstehen, kommt es vor, daß die in den Blüten entstandenen Früchte, indem sie an Umfang zunehmen, sich gegenseitig drücken und abplatteln und dann eine einzige klumpige Masse bilden; bisweilen sind die einzelnen Fruchtanlagen schon von Anfang an teilweise miteinander verwachsen, oder es ist die Spindel,

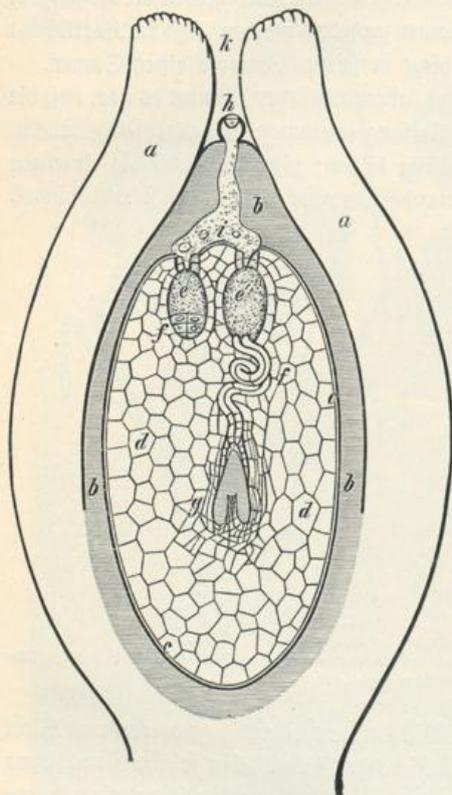


*Nelumbium speciosum*: 1) Blüte, von welcher die Blumenblätter entfernt wurden, 2) Längsschnitt durch eine solche Blüte und durch drei in den Regel eingesetzte Fruchtanlagen. (Nach Baillon.)

welche die Beeren trägt, oder die Urne, welche die Nüsschen birgt, fleischig geworden und bildet ein Verbindungsglied für die einzelnen Beeren, Nüsse oder Bälge. Ein solcher Fruchtstand wird Sammelfrucht (syncarpium) genannt. Von den im vorhergehenden schon besprochenen Fruchtformen gehören die Maulbeere, die Brombeere, die Frucht von *Mlicium*, *Clematis*, *Ranunculus* hierher. Außerdem sind noch die Ananas (*Ananassa*), die Magnoliaceen und Anonaceen (z. B. *Anona muricata* und *squamosa*; s. Abbildung, S. 500, Fig. 1—3), die Himbeere (*Rubus Idaeus*), die Piperaceen (z. B. *Piper Betle*; s. S. 500, Fig. 4) und die Artocarpeen (z. B. *Artocarpus incisa*) durch solche Sammelfrüchte ausgezeichnet. Eine ganz absonderliche Sammelfrucht zeigt auch die in der Abbildung, S. 502, nach der Natur dargestellte indische Lotosblume, *Nelumbium speciosum*. In der Mitte der Blüte erhebt sich ein Gewebekörper, welcher die Form eines umgekehrten Kegels hat und oben wie eine Bienenwabe von mehreren Grübchen ausgehöhlt ist. In jedem dieser Grübchen ist ein Stempel eingesenkt, welcher später zu einer kleinen Nuß wird, wie die obige Abbildung zeigt.

In mehrfacher Beziehung weichen die Befruchtungsvorgänge der Gymnospermen, unter welchem Namen man die Zykadeen, Koniferen und Gnetazeen zusammenfaßt, von denen der Blütenpflanzen ab, obwohl auch die Gymnospermen als Produkt der Befruchtung einen Samen bilden. Schon die Gestalt der Blüten bei den Gymnospermen, z. B. bei unseren

Nadelhölzern, ist eine ganz andere. Sie haben keine Zwitterblüten, sondern eingeschlechtige Blüten, und deren Gestalt gleicht schon wegen gänzlichen Mangels der Blumenkrone mehr den Sporangienständen mancher Kryptogamen, wenn sie diese auch an Stattlichkeit übertreffen. Das Fehlen der Blumenkrone deutet schon darauf hin, daß die Bestäubung der Gymnospermen vom Wind besorgt wird. In der That sieht man im Mai, wie die Luft in einem Fichtenwalde ganz von



Schematischer Längsschnitt durch die Samenknope einer Gymnosperme, aus Sachs, Vorlesungen. a Hülle der Samenknope, b Knospenstern, k Öffnung in der Hülle am Scheitel der Samenknope (Mikropyle), h Blütenstaubhorn, i aus demselben hervorgewachsener Schlauch, dessen Ausfüllungen bohren sich in die Archegonien ein. Nach der Befruchtung beginnen im Grunde der befruchteten Eizelle Teilungen. Indem die so entstandenen scheibenförmigen Zellen l sich strecken (bei o'), drängen sie den am unteren Ende des Archegoniums aus den dort vorhandenen kleinen Zellen sich bildenden Embryo g in das Gewebe des Prothalliums (Endosperm) d hinein. e Haut des Embryosacks.

aus den Bäumen herabrieselnden Pollenkörnern erfüllt ist, die, vom Wind getragen, durch den Raum schweben und oft weit entfernt vom Walde niederfallen. Ihre Menge ist oft so groß, daß, wenn ein Regen eintritt, sie in Form gelber Massen am Boden zusammengetrieben werden, die das Volk irrtümlich als „Schwefelregen“ bezeichnet.

Bei den Blütenpflanzen sind die Samenanlagen in einem Fruchtknotengehäuse eingeschlossen; der Pollen kommt auf die Narbe, und die Pollenschläuche müssen durch das Gewebe der Narbe und des Griffels wachsen, um zur Samenanlage zu gelangen. Den Gymnospermen fehlt das Fruchtknotengehäuse; es fehlt der Griffel, es fehlt die Narbe, und der Pollen gelangt durch Vermittelung des Windes unmittelbar auf die Mikropyle der Samenanlage. Das ist schon ein bemerkenswerter Unterschied. Um die Pollenzellen hier festzuhalten, sind verschiedene Einrichtungen getroffen. Die Mikropyle ist zur Zeit, wenn der Pollen ausstäubt, weit geöffnet, und die oberflächlichen Zellen sind durch einen ausgeschiedenen Zuckertropfen klebrig. Die darauffallenden Pollenzellen bleiben hier haften und werden mit dem Flüssigkeitstropfen in die trichterförmige Vertiefung der Mikropyle hineingezogen. Die Samenanlage hat zwar einen ganz ähnlichen Umriß wie bei den Blütenpflanzen, besteht aus dem Knospenstern und einem Integument (vgl. nebenstehende Figur), aber die Vorgänge im Embryosack sind bei den Gymnospermen auffallend verschieden von den bei den Blütenpflanzen geschilderten.

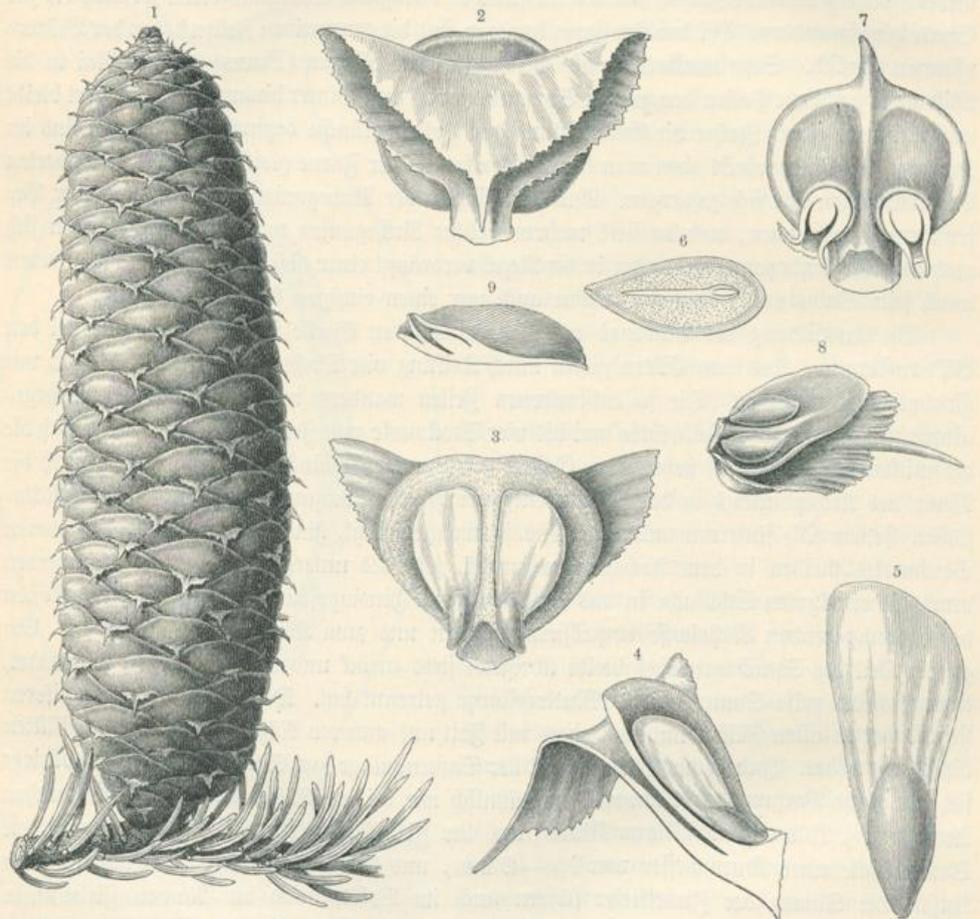
Im Embryosack der Gymnospermen entsteht kein Eiapparat vor der Befruchtung, sondern jener wird ganz mit einem Gewebe ausgefüllt, welches an der Mikropylenseite zwei oder mehrere zarte, kurzhalbige, flaschenförmige Behälter bildet, die je eine Eizelle enthalten. Diese Gebilde gleichen den Archegonien mancher Farne und werden daher auch bei den Gymnospermen ebenso genannt. Das Gewebe, welches bei den Farnen die Archegonien erzeugt, heißt Prothallium, und so ist man geneigt, auch das im Embryosack der Gymnospermen gebildete Gewebe als Prothallium anzusehen, zumal es gewisse

Farnabteilungen gibt (Wasserfarne, Isoëten, Selaginellen), bei denen das Prothallium gleichfalls in einer Zelle (der Makrospore) ganz eingeschlossen ist. Die Befruchtung erfolgt bei den Gymnospermen, indem die Pollenzelle den Pollenschlauch bis in die Halsteile der Archegonien treibt. Es findet aber hierbei eine bemerkenswerte Abweichung von den Blütenpflanzen statt, insofern bei einigen Gymnospermen (*Cycas* und *Gingko*) der Protoplast der Pollenzelle nicht in unbewegliche generative Zellen, sondern meistens in bewegliche Spermatozoiden zerfällt, die zur Eizelle hinabwandern. Bei den Koniferen dagegen sind die generativen Zellen denen der Blütenpflanzen ähnlich. Sehr merkwürdig ist es, daß bei den Kiefern (*Pinus*) der im Mai in die Mikropyle gefallene Pollen den ganzen Sommer, Herbst und Winter hindurch unverändert bleibt und erst nach einem Jahre die Entwicklung der Pollenschläuche beginnt. Inzwischen sind im Inneren des Embryosacks (den man der Makrospore der Farne gleichachtet) die geschilderten Veränderungen vor sich gegangen. Aus den Eizellen der Archegonien entstehen nach der Befruchtung Embryonen, und da stets mehrere solcher Archegonien vorhanden sind, bilden sich auch mehrere Embryonen aus, aber in der Regel verdrängt einer dieser Embryonen die anderen durch sein Wachstum, so daß der Same auch nur einen einzigen Embryo enthält.

Die Ausbildung des Embryos aus der befruchteten Eizelle ist verwickelter als bei den Blütenpflanzen. Aus dem Eikern gehen durch Teilung vier Tochterkerne hervor, die sich mit Protoplasma umgeben. Die so entstandenen Zellen wandern in den Grund des Archegoniums und bilden durch Zellwände drei bis vier Stockwerke von Zellen. Hierauf strecken sich die des mittleren Stockwerkes, nehmen die Gestalt gekrümmter Schläuche an und wachsen durch die Wand des Archegoniums in das darunterliegende Prothalliumgewebe, welches sich mit Nährstoffen (fetttem Öl) füllt und nun dem Endosperm gleichsteht, hinein. Die Zellen des oberen Stockwerkes bleiben in dem Archegonium zurück, jene des unteren Stockwerkes aber werden durch die erwähnten Schläuche in das Speichergewebe hineingeschoben, wo sie sich auf Kosten der sie umgebenden Nährstoffe vergrößern, fächern und zum Keimling heranwachsen. Ein großer Teil des Speichergewebes bleibt übrigens stets zurück und wird erst später verwendet, wenn sich der reife Same von der Mutterpflanze getrennt hat. Der Keimling der Koniferen liegt daher in allen Fällen inmitten eines mit Fett und anderen Nährstoffen reichlich gefüllten Speichergewebes. Indem das Integument der Samenanlage zur Samenschale wird, vollzieht sich der ganze Vorgang der Samenbildung ähnlich wie bei den Blütenpflanzen. Bei manchen Arten, wie z. B. der Pinie (*Pinus Pinea*) und der Zirbelkiefer (*Pinus Cembra*), erreicht die Samenschale einen Durchmesser von 1,4—2 mm, und der Same macht den Eindruck einer Nuß. Die Samen der Zirbelkiefer führen auch im Volksmunde den Namen Zirbelnüsse. Die Samen der Kiefern, Tannen und Fichten sind mit einem einseitig sich verlängernden Flügel besetzt (s. Abbildung, S. 506, Fig. 3—5), welcher bei der Verbreitung durch den Wind eine Rolle spielt. Bei *Gingko biloba* wächst das Integument zu einer fleischigen Masse heran, und der reife Same hat das Ansehen einer gelben, saftigen Pflaume (s. Abbildung, S. 507, Fig. 7). Auch bei *Cycas revoluta* (s. Abbildung, S. 267, Fig. 1 und 2) wird das Integument fleischig, färbt sich rot und erreicht die Größe eines Taubeneies.

Die Samenanlagen der Tannen und Zypressen sitzen auf flachen, schüsselförmigen oder schildförmigen Schuppen, deren Ausgangspunkt eine bald sehr verlängerte, bald sehr verkürzte Achse bildet (s. Abbildung, S. 506, Fig. 7—9, und Abbildung, S. 507, Fig. 3, 4 und 6). Diese Schuppen gestalten sich nach der Befruchtung ganz auffallend um und werden als Fruchtschuppen beschrieben. In vielen Fällen, so namentlich bei der Tanne

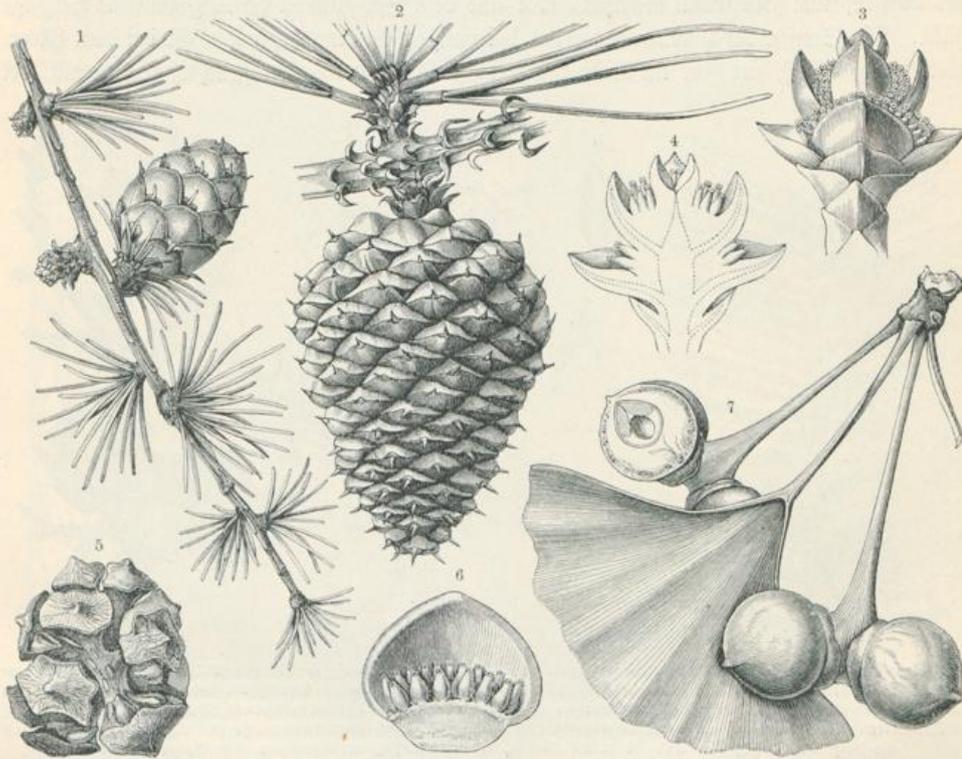
(*Abies pectinata*; s. unten, Fig. 1—4) und der Lärche (*Larix*; s. unten, Fig. 8), stehen unter diesen Fruchtschuppen noch andere deutlich getrennte blattartige Gebilde, welche als Deckschuppen angesprochen werden. Bei den Kiefern (*Pinus*) sind diese Deckschuppen mit den Fruchtschuppen verschmolzen, und man deutet den warzenförmigen, unter dem Namen *Apophyse* bekannten Fortsatz an der Rückseite der holzigen Fruchtschuppe als angewachsene



Zapfen, Fruchtschuppen und Samen der Koniferen: 1) Zapfen der Edeltanne (*Abies pectinata*), 2) Deckschuppe und Fruchtschuppe aus diesem Zapfen, von der Außenseite, 3) die beiden von der Fruchtschuppe getragenen geflügelten Samen und dahinter die Deckschuppe, 4) Längsschnitt durch die Fruchtschuppe und Deckschuppe; auf der Fruchtschuppe einer der geflügelten Samen, 5) geflügelter Same, 6) Längsschnitt durch den Samen; 7) eine einzelne Fruchtschuppe der Kiefer (*Pinus silvestris*); 8) eine einzelne Fruchtschuppe der Lärche (*Larix europaea*) mit der darunterstehenden Deckschuppe, 9) Längsschnitt durch die Fruchtschuppe der Lärche. Fig. 1 in natürl. Größe, die anderen Figuren vergrößert. (Zu S. 505—507.)

Deckschuppe (s. Abbildung, S. 507, Fig. 2). Bei den Tannen ordnen sich die Fruchtschuppen entlang einer um die spindelförmige Achse herumlaufenden Schraubenlinie (s. oben, Fig. 1), bei den Zypressen sind sie in zwei- oder dreigliederige Wirtel geordnet (s. Abbildung, S. 507, Fig. 3—5). Sowohl bei den einen als bei den anderen legen sich die Ränder der Fruchtschuppen aufeinander, und die Samen ruhen in den eng begrenzten Räumen zwischen den sich deckenden Schuppen versteckt (s. Abbildung, S. 508, Fig. 6, und S. 507, Fig. 5). Es entsteht

auf diese Weise eine Art Sammelfrucht, welche Zapfen (conus) genannt wird. Werden die Schuppen trocken, fest und holzig, so spricht man von einem Holzzapfen (s. Abbildung, S. 506, Fig. 1, und unten, Fig. 1, 2 und 5), wird das Gewebe der Schuppen saftig, so nennt man die Sammelfrucht Beerenzapfen. An dem Aufbau der Beerenzapfen beteiligen sich nur zwei oder drei Viertel von Fruchtschuppen; die Fruchtschuppe ist sehr kurz, und der ganze kleine Zapfen hat das Ansehen einer rundlichen Beere. Ein allbekanntes Beispiel hierfür sind die



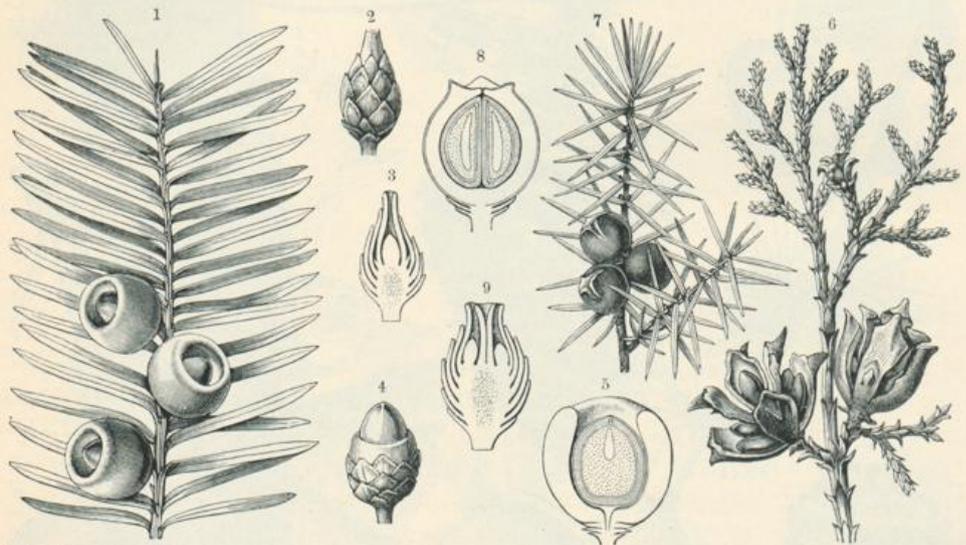
Zapfen, Fruchtschuppen und Samen der Koniferen: 1) Zweig der Lärche (*Larix europaea*) mit reifem Zapfen; 2) Zweig der *Pinus serotina* mit reifem Zapfen, 3) junger Zapfen der Zypresse, 4) Längsschnitt durch diesen Zapfen; 5) aufgesprungener Zapfen der Zypresse (*Cupressus sempervirens*), 6) einzelnes Fruchtblatt der Zypresse; 7) Zweig von *Ginkgo biloba* mit unreifen Samen. Fig. 1, 2, 5 und 7 in natürl. Größe, die anderen Figuren vergrößert. (Zu S. 505.)

„Wacholderbeeren“, mit welchem Namen der Volksmund die Beerenzapfen des Wacholders (*Juniperus communis*; s. Abbildung, S. 508, Fig. 7 und 8) bezeichnet.

Die unter dem Namen Taxaceen zusammengefaßten Gymnospermen entwickeln keine Zapfen. Die Samen derselben stehen gepaart oder vereinzelt am Ende besonderer kurzer Sprosse, oder aber sie entspringen von der Fläche kleiner Fruchtschuppen. Die pflaumenartigen Samen des Ginkgo (*Ginkgo biloba*) stehen zu zweien am Ende eines dünnen Stieles, welcher an einen Kirschstiel erinnert (s. obenstehende Abbildung, Fig. 7). Die Samen der Eibe (*Taxus baccata*) stehen vereinzelt am Ende eines kurzen, mit kleinen Schüppchen besetzten Sprosses und sind zur Zeit der Reife bis über die Mittelhöhe von einem fleischigen, saftreichen, scharlachroten Gewebe unwallt (s. Abbildung, S. 508, Fig. 1, 4 und 5). Diese fleischige Masse, welche sich als ringförmige Wucherung vom Ende des Stielchens der Samenanlage

erhebt (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2—4), ist als Samenmantel (arillus) aufzufassen. Auch bei den Arten der in Australien, Ostasien und Amerika heimischen Gattung *Podocarpus* kommt ein eigentümlicher Samenmantel zur Entwicklung.

Die Samen der Zykadeen sitzen bei einigen Arten an zapfenförmig gruppierten Fruchtschuppen und haben eine holzige Schale, bei anderen stehen sie an den Rändern der Fruchtschuppen oder an Stelle der unteren Fiedern der Fruchtblätter (s. Abbildung, S. 267, Fig. 1) und besitzen, wie schon oben erwähnt, eine aus dem Integument hervorgegangene fleischige Hülle. Die Samen der Gnetazeen werden bei einigen Gattungen, wie z. B. bei dem Meersträucher (*Ephedra*), zur Zeit der Reife von dem fleischig gewordenen Fruchtblatt unwallt, bei



Weibliche Blüten, Zapfen und Samenanlagen von Koniferen: 1) Zweig der Eibe (*Taxus baccata*) mit reifen Beerenzapfen, 2) weibliche Blüte, 3) Längsschnitt durch diese Blüte, 4) junger Beerenzapfen, 5) Durchschnitt durch die reifen Beerenzapfen und Samen der Eibe; 6) Zweig mit Blüten und reifen aufgesprungenen Zapfen des Lebensbaumes (*Thuja orientalis*); 7) Zweig des Wacholders (*Juniperus communis*) mit Beerenzapfen, 8) Längsschnitt durch einen Beerenzapfen des Wacholders und 9) durch die junge Blüte. Fig. 1, 6 und 7 in natürl. Größe, die anderen Figuren vergrößert. (Zu S. 507 und 508.)

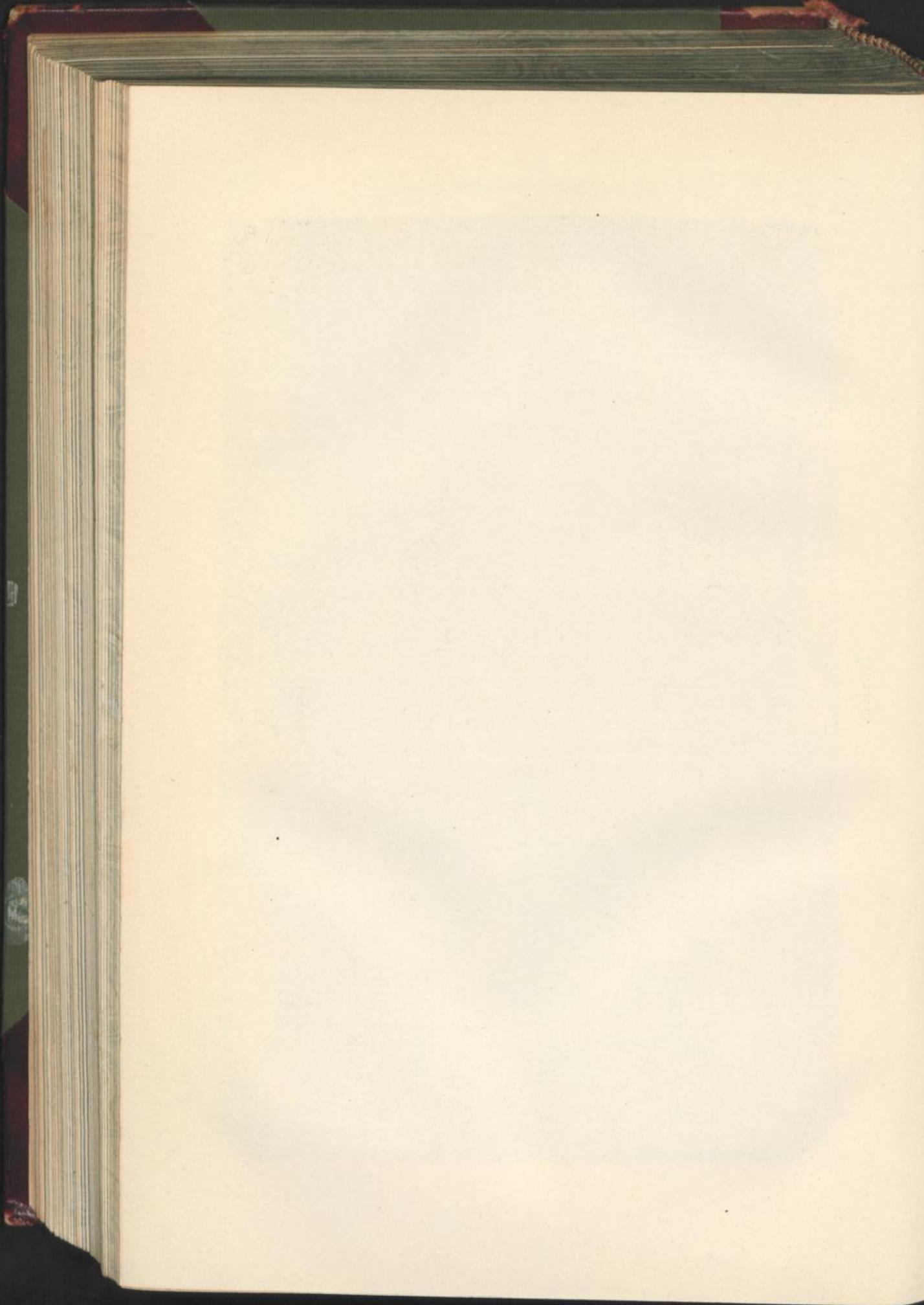
anderen dagegen entstehen zapfenförmige Sammelfrüchte, und wieder bei anderen erscheinen die unterhalb der Samenanlagen stehenden Blattgebilde zu einem Becher verwachsen.

Wie schon aus diesen kurzen Bemerkungen hervorgeht, ist die Fruchtbildung der nachtsamigen Phanerogamen von einer fast unerschöpflichen Mannigfaltigkeit und dabei doch in allen Fällen von jener der bedecktsamigen Phanerogamen verschieden. In einem Punkte herrscht aber Übereinstimmung. Das Ziel des Entwicklungsganges ist bei allen Phanerogamen das gleiche: die Erzeugung eines kräftigen Keimlings, die Ausbildung von Schutzmitteln desselben gegen nachteilige äußere Einflüsse und die Herstellung von Ausrüstungen zur Verbreitung der von der Mutterpflanze sich trennenden Samen, welche den Keimling enthalten.

In der Regel ist der ganze Same, wenn er sich von der Mutterpflanze trennt, in allen seinen Teilen, Keim, Endosperm und Schale, vollkommen ausgebildet. Er ist reif, wie man sagt. In einigen Fällen aber findet die vollständige Ausbildung erst nach dem Abfallen des Samens, durch eine „Nachreife“ statt. Bei dem Ginkgo (*Ginkgo biloba*) ist zur Zeit, wenn der pflaumenartige Same abfällt, der Keimling noch gar nicht angelegt. Die Bestäubung hat

Zykadeen.





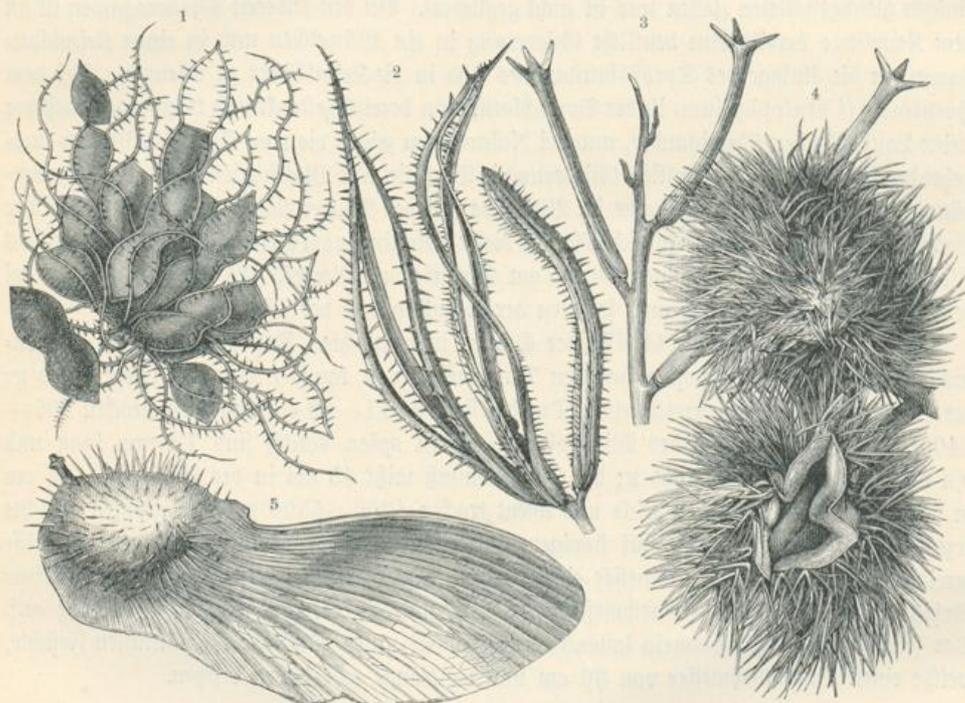
stattgefunden, aber nun tritt ein Stillstand der Entwicklung im Archegonium ein, und dieser Stillstand dauert so lange, bis der Same, dessen Schale inzwischen an Umfang ungewöhnlich zunahm und fleischig wurde, abgefallen ist. Erst jetzt befruchtet der Pollenschlauch die Eizelle, sie beginnt sich weiter zu entwickeln und wächst auf Kosten der Stoffe im Speichergewebe zu einem stattlichen Keimlinge mit Wurzeln und Keimblättern heran. Bei den Orchideen sowie bei mehreren Schmarotzern und Verwesungspflanzen, z. B. dem Teufelszwirn, der Sommerwurz, den Balanophoreen und dem Fichtenpargel (vgl. Bd. I, S. 357, 365, 369 und 413), enthält der von der Mutterpflanze abgetrennte Same bereits einen Keimling; derselbe besteht aber nur aus einigen gleichgestalteten Zellen und ist nicht gegliedert. Bei den anderen Phanerogamen ist an dem Keimlinge bereits eine deutliche Gliederung in ein Wurzeln und in einen Keimblattstamm, in die Anlage des Sproßblattstammes und in die Keimblätter zu erkennen. Bei dem Hornkraute (*Ceratophyllum*) ist der Sproßblattstamm bereits gestreckt und trägt sogar mehrere kleine Laubblättchen übereinander, und bei *Nelumbium* zeigen die vom Sproßblattstamm ausgehenden Laubblätter eine deutliche Gliederung in Blattstiel und Blattspitze. Bei den Mangrovebäumen wächst der Keimling sogar im Verbands mit der Mutterpflanze zu außergewöhnlicher Größe heran (vgl. S. 38). Endlich löst sich dieser Keimling vom Keimblatte und fällt in das Wasser oder in den schlammigen Grund am Strande des Meeres. Es löst sich demnach bei den Mangroven nicht der Same, sondern der Keimling von der Mutterpflanze ab.

Sehr verschieden ist die Größe der Samen und Früchte. Der Same unserer Wiesenorchidee *Gymnadenia conopsea* hat den Durchmesser von kaum 1 mm und wiegt 0,008 g; der Same der Kokosnuß erreicht einen Durchmesser von 11—22 cm und wiegt trocken 800—1400 g. Die Kornfrüchte des Windhalmes (*Apera spica venti*) sind 1,2 mm lang und 0,3 mm breit und wiegen 0,05 g; die Seschellenuß mißt 45 cm in der Höhe, 30—35 cm in der Breite, 22 cm in der Dicke und wiegt trocken 4200—5500 g. Die größten Früchte erzeugen die Kufurbitazeen. Auf üppigem Boden in warmen Sommern gezogene Kürbisse erreichen nicht selten im Durchmesser einen halben Meter, und einzelne Früchte des Riesenkürbis weisen einen Längendurchmesser von 1 m und ein Gewicht von 75—100 kg auf. Der Flaschenkürbis (*Lagenaria leucantha*) entwickelt unter günstigen Verhältnissen Früchte, welche einen Querdurchmesser von 30 cm und die Länge von 1,5 m besitzen.

## 7. Schutzmaßregeln für die Samen und Früchte.

Wir haben im 1. Bande mannigfache Schutzeinrichtungen der Organe kennen gelernt. Daß auch die für die Pflanzen so wichtigen Samen der Schutzmittel gegen tierische Angriffe und gegen Ungunst der Witterung bedürfen, ist einzusehen. Daher finden wir an den Samen häufig Dornen, Stacheln, stehende Borsten und Brennhaare, welche besonders am Samengehäuse, an den Fruchtdecken und Fruchthüllen angetroffen werden. Die Kapseln des Stechapfels (*Datura Stramonium*), die Kapsel der *Bixa Orellana*, die mit drei Klappen aufspringende Trockenfrucht der *Schrankia* (s. Abbildung, S. 510, Fig. 2), die Hülsen der russischen Süßholzstaude (*Glycyrrhiza echinata*), die aus dem Kelche gebildete Fruchtdecke der die Steppen bewohnenden *Arnebia cornuta* und die Fruchthülle der Kastanie (*Castanea vesca*; s. Abbildung, S. 510, Fig. 4) mögen hierfür als Beispiele dienen. Auch bei mehreren

Kiefern wird solcher Schutz beobachtet, dafür möge die nordamerikanische *Pinus serotina* als Vorbild gelten, deren Zapfen ringsum mit kurzen, sehr spitzen Nadeln besetzt sind (s. Abbildung, S. 507, Fig. 2), so daß bis zur Zeit der Trennung der Schuppen und des Ausfallens der geflügelten, dem Winde preisgegebenen Samen kein Tier es wagen wird, diese Zapfen anzugreifen. Von besonderem Interesse sind auch einige Schotengewächse (*Tetractium quadricorne*, *Matthiola bicornis*, *tricuspidata*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 3), bei denen sich nur am Ende der Frucht neben dem abhorrenden kurzen Griffel 2, 3 oder 4 feste, spreizende Spitzen ausbilden, welche den weidenden Tieren drohend entgegenstarren. Noch



Schutzmittel der ausreifenden Samen gegen die Angriffe der Tiere: 1) *Mimosa hispida*; 2) *Schrankia*; 3) *Matthiola tricuspidata*; 4) *Castanea vesca*; 5) *Centrolobium robustum*. (Zu S. 509—511.)

feltamer und einer besonderen Beschreibung wert sind die Mimosen aus der Verwandtschaft der Sinnpflanze (z. B. *Mimosa pudica*, *polycarpa*, *hispida*), für welche die zuletzt genannte als Vorbild hingestellt sein soll (s. obenstehende Abbildung, Fig. 1). Die Hülsen sind hier zu einem Knäuel vereinigt. Sowohl die Rückennaht als die Bauchnaht jeder Hülse wird von einer Rippe gebildet, welche zwei Reihen scharfer, kurzer Stacheln trägt. Dieser stachelige, die Hülse wie ein Rahmen einfassende Besatz verschreckt alle Tiere, welche etwa nach den ausreifenden Früchten lüstern sein sollten. Wenn dann die Samen reif geworden sind, fallen die Hülsen aus dem bestachelten Rahmen heraus und werden durch die Luftströmungen verbreitet. Gewöhnlich spalten sich die ausfallenden Hülsen in mehrere Glieder von sehr geringem Gewicht und einer verhältnismäßig großen Angriffsfläche, so daß sie, durch den Wind erfasst, sehr weit fortgetragen werden können.

Meistens bleiben die bestachelten, zur Reifezeit geöffneten Hülsen der Samen an der

Mutterpflanze zurück, und nur in seltenen Fällen, z. B. bei der Flügel Frucht des *Centrolobium robustum* (s. Abbildung, S. 510, Fig. 5), löst sich das bestachelte geschlossene Samengehäuse ganz von dem Fruchtstiel ab. Geschieht dies, so haben die Stacheln noch weitere Aufgaben zu erfüllen, insbesondere haben sie als Verbreitungsmittel und bei der Befestigung der Samen an das Keimbett eine wichtige Rolle zu spielen. Bei Pflanzen mit fleischigen, saftreichen Früchten, deren Samen durch Vögel verbreitet werden, wäre es nicht vorteilhaft, wenn die Frucht auch noch zur Zeit ihrer vollen Reife mit spigen Stacheln besetzt wäre. In der Tat lösen sich bei solchen Pflanzen die Stacheln und Borsten, wenn solche bis zur Zeit des Reisens vorhanden waren, ab, und die fleischige Frucht, welche eine Beute der Vögel werden soll, ist dann unbewehrt. Die Früchte der zu den Leguminosen gehörigen *Mucuna pruriens* sind während ihrer Entwicklung dicht mit braunen, spindelförmigen Borsten besetzt. Jede Borste besteht aus einer Zelle, ist hohl und enthält einen scharfen Saft; an dem freien Ende sitzen kleine Papillen, welche, mit ihrer Spitze rückwärts gerichtet, wie Widerhaken wirken. Diese Borsten bohren sich bei der leisesten Berührung in die Haut ein und erzeugen unausstehliches Jucken und heftige Entzündungen. Solange diese Borsten auf der Frucht sitzen, unternimmt kein auf Pflanzenkost angewiesenes Tier einen Angriff; sobald aber die in der fleischigen Masse eingebetteten Samen reif geworden sind, fallen die gefährlichen Borsten ab, und nun nahen sich auch Vögel, um die Früchte als Nahrung aufzunehmen, was die Verbreitung der Samen zur Folge hat.

Die unter dem Namen Hagebutten bekannten Früchte der Rosen reifen im Herbst, fallen aber auch dann, wenn sie vollständig ausgereift sind, nicht von ihren Tragzweigen ab. Die Samen sind in kleinen, sehr harten Nüsschen und diese in dem fleischig gewordenen Blütenboden verborgen. Die Verbreitung soll durch Dohlen, Krähen und Amseln vermittelt werden, welche angeflogen kommen, die Hagebutten ihres Fruchtfleisches wegen als Nahrung zu sich nehmen, das Fruchtfleisch verdauen, die harten Nüsschen aber unverdaut mit dem Kot an Stellen absetzen, welche von den Standorten der Mutterpflanze mehr oder weniger weit entfernt sind. Während die genannten Vögel willkommene Gäste sind und durch die auffallende Farbe der Hagebutten sogar angelockt werden, sind Mäuse und andere kleine Nager in hohem Grad unwillkommen; denn sie zernagen die Nüsschen, welche in dem Fruchtfleische der Hagebutten stecken, und verzehren mit großer Geschwindigkeit auch den Inhalt der Nüsschen, die Samen. Gegen diese bösen Gäste sollen die Hagebutten ausgiebig geschützt sein. Und sie sind es auch. Die Stämme und Zweige, über welche die gefährlichen kleinen Nager den Weg zu den Früchten einschlagen müßten, starren von Stacheln, welche mit ihrer gekrümmten, scharfen Spitze abwärts sehen und den Mäusen das Emporklettern unmöglich machen. Wenn man im Spätherbste, nachdem die Mäuse von den Feldern abgezogen sind und in den von Menschen bewohnten Räumen ihr Winterquartier aufgeschlagen haben, von den Rosensträuchern Hagebutten abpflückt und sie am Abend auf die Erde unter die Rosensträucher legt, findet man sie am folgenden Morgen von den Mäusen angenagt und vernichtet, während die an den Zweigen stehenden Hagebutten unberührt bleiben. Ähnlich wie die Hagebutten sind auch die Früchte mehrerer niederer Palmen durch Stachelkränze an den Stämmen, durch stehende Nadeln an den Hüllen und hakenförmig gekrümmte spige Zähne an jenen Blattstielen, über welche sich die Nagetiere den Früchten nähern könnten, geschützt. Ebenso findet man die Beeren mehrerer staudenförmiger Nachtschattengewächse (z. B. *Solanum sodomaeum* und *sisymbriifolium*) sowie die Früchte der Brombeeren mit zahllosen stehenden Borsten und Stacheln sowohl am Stengel als auch an den Fruchtstielen und Kelchen gegen aufkriechende

Tiere gesichert. Bei mehreren Arten der Gattung Hecksame, so namentlich *Ulex Galii*, *micranthus* und *nannus*, sind die Hülsen über Zweige verteilt, welche ringsum von Dornen starren. Die Dornen ragen über die Hülsen hinaus, sind bogenförmig gekrümmt, und ihre scharfe Spitze ist gegen die Erde gerichtet. Mäuse, welche über diese Zweige emporklettern und die zwischen den Dornen versteckten Hülsen aufsuchen wollten, würden diesen Versuch teuer bezahlen.

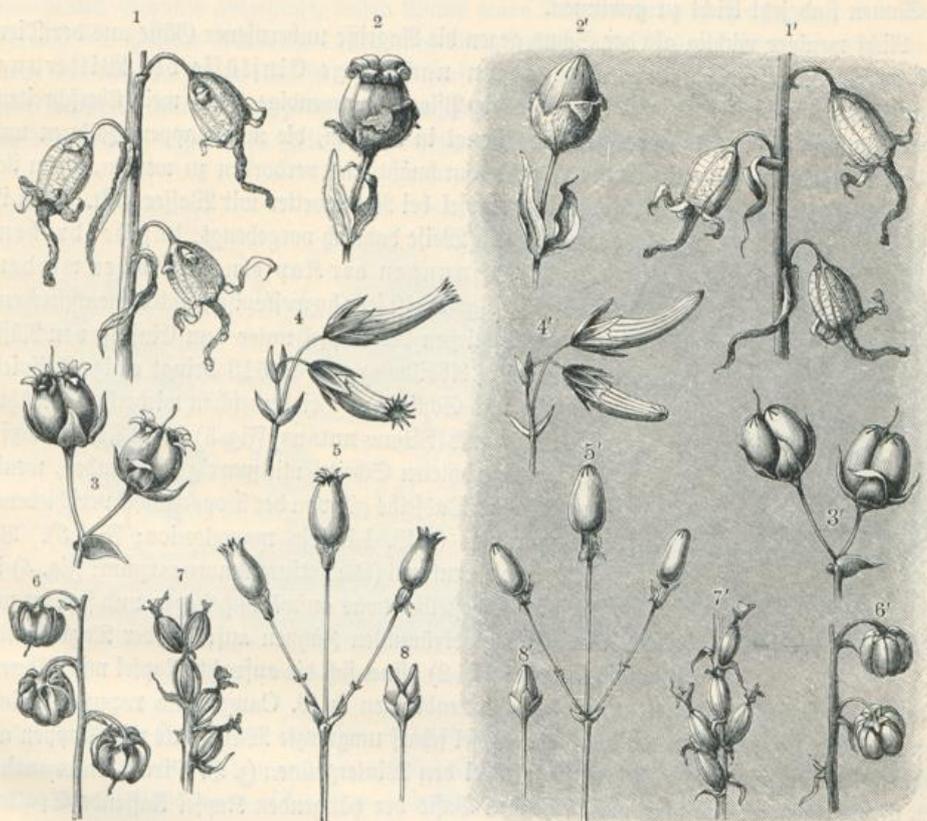
Daß außer den Nagern auch noch andere unwillkommene Gäste aus der Tierwelt, namentlich Raupen, Schnecken, Ohrwürmer, Asseln und dergleichen, abgehalten werden sollen, ist selbstverständlich. Für gewisse Raupen haben die grünen Samengehäuse und für andere unwillkommene Gäste wieder die Samen selbst eine besondere Anziehungskraft. Inwieweit es für Nestengewächse, Schmetterlingsblütler und einige Arten der Gattung *Yucca* von Vorteil ist, wenn ein Teil ihrer Samen den Raupen zum Opfer fällt, wurde auf S. 380 u. f. ausführlicher erörtert. Es ist hier auch daran zu erinnern, daß durch die Stacheln und Dornen, insbesondere durch jene, deren Spitzen schräg aufwärts gerichtet sind, das Laub der betreffenden Pflanzen gegen die weidenden Tiere geschützt wird (vgl. Bd. I, S. 129 u. f.). Bei den obenerwähnten Hecksamen (*Ulex*) kann man sehen, daß die Spitzen jener Dornen, welche an dem Gipfel der Zweige entspringen, den weidenden Tieren entgegenstarren, während die tiefer abwärts von den Zweigen ausgehenden Dornen, welche gegen die Erde gekrümmt sind, das Emporklettern der Mäuse verhindern.

Eine eigentümliche Schutzvorrichtung wird an den Fruchtkelchen gewisser Lippenblütler, namentlich des Thymians, des Bergthymians und der Ballote (*Thymus*, *Calamintha*, *Ballota*), beobachtet. Nachdem die Befruchtung stattgefunden hat, fällt die Blumenkrone ab, der Kelch aber, in dessen Grunde vier Nüsschen heranwachsen sollen, bleibt zurück und bildet eine becherförmige Fruchtdecke. Damit nun dort die Entwicklung der Nüsschen ohne Störung vor sich gehen kann, wird die Mündung des Bechers abgesperrt. Es erscheint nämlich dort ein Haarfranz eingeschaltet, welcher von den kleinen, samensfressenden Tieren nicht durchdrungen werden kann. Welche Bedeutung diesen Haarfränzen überdies bei dem Ausschleudern der Früchtchen zukommt, wird an anderer Stelle zu erörtern sein (Band III).

In manchen Fällen werden die Früchte oder die Samen gegen die ungebetenen Gäste aus der Tierwelt nicht durch abwehrende Dornen, Stacheln, Borsten und Haare, sondern dadurch unzugänglich gemacht, daß sie während des Ausreifens an langen dünnen Stielen hängen. Es wäre für die Mäuse ein gefährliches Wagnis, entlang der schwankenden Stengel und Stiele zu den hängenden Hülsen der Erbsen (*Pisum*) sowie zu jenen der Wickeln (*Vicia dumetorum*, *pisiformis*, *silvatica*) emporzuklimmen. Wenn zufällig einmal eine dieser Hülsen eine Lage einnimmt, derzufolge sie auf einem anderen Wege leicht erreicht werden kann, dann ist sie auch so gut wie verloren, denn die nahrhaften Samen in diesen Hülsen bilden für die Mäuse eine sehr begehrte und vielumworbene Speise. Daß mittels der langen, schwankenden Stiele auch die Kirschchen gegen die Angriffe der Ohrwürmer, Asseln und anderen Ungeziefers geschützt sind, geht aus dem Umstande hervor, daß jene Kirschchen, welche man abgepflückt, unter dem Baum auf den Boden gelegt und so den flügellosen Tieren zugänglich gemacht hat, von diesen schon nach wenigen Stunden belagert und angefressen werden.

Wo als Anlockungsmittel für die zur Samenverbreitung berufenen Tiere fleischige, saftreiche Gewebe ausgebildet werden, kann man mit Sicherheit darauf rechnen, daß diese Gewebe vor der Reife der Samen nicht begehrenswert erscheinen. Sie sind dies erst, wenn die Samen schon keimfähig und befähigt sind, sich selbständig ohne weitere Beihilfe

der Mutterpflanze weiter zu entwickeln. Es braucht hier nur an die unreifen Kirschchen, Pflaumen, Birnen, Apfel und Weinbeeren erinnert zu werden. Sehr lehrreich ist in dieser Beziehung auch die Walnuß (*Juglans regia*). Die Nuß ist so lange von einer tanninreichen, äußerst herben, fleischigen Hülle umgeben, als der in ihr geborgene Same die Keimfähigkeit nicht erreicht hat. Man hat noch niemals gesehen, daß diese Hülle von einem Nußhäger oder einem anderen nach Nüssen fahrenden Tiere berührt worden wäre. Sobald aber der Same aus-



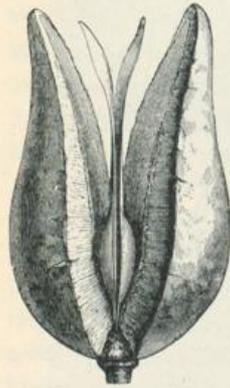
Schutzmittel der Samen gegen die nachteiligen Einflüsse der Bitterung: 1) Kapsel der *Campanula rapunculoides* bei trockenem Wetter, 1') bei Regenwetter; 2) Kapsel der *Lychnis alba* bei trockenem, 2') bei Regenwetter; 3) Kapseln der *Linaria macedonica* bei trockenem, 3') bei Regenwetter; 4) Kapseln des *Corastium macrocarpum* bei trockenem, 4') bei Regenwetter; 5) Kapseln der *Silene nutans* bei trockenem, 5') bei Regenwetter; 6) Kapseln der *Pirola chlorantha* bei trockenem, 6') bei Regenwetter; 7) Kapseln der *Gymnadenia conopsea* bei trockenem, 7') bei Regenwetter; 8) Kapsel der *Pinguicula vulgaris* bei trockenem, 8') bei Regenwetter. (Zu S. 514.)

gereift ist, zerklüftet die fleischige Hülle, sie schwärzt sich, wird weich, schrumpft zusammen und hebt sich von der Nuß in Form unregelmäßiger Borsten ab. Die Nuß wird sichtbar und zugänglich, und jetzt stellen sich auch die Nußhäger und andere Tiere ein, welche die Verbreitung dieser Samen zu besorgen haben.

In vielen Fällen sind es nicht so sehr bittere und saure, sondern stark duftende, harzige und klebrige Stoffe, welche die Zellen und Gänge in den äußersten Schichten der Frucht so lange erfüllen, bis der Same im Inneren keimfähig geworden ist. So z. B. sind die Schuppen an dem Zapfen der Zirbelkiefer (*Pinus Cembra*) bis zur vollendeten Reife der von

ihnen verdeckten Samen ungemein harzreich. Nibt man sie mit einem Messer, so quillt Harz hervor, welches an der glatten Messerflinge anhaftet und nur schwer wieder entfernt werden kann. Wollte jetzt ein Tannenhäher die Samen durch Aufhacken der Zapfenschuppen mit dem Schnabel gewinnen, so würde er sich mit Harz besudeln. Diese Tiere unterlassen es auch, um diese Zeit die Samen aus den Zapfen zu lösen, und warten die volle Reife der Samen ab. Ist diese eingetreten, so werden die Zapfen trocken, ihre Schuppen trennen sich von selbst, und die Samen sind jetzt leicht zu gewinnen.

Nicht weniger wichtig als der Schutz gegen die Angriffe unberufener Gäste aus der Tierwelt ist für den Keimling der Schutz gegen nachteilige Einflüsse der Witterung. Namentlich kann die Feuchtigkeit das für die Pflanze notwendige Maß weit überschreiten. Samen, welche in Kapseln geborgen sind, zumal in Kapseln, die mit Klappen, Zähnen und Löchern aufspringen, unterliegen der Gefahr, durchnäst und verdorben zu werden, wenn sich

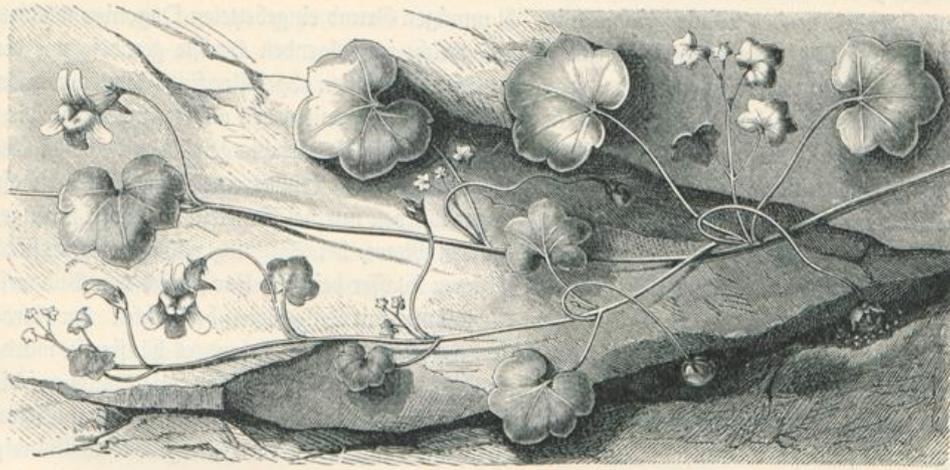


Samenfrucht von *Xylome-lum piriforme*. (Zu S. 515.)

der Hohlraum der Kapsel bei Regenwetter mit Wasser füllt. Dem ist nun in der einfachsten Weise dadurch vorgebeugt, daß bei drohender Gefahr die Öffnungen der Kapseln geschlossen werden. Das Gehäuse vieler Kapseln ist sehr hygroskopisch, und dementsprechend erfolgt auch das Schließen der Kapsel unter dem Einfluß von Nässe ungemein rasch. Die Abbildung auf S. 513 bringt einige Beispiele für dieses Öffnen und Schließen. Bei dem schon wiederholt erwähnten nickenden Leinkraute (*Silene nutans*; Fig. 5) öffnet sich die Kapsel an dem aufwärts gerichteten Scheitel mit sparrig abstehenden, wenig gekrümmten Zähnen. Dasselbe gilt von der Doppelkapsel verschiedener Arten des Leinkrautes (z. B. *Linaria macedonica*; Fig. 3). Bei dem großfrüchtigen Hornkraut (*Cerastium macrocarpum*; Fig. 4) ist die Kapsel seitlich eingestellt, etwas aufwärts gebogen und springt mit spitzen, wenig zurückgekrümmten Zähnen auf; bei der Taglichtnelke (*Lychnis diurna*; Fig. 2) öffnet sich die aufrechte Kapsel mit Zähnen, welche sich spiralig zurückrollen; bei den Glockenblumen (z. B. *Campanula rapunculoides*; Fig. 1) heben sich nahe an der Basis der Kapsel scharf umgrenzte Wandstücke wie Klappen ab, wodurch dort ebenso viele Löcher entstehen; bei den Wintergrünen (z. B. *Pirola chlorantha*; Fig. 6) entstehen an der nach oben sehenden Basis der hängenden Kapsel klaffende Spalten, und bei dem Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*; Fig. 8) geht die aufrechte Kapsel in zwei Klappen auseinander. Wie alle diese Kapseln aussehen, wenn sie von Regen oder Tau befeuchtet werden, zeigen die Figuren 1' bis 8'. Der Verschluss ist ein so vollkommener, daß von dem Eindringen der Nässe in das Innere des Gehäuses keine Rede sein kann, und so sind die dort geborgenen Samen gegen die Gefahr einer vorzeitigen Durchnässung auf das trefflichste geschützt. Wo sich nur schmale Spalten an den Seitenwänden der Kapsel ausbilden, wäre es möglich, daß das Wasser durch diese eindringt und die Samen verdirbt. Aber gerade solche Kapseln sind ausnehmend hygroskopisch, und selbst eine schwache Benetzung mit Tau genügt, daß sich die bei trockenem Wetter offenen Spalten sofort schließen, wenn die Feuchtigkeit der Luft zunimmt und Tau gebildet wird. Die Früchte unserer Wiesenorchideen, z. B. der *Gymnadenia conopsea* (s. Abbildung, S. 513, Fig. 7 und 7'), zeigen diesen Vorgang in schönster Weise.

Ausbildungen an den Früchten, deren hauptsächlichste, wenn nicht einzige Bedeutung in dem Schutze des Keimlings gegen die zu weit gehende Austrocknung oder, um es

mit einem Worte zu sagen, gegen das Verdorren zu suchen ist, gibt es verhältnismäßig nur wenige. In einigen Landstrichen Australiens liegt die Pflanzenwelt monatelang in einer Art Sommerschlaf; es fällt zu dieser Zeit kein Regen, der Tau neigt kaum ein oder das andere Mal vorübergehend die Oberfläche des Erdreiches, und es herrscht eine Trockenheit der Luft und nachgerade auch des Bodens, welche die Pflanze nötigt, den Saftumtrieb zeitweilig ganz einzustellen. Die Samen des auf S. 514 abgebildeten *Xylomelum pyriforme* sind in einem steinharten Gehäuse eingesargt, dessen Wand einen Durchmesser von 2 cm zeigt, und können daselbst der größten Trockenheit jahrelang ohne Nachteil widerstehen. Ähnlich verhält es sich auch mit den Samen, welche in den büchsenförmigen, dicken Gehäusen der australischen Arten von *Banksia* und *Eucalyptus* geborgen sind. Daß auch die Früchte der Steppenpflanzen in der heißen, regenlosen Zeit des Hochsommers eines Schutzes gegen das Vertrocknen des



*Linaria cymbalaria*, den Samen in felsentigen Legenb.

eingeschlossenen Keimlings bedürfen, ist selbstverständlich. Unter diesen Pflanzen sind ganz besonders die hohen Doldengewächse aus der Gattung *Prangos* und *Cachrys* bemerkenswert, deren Spaltfrüchte einen dicken Panzer besitzen, dessen Gewebe lebhaft an Holundermark erinnert. In dieser gepanzerten Hülle liegt der zarte Keimling gegen Vertrocknung trefflich verwahrt, und es hat diese Fruchtform außerdem noch den Vorteil, daß sie bei verhältnismäßig bedeutendem Umfange doch nur ein sehr geringes Gewicht besitzt, so daß sie durch die Winde über die Steppe leicht verbreitet werden kann.

Auch Bewegungen zum Schutze der Samen finden bei manchen Pflanzen statt. Während die blütentragenden Stiele von *Linaria cymbalaria* sich anfangs dem Lichte und dem von dort kommenden Insektenbesuch zuneigen, krümmen sie sich nach erfolgter Befruchtung in der entgegengesetzten Richtung, also nach den dunkelsten Stellen hin, wodurch die Früchte in dunkle, feuchte Steinrigen (s. obenstehende Abbildung) zu liegen kommen.

### 8. Die Parthenogenese.

Zu Anfang unseres Jahrhunderts wurde die Aufmerksamkeit der Botaniker auf eine Wasserpflanze gelenkt, welche in der Alten Welt von Irland bis China und von Finnland bis zum Küstenraume des nördlichen Afrikas verbreitet ist, nirgends aber häufiger auftritt als in der Umgebung und auf den Inseln der Ostsee. Diese Wasserpflanze führt den Namen *Chara crinita*, gehört in die Gruppe der Armleuchtergewächse, wächst besonders gern in der Nähe des Meeres in brackischem Wasser und nur stellenweise auch in schwach salzigen, stehenden Gewässern im Inneren der Kontinente. Wo sie sich in Gräben, Tümpeln und Seen angesiedelt hat, erscheint sie stets in großer Menge und bildet mitunter, ähnlich den stammverwandten Arten, ausgedehnte reine Bestände. Sie ist einjährig. Im Herbst stirbt die ganze Pflanze ab. Aus den abgefallenen, den Winter hindurch im schlammigen Grund eingebetteten Dogonien wachsen im nächsten Frühlinge junge Pflanzen hervor, welche im folgenden Herbst gerade so wie die Mutterpflanzen wieder zugrunde gehen, nachdem ihre Dogonien abgefallen sind. *Chara crinita* ist zweihäufig, d. h. das eine Individuum entwickelt nur Dogonien, das andere nur Antheridien (vgl. S. 247 f.). Während aber von anderen zweihäufigen Armleuchtergewächsen beiderlei Geschlechter zusammen in derselben Gegend zu wachsen pflegen, kommt eine solche Nachbarschaft bei *Chara crinita* nur äußerst selten vor. Bisher wurden nur bei Courteison, unweit Orange, im südlichen Frankreich, bei Gurjew am Kaspiischen Meere, bei Salzburg nächst Hermannstadt in Siebenbürgen, in kleinen Tümpeln mit salzigem Wasser bei Soroksar südlich von Budapest und im Hafen von Piräus in Griechenland Individuen mit Antheridien beobachtet. In Norddeutschland, zumal in der Umgebung der Ostsee, wo *Chara crinita* besonders häufig ist, wurde dagegen nicht ein einziger Stock derselben mit Antheridien gefunden. Der Laie könnte auf die Vermutung kommen, daß diese Gegenden vielleicht doch zu wenig durchforscht seien, um schon jetzt behaupten zu können, daß *Chara crinita* mit Antheridien im Ostseegebiete vollständig fehle. Aber wenn irgendwo eine solche Behauptung gewagt werden kann, so ist es hier der Fall. Auf das seltsame Verhalten dieser Pflanze einmal aufmerksam geworden, haben es die Botaniker an den eingehendsten Untersuchungen in dem genannten Gebiete nicht fehlen lassen. Der Daffower See bei Lübeck, die Umgebung von Warnemünde nächst Rostock, der große und kleine Jasmunder Bodden auf der Insel Rügen und das Wanger Wieck bei Stralsund, wo *Chara crinita* in ungeheurer Menge vorkommt, wurden zu wiederholten Malen eigens mit Rücksicht auf das Vorkommen von Antheridien an diesem Armleuchtergewächse untersucht. Insbesondere wurden auch Nachforschungen angestellt, ob vielleicht an einzelnen mit Archegonien ausgestatteten Individuen irgendwo einige Antheridien ausgebildet seien, weil bekanntlich bei zweihäufigen Pflanzen mitunter eine solche Abweichung von der gewöhnlichen Verteilung der Geschlechter vorkommt. Aber die sorgfältigsten Nachforschungen waren vergeblich, und es kann als feststehend gelten, daß im Ostseegebiete von dem in Rede stehenden Armleuchtergewächse keine Antheridien und somit auch keine Spermatozoiden ausgebildet werden. Der Versuch, die Sache so zu erklären, daß zur Zeit, wenn die Dogonien befruchtungsfähig werden, aus den Wassertümpeln des südlichen Frankreichs, aus Ungarn oder aus dem Kaspisee männliche Geschlechtszellen der *Chara crinita* durch Wasservögel in das Ostseegebiet gebracht werden könnten, ist gleichfalls abzulehnen, und es ergibt sich aus alledem, daß im Ostseegebiete die Eizellen in den Dogonien der *Chara crinita* unbefruchtet bleiben. Wenn dennoch die im Herbst abfallenden

und in Schlamme überwinterten Dogonien im darauffolgenden Jahr eine weitere Entwicklung erfahren, wenn dann die unbefruchtete Eizelle sich teilt und zum Ausgangspunkte für ein neues Individuum wird, so liegt hier einer jener Fälle vor, welchen die Zoologen Parthenogenese genannt haben. Wiederholt angezweifelt, ist doch jetzt mit Bestimmtheit nachgewiesen, daß aus den unbefruchteten Eiern der Tannenlaus (*Chermes*) und der Blattlaus (*Aphis*), ebenso aus jenen verschiedener gesellig lebender Bienen, Wespen und Blattwespen lebensfähige Individuen hervorgehen. Auch von der Mottengattung *Solenobia* und von dem Seidenspinner ist es bekannt, daß aus unbefruchteten Eiern Raupen auskriechen, welche sich weiter entwickeln und verpuppen, wozu noch bemerkt zu werden verdient, daß aus solchen Puppen immer wieder nur Weibchen hervorgehen. Es ist dies insofern interessant, als auch aus den unbefruchteten Dogonien der *Chara crinita* immer nur Individuen mit Dogonien entspringen. Unter den im Wasser lebenden Saprolegniaceen gibt es mehrere, bei welchen Parthenogenese regelmäßig beobachtet wird, z. B. *Achlya*-Arten, *Saprolegnia hypogyna*, *molinifera* und *uniseta*, bei welchen unvollkommene oder gar keine Antheridien gebildet werden, und trotzdem bilden die Eizellen ohne Befruchtung neue Pflanzen.

Es liegen aber mehrere andere Fälle vor, wo die Parthenogenese bei phanerogamen Pflanzen über allen Zweifel erhaben ist. Einen solchen besonders lehrreichen Fall bildet *Gnaphalium alpinum* oder *Antennaria alpina*, ein ausdauernder Korbblütler, welcher mit dem in Deutschland unter dem Namen Regenpöfchen bekannten und im mittleren Europa sehr häufigen *Gnaphalium dioicum* und dem in den Karpathen und Alpen verbreiteten *Gnaphalium carpaticum* eine große Ähnlichkeit zeigt. Diese Pflanze findet sich in Skandinavien von Telemarken bis Havojund ( $59^{\circ} 52'$  bis  $71^{\circ}$  nördl. Br.), in Rußland vom nördlichen Finnland bis zur Halbinsel Kola, weiterhin im arktischen Sibirien und arktischen Amerika, in Labrador, auf der Melville-Insel, durch den ganzen arktischen Archipel, auf Grönland von  $60-72^{\circ}$  nördl. Br. und auch noch auf Island, also in einem Gürtel, der im Durchmesser von ungefähr 12 Breitengraden den Nordpol umgibt. Sie fehlt dagegen vollständig den mittel- und südeuropäischen Hochgebirgen und ist auch auf den Gebirgen des mittleren Asiens nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden. In dem ungeheuren nordischen Verbreitungsbezirke ist *Gnaphalium alpinum* nicht selten und kommt dort an vielen Tausenden von Standorten und in Milliarden von Stöcken vor. Aber merkwürdig, weder im arktischen Amerika noch im arktischen Asien wurde jemals ein Stock gesehen, welcher Pollen entwickelt hätte. In der skandinavischen Flora wurde angeblich einmal im Jahre 1842 die pollentragende Pflanze gefunden; aber auch dieser Fund wird angezweifelt, und die vielen Botaniker, welche die skandinavische Flora auf das sorgfältigste in alter und neuer Zeit durchforscht haben, sagen einstimmig aus, daß sie nur Stöcke des *Gnaphalium alpinum*, welche Blüten mit Fruchtanlagen, aber niemals solche, welche Blüten mit Pollen trugen, gesehen haben. Durch diese Umstände angeregt, wurden Stöcke von *Gnaphalium alpinum* vom Dovrefjeld in Norwegen unter Berücksichtigung aller möglichen Vorichtsmaßregeln im Innsbrucker Botanischen Garten gezogen und zum Blühen gebracht. Sämtliche Blüten zeigten zwar Fruchtanlagen, aber keinen Pollen, und eine Belegung der Narben mit Pollen war ganz unmöglich gemacht. Trotzdem entwickelten sich aus einem Teile der Fruchtanlagen Früchte mit wohlausgebildeten Samen, und aus diesen gingen, nachdem sie in sandige, humusreiche Erde gelegt worden waren, junge Pflanzen hervor, welche mit der Stammpflanze vollständig übereinstimmten, alsbald auch zur Blüte gelangten, aber in ihren Blüten wieder nur Fruchtanlagen zeigten. Nach diesem Ergebnisse kann es nicht

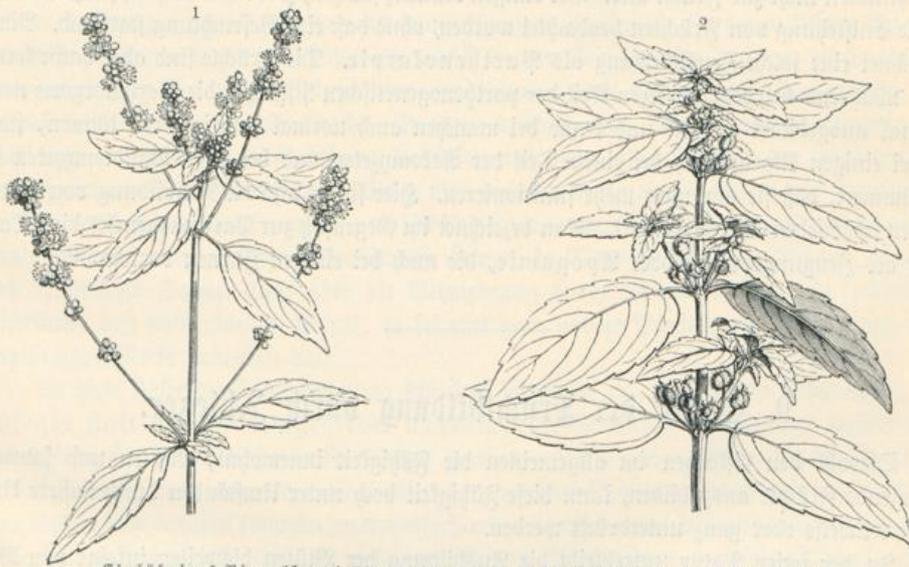
zweifelhaft sein, daß sich *Gnaphalium alpinum* auch in seinem weit ausgedehnten nordischen Verbreitungsbezirke durch Parthenogenese vermehrt, und daß seine Fortpflanzung durch das Fehlen pollenerliefernder Stöcke nicht verhindert wird.

Weitere interessante Fälle von Parthenogenese finden sich in der sehr artenreichen Gattung *Alchimilla*. Zahlreiche nord- und mitteleuropäische Arten der Abteilung *Eualchimilla* bilden keimfähige Samen mit vollkommenem Embryo aus, ohne daß sie befruchtet werden. Dabei wurde entdeckt, daß die Parthenogenese hier eine Forderung des Fortbestehens der Pflanzen ist, da sie meistens verkümmerte Samenanlagen und gar keine oder verkümmerte Pollenkörner ausbilden. Von den *Thalictrum*-Arten ist *Th. purpurascens* und vielleicht auch noch andere parthenogenetisch. Ferner zeigen diese Eigenschaft eine ganze Reihe Arten der zu den Korbblütlern gehörigen Gattung *Taraxacum*. Man hat sie bis jetzt bei zwölf Arten Parthenogenese festgestellt, darunter auch bei dem gemeinen Löwenzahn, *Taraxacum officinale*, und bei *Taraxacum vulgare*. Interessant sind auch die Verhältnisse bei den Hierazien, bei denen man trotz künstlicher Entfernung der Antheren und Narben, also ohne Befruchtung, keimfähige Samen erhält. Daß auch unter natürlichen Bedingungen bei Hierazien Parthenogenese eintreten muß, ergibt sich daraus, daß bei manchen, z. B. *Hieracium excellens*, die Antheren gar keinen Pollen enthalten. Endlich ist ein indischer Strauch hier aufzuführen, *Wikstroemia indica*, eine Thymeläacee, welche ohne Befruchtung normale Samen bildet. Auch bei dieser Pflanze stellte sich heraus, daß die Pollenbildung gestört ist. Es ist also eine ziemlich allgemeine, wenn auch nicht ausnahmslose Regel, daß bei parthenogenetisch sich vermehrenden Pflanzen entweder gar kein oder nur sehr wenig normaler Pollen entsteht.

Während die hier erwähnten Fälle von Parthenogenese sichergestellt sind, finden sich auch Angaben über eine Reihe von Pflanzen, bei denen jedoch noch nähere Untersuchungen nötig sind. So soll auch bei dem Hanf und bei dem Hopfen (*Cannabis sativa*, *Humulus Lupulus*) die Fortpflanzung durch Parthenogenese vorkommen können.

Eine andere Pflanze, an welcher seit langer Zeit das Entstehen von Keimlingen in nicht befruchteten Samenanlagen beobachtet wurde, ist das zu den Euphorbiaceen gehörende einjährige Bingelkraut (*Mercurialis annua*; s. nebenstehende Abbildung), eine Pflanze, welche auf Feldern, in Gemüsegärten, an Hecken und Zäunen und auf Schuttplätzen im mittleren Europa sehr verbreitet ist. Im freien Lande wachsen von dieser Pflanzenart Stöcke, die nur Fruchtblüten, und solche, die nur Pollenblüten tragen, bunt durcheinander. Der stäubende Pollen gelangt durch Vermittelung der Luftströmungen leicht zu den Narben, und an den Stöcken mit Fruchtblüten reift stets eine große Menge keimfähiger Samen, welche als das Ergebnis der vorhergegangenen Befruchtung gelten. Man hat nun zu verschiedenen Zeiten Stöcke mit Fruchtblüten für sich allein in Töpfen herangezogen, und diese entwickelten gleichfalls keimfähige Samen, wenn auch in geringerer Zahl als jene, welche im freien Lande in Gesellschaft der Stöcke mit Pollenblüten aufgewachsen waren. Dieses Ergebnis wurde von vielen Seiten bezweifelt und auf Ungenauigkeit bei den Kulturversuchen zurückzuführen gesucht. Es wurde eingewendet, daß stäubender Pollen von fern her durch den Wind in die zu den Kulturversuchen benutzten Räume geweht sein konnte, und, was noch mehr ins Gewicht fiel, es wurde darauf aufmerksam gemacht, daß manche Stöcke des Bingelkrautes neben vielen Fruchtblüten auch vereinzelte Pollenblüten tragen. Der Widerspruch regte zu neuen Versuchen an, bei welchen auf alle möglichen Fehlerquellen die entsprechende Rücksicht genommen wurde. Besonders günstig erschienen zu erneuten Kulturversuchen solche Gelände, wo auf viele Meilen in der

Runde kein Bingelkraut wild wachsend vorkommt, und wo die Möglichkeit der Zufuhr von Pollen aus der Umgebung vollständig ausgeschlossen war, so z. B. irgendein Punkt im mittleren Tirol, wo sowohl das einjährige als das ausdauernde Bingelkraut vollständig fehlen. Auf einem solchen Gelände in dem hochgelegenen tirolischen Schnitztale wurden die schon im Jahre 1833 von Ramisch in Prag mit so großer Ausdauer durchgeführten Versuche wiederholt, und es wurden dabei alle jene Fehler, welche den Versuchen von Ramisch vorgeworfen wurden, vermieden. Insbesondere wurden alle Stöcke, an welchen sich Knospen von Pollenblüten zeigten, sofort vernichtet und auch sorgfältig darauf geachtet, ob nicht vielleicht an dem einen oder anderen mit Fruchtblüten ausgestatteten Stock irgendwo eine vereinzelt Pollen- oder Zwitterblüte versteckt sei. Zur Zeit, als nun die Narben des Bingelkrautes belegungsfähig waren,



Einjähriges Bingelkraut (*Mercurialis annua*): 1) mit Pollenblüten, 2) mit Fruchtblüten.

fanden sich auf viele Meilen in der Runde ganz bestimmt keine Pollenzellen dieser Pflanze vor, und es konnte daher eine Belegung mit solchem Pollen auch nicht stattfinden. Dennoch schwoilen alsbald die Fruchtknoten an, aus den Samenanlagen entwickelten sich Samen mit einem Keimling, und aus diesen Samen gingen nach der Aussaat wieder neue, kräftige Stöcke hervor.

Es muß hier hervorgehoben werden, daß die Entscheidung, ob Parthenogenese vorliegt, nicht bloß durch Ernte keimfähiger Samen von Pflanzen, die augenscheinlich nicht befruchtet werden, zu erlangen ist, sondern daß mikroskopische Untersuchung des Fortpflanzungsapparates, unumgänglich ist, um nicht zu falschen Schlüssen zu gelangen. Von Parthenogenese kann nur geredet werden, wenn der Embryo wirklich aus einer unbefruchteten Eizelle hervorgeht. Unter Umständen kann im unbefruchteten Samen auch ohne Beteiligung der Eizelle ein Embryo entstehen, indem dieser aus Zellen des Samenknochenkernes entsteht und in den Embryosack hineinwächst. Solche Embryonen nennt man Adventivembryonen, sie haben mit der Eizelle überhaupt nichts zu tun, sondern sind nur rein vegetative Erzeugnisse. Eine zu den Euphorbiaceen gehörige Pflanze, die wild in den Gebüschdickichten des östlichen Australiens wächst und 1829 nach Europa in die botanischen Gärten kam, *Caelebogyne ilicifolia*, hat

lange als das erste Beispiel von Parthenogenese im Pflanzenreich gegolten. Es waren nur weibliche Pflanzen vorhanden, und doch erzeugte die Pflanze Samen. Aber spätere Untersuchungen stellten fest, daß in diesem Falle die Eizelle nicht an der Keimbildung beteiligt war, sondern nur Adventivembryonen vorlagen. In diesem Falle, der auch bei *Funkia ovata*, *Evo- nymus latifolia*, *Citrus Aurantium* (Orange) vorkommt, bilden sich gewöhnlich viele Keim- linge auf diese Art, welche dann im Samen gedrängt nebeneinanderliegen. Man nennt diese Erscheinung Polyembryonie. Im allgemeinen kommt der Parthenogenese wohl keine große Bedeutung für die Erhaltung der Nachkommenschaft zu, sie könnte aber vielleicht noch einmal auf die Entwicklung der Sexualität bei den Pflanzen mehr Licht werfen.

Wenn keine Befruchtung der Samenknospen erfolgt, bildet sich in der Regel auch der Fruchtknoten nicht zur Frucht aus. Bei einigen Kulturpflanzen, z. B. Gurken, Äpfeln, Birnen, ist die Entstehung von Früchten beobachtet worden, ohne daß eine Befruchtung stattfand. Man bezeichnet eine solche Fruchtbildung als Parthenokarpie. Die Früchte sind aber dann kern- los. Während bei dem größeren Teil der parthenogenetischen Pflanzen die Sexualorgane noch normal ausgebildet werden und sogar bei manchen auch normal funktionieren können, sind sie bei einigen Algenpilzen, bei einem Teil der Askomyzeten und bei allen Basidiomyzeten so verkümmert, daß sie gar nicht mehr funktionieren. Hier findet also die Neubildung von Indi- viduen ohne jeden Sexualakt statt. Man bezeichnet im Gegensatz zur Parthenogenese diese Tat- sache als Zeugungsverlust oder Apogamie, die auch bei einigen Farnen vorkommt.

### 9. Ersatz der Fruchtbildung durch Ableger.

Obwohl den Pflanzen im allgemeinen die Fähigkeit innewohnt, Blüten und samen- erzeugende Früchte auszubilden, kann diese Fähigkeit doch unter Umständen durch äußere Un- gunst teilweise oder ganz unterdrückt werden.

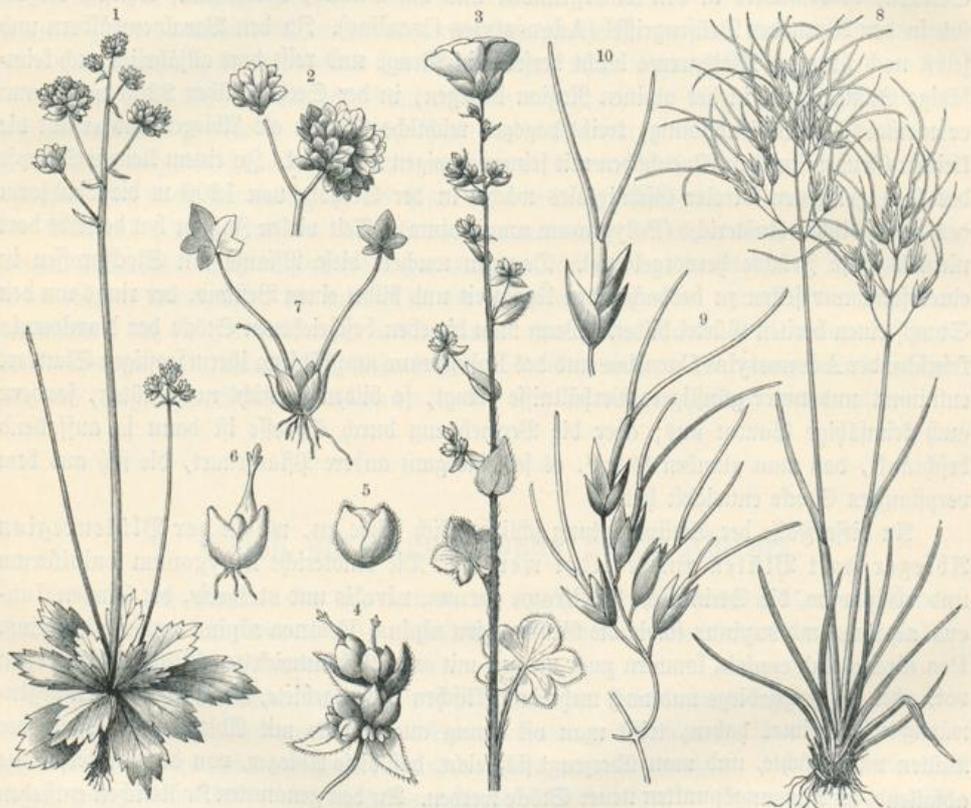
In der freien Natur unterbleibt die Ausbildung der Blüten bisweilen infolge von Be- schattung; dagegen werden dann vegetative Vermehrungsorgane gefördert. Das schmalblättrige Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) entfaltet nur an sonnigen, den Hummeln und Bienen zugänglichen Plätzen seine prächtigen Blüten. Je kräftiger der Sonnenschein, desto leb- hafter der Purpur der Blumenblätter. Hat sich die Pflanzenwelt in der Nachbarschaft solcher reichblühender Weidenröschenstauden in der Weise verändert, daß die bisher besonnten Stöcke dicht beschattet werden, so verkümmern an denselben die Blütenknospen viel früher, als sie sich geöffnet haben, und fallen als weißliche, vertrocknete Gebilde von der Spindel der Blütentraube ab. Während aber die reichlich blühenden Stöcke nur wenige kurze Ausläufer bilden, entstehen aus den in Schatten gestellten blütenlosen Stöcken lange unterirdische Sprosse, die als Aus- läufer weit und breit herumkriechen und dem Bereich des Schattens zu entgehen suchen.

Als eine weitere sehr merkwürdige Erscheinung verdient hier verzeichnet zu werden, daß ausdauernde Arten, die unter günstigen klimatischen Verhältnissen reichlich blühen und fruchten, in rauheren Gegenden gar nicht zum Blühen kommen, da- gegen dort reichliche Ableger bilden und sich durch diese ausnehmend stark ver- mehren und verbreiten. Über den größten Teil des arktischen Gebietes verbreitet, wächst ein mit unserer Pestwurz nahe verwandter Korbblütler namens *Nardosmia frigida*. Diese

Pflanze treibt aber nur an der Südgrenze ihres Verbreitungsbezirkes Blüten und Früchte, weiter nordwärts hat sie noch keines Menschen Auge jemals blühen gesehen; dagegen vermehrt sie sich dort reichlich durch weit und breit unterirdisch herumkriechende und ausgedehnte Bestände bildende Sprosse. *Arenaria peploides*, *Stellaria humifusa*, *Cardamine pratensis* und mehrere Seggen und Ranunkeln kommen auf Spitzbergen nur sehr selten zum Blühen; dagegen vermehren sie sich dort ungemein reichlich durch Ableger, mit welchen sie oft weite Strecken, insbesondere in den Moorgründen und am Strand, überziehen. Ähnlich verhält sich in den Alpen der Drüsengriffel (*Adenostyles Cacaliae*). In den Voralpenwäldern und selbst noch über der Waldgrenze blüht derselbe in Menge und reift dort alljährlich auch keimfähige Samen aus, in der alpinen Region dagegen, in der Seehöhe über 2200 m, kommt er niemals zur Blütenbildung, treibt dagegen reichliche Sprosse als Ableger und erfüllt die kleinen Gruben auf den Alpenhöhen mit seinem üppigen Laubwerk. In einem kleinen Sumpfe des hoch gelegenen Tiroler Gschnitztales wächst in der Seehöhe von 1200 m die Landform des amphibischen Knöterichs (*Polygonum amphibium*). Seit vielen Jahren hat derselbe dort niemals reife Früchte hervorgebracht. Dagegen wuchert diese Pflanze mit Stocksprossen in einer sonst nur selten zu beobachtenden Üppigkeit und bildet einen Bestand, der rings um den Sumpf einen breiten Gürtel bildet. Wenn man die eben beschriebenen Stöcke der *Nardosmia frigida*, der *Adenostyles Cacaliae* und des *Polygonum amphibium* ihrem frostigen Standort entnimmt und unter günstigere Verhältnisse bringt, so bilden sie nicht nur Blüten, sondern auch keimfähige Samen aus; aber die Vermehrung durch Sprosse ist dann so auffallend beschränkt, daß man glauben könnte, es sei eine ganz andere Pflanzenart, die sich aus dem verpflanzten Stocke entwickelt hat.

An diese Fälle der Stellvertretung schließen sich solche an, wo in der Blütenregion Ableger statt Blüten ausgebildet werden. Die Knöteriche *Polygonum bulbiferum* und *viviparum*, die Steinbreche *Saxifraga cernua*, *nivalis* und *stellaris*, die Simsen *Juncus alpinus* und *supinus* sowie die Gräser *Aira alpina*, *Festuca alpina* und *rupicaprina*, *Poa alpina* und *cenisia* kommen zwar vielfach mit ordentlich entwickelten Blüten und Früchten vor, aber im Hochgebirge und noch mehr im arktischen Florengebiete, wo diese Pflanzen gegenwärtig ihre Heimat haben, trifft man oft genug auch Stöcke mit Ablegern an Stelle der Blüten und Früchte, und man überzeugt sich leicht, daß diese Ableger, von der Mutterpflanze abfallend, zu Ausgangspunkten neuer Stöcke werden. An den genannten Knöterichen entstehen statt der Blüten kleine Knöllchen. Die auf umstehender Abbildung, Fig. 3, dargestellte *Saxifraga cernua* trägt an ihrem schlanken Stengel gewöhnlich nur eine Gipfelblüte und an Stelle der seitlichen Blüten knäuelartig zusammengedrückte Knospen mit kurzen Achsen, die das Aussehen von kleinen Zwiebeln haben. Manchmal fehlt auch die Gipfelblüte, und man sieht dann aus den Achseln aller Deckblätter nur kurze Zweiglein mit gehäuften knospenförmigen Ablegern (s. Abbildung, S. 522, Fig. 4) hervorgehen. Die Knospen sind, wenn sie abfallen, entweder noch geschlossen (Fig. 5), oder es sind die fleischigen, dicken Hüllblätter bereits auseinandergerückt, und es erscheint eines der Laubblätter mit kleiner, grüner Spreite schon vorgeschoben. Auf der Erde liegend, treiben sie alsbald Wurzeln und wachsen zu neuen Stöcken heran (s. Abbildung, S. 522, Fig. 6 und 7). Bei *Saxifraga nivalis* (Fig. 1 und 2) entstehen an Stelle der Blüten kurze Sprosse von rosettenförmigem Ansehen mit dicht zusammengedrängten grünen Blättchen. Auch diese lösen sich leicht ab, und nachdem aus der verkürzten Achse des Sprosses Wurzeln hervorgegangen sind, wachsen sie zu neuen Pflanzenstöcken heran.

Bei den genannten Simsen und Gräsern kommen statt der Früchte kurze Sprosse zum Vorschein, welche sich von den Verzweigungen der Rispe ablösen. Die Entwicklung dieser Sprosse erfolgt bei dem untenstehend in Figur 8 abgebildeten Alpenrispengraße (*Poa alpina*) und überhaupt bei den meisten der in Rede stehenden Gräser in der Art, daß die Spindel des Blütenährchens, nachdem sie an der Basis mehrere Hüllspelzen ausgebildet hat, weiter aufwärts einige grüne verlängerte Laubblätter vorstreckt und so einen kleinen beblätterten Halm



Erfass der Blüten und Früchte durch Ableger: 1) *Saxifraga nivalis* mit grünbelaubten rosettenförmigen Sprossen an Stelle der Blüten, in natürl. Größe, 2) zwei grünbelaubte rosettenförmige Sprosse an Stelle der Blüten, vergrößert; eine Rosette hat sich von ihrem Stiele getrennt; 3) *Saxifraga cornua*, in natürl. Größe, 4) ein Seitenzweiglein dieser *Saxifraga*, vergrößert, 5–7) die an den Seitenzweiglein an Stelle der Blüten ausgebildeten Ableger in den aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien; 8) *Poa alpina*, mit Ablegern an Stelle der Blüten, in natürl. Größe, 9) ein Ästchen aus der Rispe dieser Pflanze, vergrößert, 10) beblätterter Halm als Ableger an Stelle der Frucht zwischen den Spelzen hervorstwachsend. Vergrößert. (Zu S. 521.)

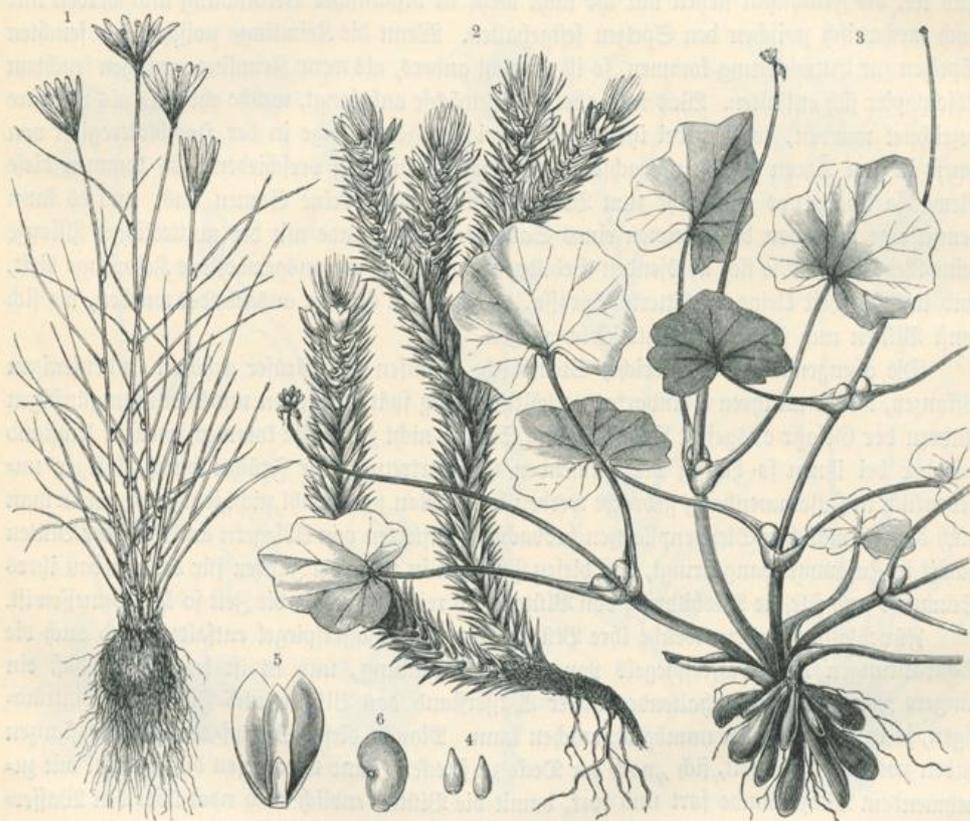
darstellt (s. obenstehende Abbildung, Fig. 9 und 10). Dieser löst sich später ab und wächst auf feuchter Erde zu einem selbständigen neuen Stock aus. Seltener findet eine seitliche Sprossung aus der Spindel statt, in welchem Falle sich in den Achseln der Deckspelzen kleine seitliche Sprosse ausbilden, welche ähnlich wie die von den Spelzen umhüllten Früchtchen von der Spindel abgelöst und abgeworfen werden. Die Botaniker früherer Zeiten nannten solche Gräser und überhaupt alle Pflanzen, welche in der Blütenregion Ableger ausbildeten, lebendiggebärende (*plantae viviparae*) und glaubten, daß in allen solchen Fällen die Samen, solange sie noch mit der Mutterpflanze in Verbindung stehen, zum Keimen kämen. Zu dieser Ansicht

mochte wohl die Erfahrung der Landwirte geführt haben, daß der Roggen, der Hafer und andere Getreidearten bisweilen „auswachsen“, d. h. daß sich dann, wenn während der Reisezeit des Getreides Tage und Wochen hindurch Regen die Ähren benetzt und überdies die Halme auf den Boden hingelagert sind, die Keimlinge bereits zu entwickeln beginnen, solange noch die Früchte zwischen den Spelzen der Ähren stecken. Dieses Keimen in den Ähren und Rispen erfolgt aber ganz unabhängig von der Mutterpflanze; denn diese ist bereits gebleicht, abgedorrt und tot, die Fröchtchen stehen mit ihr nicht mehr in organischer Verbindung und werden nur noch mechanisch zwischen den Spelzen festgehalten. Wenn die Keimlinge zwischen den feuchten Spelzen zur Entwicklung kommen, so ist es nicht anders, als wenn Keimlinge zwischen feuchtem Löschpapier sich entfalten. Was nun aber die Gewächse anbelangt, welche ehemals als vivipare bezeichnet wurden, so sind bei ihnen die Entwicklungsvorgänge in der Hochblattregion von jenen in den Ähren des „auswachsenden“ Getreides gänzlich verschieden. Es kommen diese Gewächse überhaupt gar nicht zum Blühen, bilden daher keine Samen aus, und es kann demzufolge auch von dem Keimen eines Samens im Verbande mit der mütterlichen Pflanze keine Rede sein. Die sich ablösenden Gebilde, welche man für ausgewachsene Keimlinge hielt, sind in Wahrheit kleine beblätterte Sprosse, die an jenen Stellen ausgebildet wurden, wo sich sonst Blüten und Früchte zu entwickeln pflegen.

Die obengenannten Knöteriche, Steinbreche, Simsen und Gräser gehören zu denjenigen Pflanzen, welche an ihren Standorten verhältnismäßig spät ausblühen und dort in ungünstigen Jahren der Gefahr ausgesetzt sind, daß ihre Samen nicht zur Reife kommen, welcher Umstand mit der bei ihnen so häufig vorkommenden Stellvertretung der Früchte durch Ableger unbedenklich in Zusammenhang gebracht werden darf. Man wird wohl nicht fehlgehen, wenn man auch das an manchen Steppenpflanzen beobachtete Auftreten von Ablegern an Stelle der Blüten damit in Zusammenhang bringt, daß diesen Pflanzen in manchen Jahren für den Aufbau ihres Stammes und für die Ausbildung von Blüten und reifen Früchten die Zeit so karg bemessen ist.

Für Wasserpflanzen, welche ihre Blüten über dem Wasserspiegel entfalten, sind auch die Schwankungen des Wasserspiegels von großer Bedeutung, und es ist begreiflich, daß ein längere Zeit hindurch anhaltender hoher Wasserstand das Blühen und Fruchten beeinträchtigen, ja in vielen Fällen unmöglich machen kann. Manche dieser Sumpf- und Wasserpflanzen haben zwar die Fähigkeit, sich „nach der Decke zu strecken“, und es wachsen die Stengel mit zunehmendem Wasserstande fort und fort, damit die Blüten endlich doch noch über den Wasserspiegel emporkommen und sich dort entfalten können; aber auch dieses Längenwachstum hat seine Grenzen, und es tritt gar nicht selten der Fall ein, daß trotz außerordentlicher Verlängerung der Stengel und Blütenstiele das Ziel doch nicht erreicht wird. Unter Wasser kann aber in den Blüten dieser Pflanzen keine Befruchtung stattfinden. Wenn schon Blüten vorbereitet wurden, so kommen diese doch nicht zur Entfaltung, verkümmern und lösen sich als Knospen ab oder verwesen, ohne daß aus ihnen Früchte hervorgegangen wären. In den kleinen Seen des Schwarzwaldes wächst eine zu den Wegerichen gehörige Sumpfpflanze, *Littorella lacustris*, die aber nur in den trockensten Jahren, wenn nämlich der Wasserspiegel auf einen ganz kleinen Tümpel eingeeengt und der Seegrund fast trockengelegt ist, zum Blühen und Fruchten kommt. Das ist nun freilich selten der Fall; es vergehen Jahrzehnte, ohne daß der Wasserstand in der eben geschilderten Weise abnimmt, und die *Littorella* bleibt dann untergetaucht, blüht nicht auf und setzt natürlich auch keine Früchte an. Dagegen bildet sie als Ersatz der Früchte Ausläufer, welche im Schlamm anwurzeln, und mit deren Hilfe sie sich Jahrzehnte hindurch zu erhalten

und zu vermehren imstande ist. Wie diese Litorella verhalten sich auch mehrere Laichkräuter und Wasserramunkeln, und es steht überhaupt mit dieser Verhinderung der Fruchtbildung durch hohen Wasserstand im Zusammenhange, daß so viele Wasserpflanzen äußerst selten blühen, sich dagegen häufig durch Ableger vermehren und verbreiten. Die auf S. 282 erwähnte *Cymodocea antarctica*, welche an den Küsten Australiens unabsehbare Bestände bildet, blüht so selten, daß man lange Zeit ihre Blüten gar

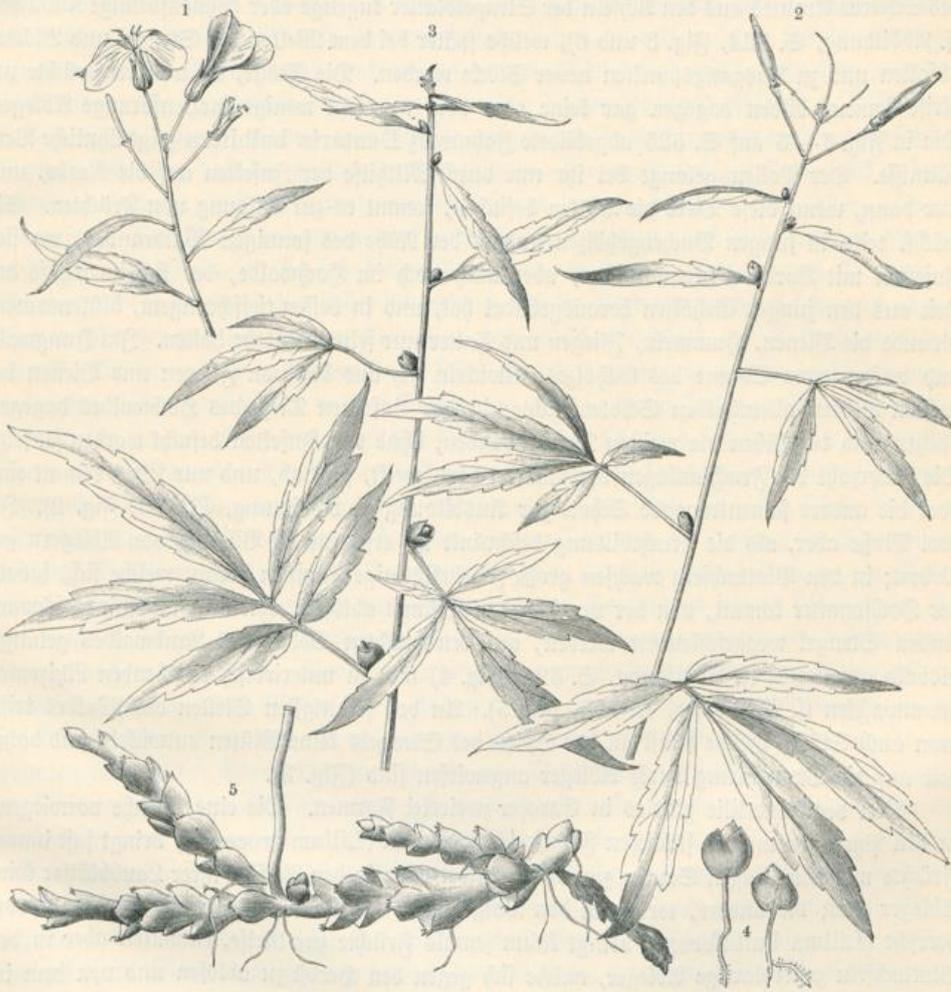


Erfass der Blüten, Früchte und Sporengeläuse durch Knöllchen und knospenförmiger Ableger: 1) *Gagea persica*; 2) *Lycopodium Selago*; 3) *Ranunculus Ficaria*; 4) knospenförmiger Ableger aus den Blattachseln der *Gagea Persica*; 5) knospenförmiger Ableger von *Lycopodium Selago*; 6) knospenförmiger Ableger von *Ranunculus Ficaria*. Fig. 1–3 in natürl. Größe, Fig. 4–6 vergrößert. (Zu S. 525–527.)

nicht kannte und ihre eigentümlich geformten Ableger für Blüten ansah. Auch die Blüten und Früchte der Wasserlinsen (*Lemna*) haben wegen ihrer Seltenheit nur wenige Botaniker gesehen, und die in neuester Zeit wegen Hinderung der Schifffahrt so berühmt gewordene Wasserpest (*Elodea canadensis*), welche gleichfalls nur sehr selten zum Blühen kommt, verdankt ihre fabelhafte Vermehrung und Ausbreitung nicht den Früchten, sondern der ungemein rasch und ausgiebig erfolgenden Ablegerbildung.

Bei manchen Arten mag auch der Umstand ins Spiel kommen, daß sich die Insekten, welche die Belegung der Narben mit Pollen zu vermitteln hätten, dort, wo die Pflanze jetzt wächst, nur äußerst spärlich einstellen oder gar ganz ausbleiben.

Selbstverständlich kommen in dieser Beziehung nur Pflanzen in Betracht, deren Blüten jener Einrichtungen entbehren, vermöge welcher bei ausbleibender Kreuzung früher oder später eine Autogamie stattfinden würde. Wenn auch nicht bei allen, so doch bei einer ansehnlichen Zahl hierhergehöriger Gewächse stellen sich in der Tat an Stelle der Blüten und Früchte



Ersatz der Blüten und Früchte durch Ableger: knöllchentragende Zahnwurz (*Dentaria bulbifera*): 1) Blütentraube, 2) belaubter Stengel, von einer Fruchttraube abgeschlossen, in welcher zwei Früchte zur Reife gekommen sind; in den Achseln eines Teiles der Stengelblätter knospensformige Ableger, 3) belaubter Stengel, dessen Blütentraube verkümmert ist; in den Achseln sämtlicher Stengelblätter knospensformige Ableger, 4) wurzeltreibende abgefallene knospensformige Ableger, 5) Rhizom der *Dentaria bulbifera*. (Zu S. 526.)

Ableger ein, und zwar Ableger der verschiedensten Form, oberirdische und unterirdische Knöllchen, zwiebelartige Knospen, grün belaubte Sprosse und in seltenen Fällen auch winzige Knöpfchen, aus deren Achse eine dicke, fleischige Luftwurzel hervorstößt.

Die gelben Blüten des Scharbockkrautes (*Ranunculus Ficaria*) werden auf sonnigen Plätzen von kleinen pollenfressenden Käfern, von Fliegen und Bienen, wenn auch nicht gerade häufig, aber doch auch nicht selten besucht, und an solchen Standorten entwickeln sich auch

vereinzelte reife Fruchtköpfchen aus den Fruchtanlagen; an schattigen Stellen im Gedränge niederen Buschwerkes und im dunkeln Grunde der Laubwälder ist dagegen der Besuch durch Insekten sehr spärlich, und dort gehen auch die meisten Fruchtanlagen zugrunde, ohne zur Reife gelangt zu sein. Dagegen entwickeln sich an den im tiefen Schatten gewachsenen Stöcken des Scharbockkrautes aus den Achseln der Stengelblätter kugelige oder bohnenförmige Knöllchen (s. Abbildung, S. 524, Fig. 3 und 6), welche später bei dem Welken der Stengel und Blätter abfallen und zu Ausgangspunkten neuer Stöcke werden. Die Stöcke, an welchen Früchte zur Reife kamen, bilden dagegen gar keine oder doch nur sehr wenige knollenförmige Ableger. Die in Fig. 1—5 auf S. 525 abgebildete Zahnwurz *Dentaria bulbifera* zeigt ähnliche Verhältnisse. Der Pollen gelangt bei ihr nur durch Mithilfe der Insekten auf die Narbe, und nur dann, wenn diese Tiere die Blüten besuchen, kommt es zur Bildung von Früchten. Sie wächst teils in jungen Buchengehölzen und in der Nähe des sonnigen Waldbrandes, wo sich Insekten mit Vorliebe herumtreiben, aber auch noch im Hochwalde, der sich im Laufe der Zeit aus den jungen Gehölzen herausgebildet hat, und in dessen tiefschattigem, blütenarmem Grunde die Bienen, Hummeln, Fliegen und Falter nur selten Einkehr halten. Im Jungwald und unfern vom Saume des Gehölzes entwickeln sich aus den von Fliegen und Bienen besuchten Blüten allenthalben Schotenfrüchte; in der einsamen Tiefe des Hochwaldes dagegen blühen und verblühen die meisten Dolbentrauben, ohne von Insekten besucht worden zu sein. Die Mehrzahl der Fruchtanlagen verkümmert dort, welkt, fällt ab, und nur selten kommt eine oder die andere sammentragende Schote zur Ausbildung (s. Abbildung, S. 525, Fig. 2). In dem Maße aber, als die Fruchtbildung beschränkt ist, erscheint die Bildung von Ablegern gefördert; in den Blattachseln wachsen große zwiebelartige Knospen heran, welche sich, sobald der Hochsommer kommt, von der vergilbenden Pflanze ablösen, von dem im Winde schwankenden Stengel weggeschleudert werden, auf den feuchten Boden des Laubwaldes gelangt, alsbald anwurzeln (s. Abbildung, S. 525, Fig. 4) und zu unterirdisch kriechenden Rhizomen heranwachsen (s. Abbildung, S. 525, Fig. 5). An den schattigsten Stellen des Waldes trifft man auch Stöcke, welche selbst an der Spitze des Stengels keine Blüten entwickeln und daher nur auf die Vermehrung durch Ableger angewiesen sind (Fig. 3).

Von der Feuerlilie gibt es in Europa zweierlei Formen. Die eine, welche vorwiegend in den Pyrenäen und im südlichen Frankreich vorkommt (*Lilium croceum*), bringt fast immer Früchte mit keimfähigen Samen zur Reife, bildet aber in den Achseln ihrer Laubblätter keine Ableger aus; die andere, welche in den Talgeländen der Zentralalpen und Nordalpen vorherrscht (*Lilium bulbiferum*), bringt kaum jemals Früchte zur Reife, entwickelt aber in den Blattachseln zwiebelartige Ableger, welche sich gegen den Herbst zu ablösen und von dem im Winde schwankenden Stengel abgeschleudert werden. Und doch ist im Bau der Blüten bei diesen beiden Formen der Feuerlilie kein Unterschied, und man kann sich den Gegensatz in der Vermehrungsweise kaum anders als durch die Annahme erklären, daß in jenen Landstrichen, wo jetzt die Form *Lilium bulbiferum* wächst, jene Insekten fehlen, welche den Pollen von Stock zu Stock übertragen sollten. Da bei der Feuerlilie Autogamie von selbst nicht stattfindet, so entwickeln sich an ihr bei ausbleibendem Insektenbesuche keine Früchte. Es scheint überhaupt, daß dieser Form die Fähigkeit, sich auf dem Wege der Autogamie zu vermehren, verloren gegangen ist. Wenigstens hatte die Übertragung des Pollens auf die Narbe bei Stöcken, die im Garten gepflanzt waren, niemals eine Fruchtbildung zur Folge. Dafür aber entstehen an den Pflanzen reichliche Ableger, durch welche die Vermehrung und Verbreitung besorgt wird.

In mehreren Tälern der Zentralalpen bringt die Feuerlilie gar keine Blüten hervor und ist dort gegenwärtig nur auf die Vermehrung durch die zwiebelartigen Ableger angewiesen.

An dem auf S. 524, Fig. 1, abgebildeten, zu den Liliengewächsen gehörenden persischen Gelbsterne (*Gagea persica*) wiederholen sich mehrere der Eigentümlichkeiten, welche soeben von der Feuerlilie verzeichnet wurden. Die Stengel dieser zierlichen kleinen Zwiebelpflanze schließen mit Blüten ab, welche bei ausbleibendem Insektenbesuch verwelken, ohne Früchte hervorzubringen. In den Achseln der fadenförmigen grünen Blätter sind winzige Knospen angelegt. Verkümmern die Fruchtanlagen, so wachsen diese knospenförmigen Ableger (s. Abbildung, S. 524, Fig. 4) heran; werden reife Früchte ausgebildet, so verkümmern an den betreffenden Stengeln alle oder doch die meisten Knospenanlagen. Ein merkwürdiges Seitenstück zu dieser Pflanze beherbergt auch die mitteleuropäische Flora in dem böhmischen Gelbsterne (*Gagea bohemica*). Der Name *bohemica* darf nicht glauben machen, daß diese Art ausschließlich in Böhmen zu Hause sei; sie hat diesen Namen seinerzeit nur erhalten, weil sie zuerst in Böhmen entdeckt wurde; später stellte sich heraus, daß ihr Verbreitungsbezirk sehr groß ist und sich von Mitteleuropa bis Persien, Kleinasien, das südliche Rußland und die Balkanhalbinsel erstreckt. Weiter westlich in Europa findet sich *Gagea bohemica* nur noch an einigen wenigen verlorenen Posten in Böhmen und bei Magdeburg, und sie ist zweifelsohne ein letzter Rest der ehemals bis an den Harz ausgebreiteten Steppenflora. Es wird sich späterhin Gelegenheit geben, zu erzählen, wie sich diese Steppenflora nach Osten zurückgezogen hat, und wie sie durch wesentlich andere Pflanzengemeinschaften ersetzt wurde; aber schon an dieser Stelle ist zu erwähnen, daß gleichzeitig mit dem Rückzug der Steppenflora auch ein Rückzug der Steppentiere erfolgte. Die Steppenantilope, das Steppennurmeltier, das Steppenstachelschwein, der Pferdespringer und der Pfeifhase, welche damals im mittleren Deutschland lebten, haben dieses Gebiet längst verlassen, und es ist mit gutem Grund anzunehmen, daß auch die Insekten jener Periode ausgewandert sind. Nun ist es gewiß überaus merkwürdig, daß die Steppenpflanze *Gagea bohemica*, deren Blüten ihrem Bau nach auf eine Kreuzung durch Vermittelung der Insekten berechnet sind, und in welchen eine Autogamie nicht zustande kommt, an den erwähnten vereinzelt Standorten in Böhmen und Deutschland niemals Früchte und Samen zur Reife bringt. Unwillkürlich drängt sich der Gedanke auf, daß an diesem Fehlschlagen das Ausbleiben jener Steppeninsekten schuld sei, welche ehemals auch durch Böhmen und Deutschland verbreitet sein mochten. Jedenfalls ist so viel Tatsache, daß an den Stöcken der *Gagea bohemica*, welche an den Standorten in der freien Natur in Böhmen und Deutschland Blüten entfalten, noch niemand Früchte und Samen ausreifen sah. Dagegen bilden sich an dem Stengel dieser Pflanze, zwischen den beiden Grundblättern, kleine zwiebelähnliche Knospen aus, welche nachträglich abfallen, anwurzeln und als Ableger die Art erhalten und vermehren.

In diesem Bande sind die Organe der Pflanzen beschrieben und die ihrer mannigfachen Tätigkeit entsprechenden Einrichtungen geschildert worden. Dabei konnten im wesentlichen nur zwei Gruppen von Organen, Ernährungs- und Fortpflanzungsorgane, unterschieden werden. Aber die Tatsachen ließen überall hervortreten, daß die Organe der Pflanzen gegenüber den äußeren Bedingungen empfindlich, reizbar sind, mithin auch die ganze Pflanze als ein empfindendes Wesen bezeichnet werden kann. Daraus entsteht die Frage, ob die Pflanze nicht auch, ähnlich wie das Tier, besondere Organe, Sinnesorgane, besitzt, um die Reize

aufzunehmen. Dem widerspricht, daß alle Organe der Pflanze reizbar sind, und zwar zeigen niedrigere und höhere Pflanzen die gleiche Reizbarkeit. Das Plasmodium eines Schleimpilzes, der Schwärmer einer Achlya, welche sicher keine Sinnesorgane haben, zeigen die gleiche Reizbarkeit wie die vollkommenste Pflanze. Die Pflanze empfindet offenbar mit dem Protoplasma ihrer Zellen ohne Vermittelung besonderer Sinnesorgane. Darum kann sie auch keine spezifischen Eindrücke aufnehmen, sondern empfindet nur Unterschiede. Nicht das Licht, die Schwerkraft, Feuchtigkeit, sondern nur Unterschiede der Intensität empfindet die Pflanze. Sie orientiert sich aber nicht, wie das Tier, über diese Unterschiede durch Sinnesorgane, sondern wird von diesen äußeren Einflüssen unmittelbar geleitet. Gerade weil das Protoplasma den Reiz aufnimmt, haben sich in einigen Fällen Einrichtungen gebildet, welche das Protoplasma in engste Berührung mit der Reizursache bringen, z. B. „Fühlbüpfel“ bei Ranken, linsenförmige Zellen bei Blättern. Das gibt aber noch keine Berechtigung, diese als „Sinnesorgane“ zu bezeichnen, weil Sinnesorgane im Tierreich immer mit Nervenfasern verbunden sind, die zu einem Zentralorgan hinführen. Beides fehlt den Pflanzen.

Wie die Pflanze, den gegebenen Bedingungen gemäß, alle ihre Bedürfnisse reguliert, bleibt noch ein völliges Rätsel. Es bedeutet ein Überschreiten der Grenzen der Wissenschaft, wenn man willkürlich den leeren Begriff einer „Pflanzenseele“ oder von „Etwas Psychischem“ einführt. Das ist nicht einmal eine Hypothese, sondern ein bloßes Dogma oder eigentlich bloße Mythologie. Das Altertum verfuhr in dieser Frage anschaulicher. Man sagte, ein Baum lebt, weil in jedem Baum eine Nymphe, eine Dryas, wohnt. Niemand hatte sie gesehen, aber man glaubte daran. Wir nennen das heute Mythologie. Die Pflanzenseele ist gleichfalls von niemand gesehen oder durch Erfahrung nachgewiesen worden, mithin muß auch die in einigen Köpfen aufgetauchte Annahme einer Pflanzenpsyche als Mythologie bezeichnet werden.

Für den Anhänger der Entwicklungslehre ist es zwar einleuchtend, daß auch das Seelenvermögen der höheren Lebewesen sich allmählich entwickelt haben wird. Allein daß wir dessen Anfänge in der Pflanzenwelt finden sollen, wäre eine durch nichts begründete Annahme, weil nichts darüber bekannt ist, daß die Pflanzen Vorfahren der Tiere waren, oder daß diese von jenen abstammen. Um uns eine Vorstellung über die Entwicklung des Seelischen machen zu können, müßten wir die ganze Entwicklungsreihe der Lebewesen kennen. Man ist überzeugt, daß der Annahme einer einzigen Entwicklungsreihe in gerader Linie von der niedersten Pflanze bis zu den Tieren die größte Unwahrscheinlichkeit entgegensteht. Es ist völlig unbewiesen, daß die uns bekannte vergangene und heutige Pflanzenwelt mit dem Tierreich in einem solchen Zusammenhange stünde, der einen Schluß auf das Vorhandensein primitiver seelischer Eigenschaften bei Pflanzen zuließe. Das gleiche gilt von „Sinnesorganen“ und dem „Bedürfnisgefühl“. Hätten die Pflanzen übrigens Nerven und Gefühl, dann wären sie bei den Angriffen und Zerstörungen, die sie durch Tiere und Menschen in viel höherem Grade als diese selbst erleiden müssen, die beklagenswertesten Geschöpfe, und man könnte sich kaum noch ihrer freuen.