

3. Die Fortpflanzung bei den Phanerogamen.

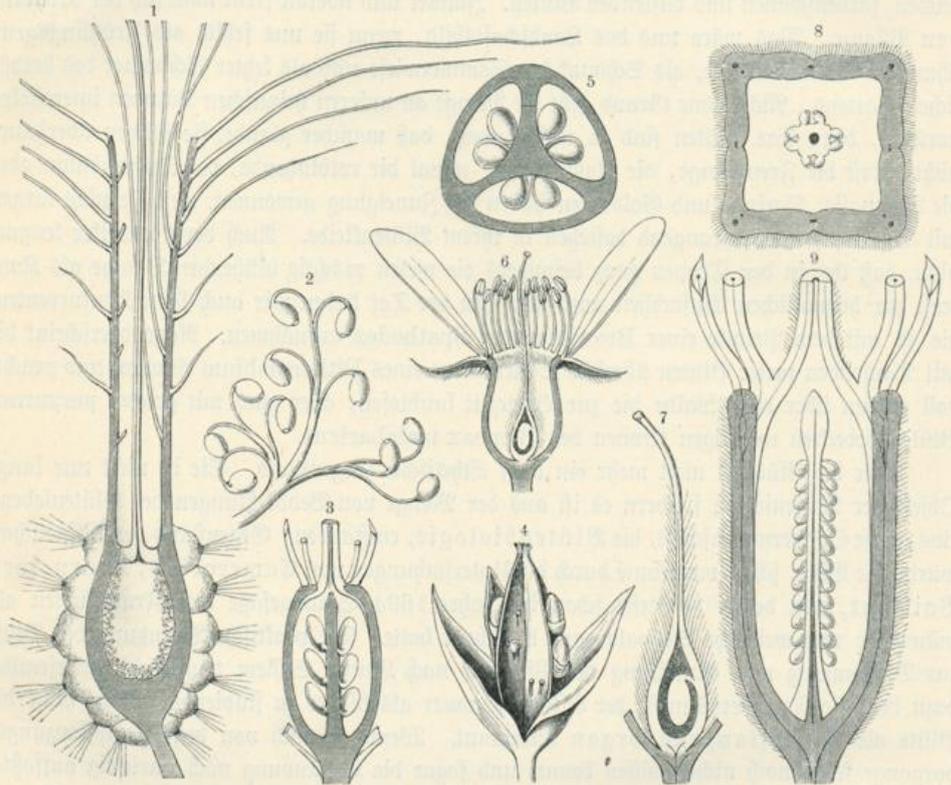
Die Biologie der Blüte und die Bestäubungseinrichtungen.

Die Pflanzen verdanken das allgemeine Ansehen, die Beliebtheit, die sie genießen, die sorgende Liebe, die man ihnen entgegenbringt, nicht ihrem grünen Laube, sondern den formenreichen, farbenschnöhen 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, Baillant, 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 ihnen 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 Samenknochen 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 Samenknospe 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 entstanden. 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 Benützung 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 Durchschnitt 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.)

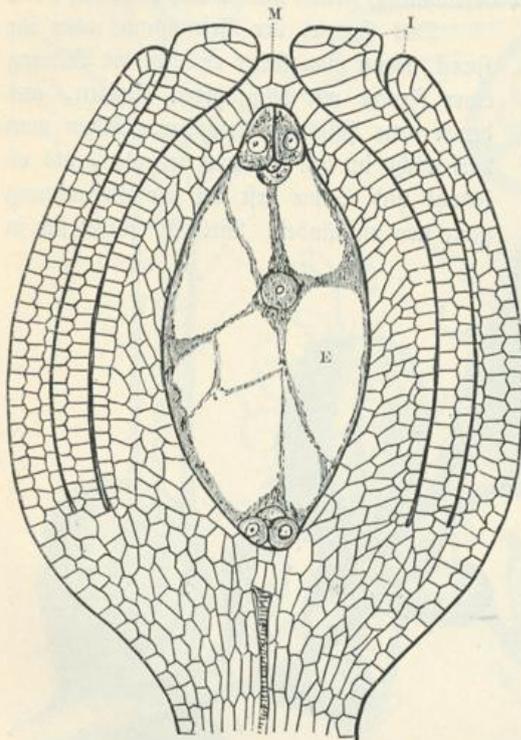
Diese Samenanlagen sind die wichtigsten Ein schlüsse des Fruchtknotens, denn sie ganz allein werden durch die Schläuche der Pollenzellen befruchtet; der Fruchtknoten ist, wie leicht zu begreifen, nur ein Behälter für die Samenknochen und trägt gleichzeitig auf seiner Spitze den Empfangsapparat für die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

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 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 (kamptotrop) 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,



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.

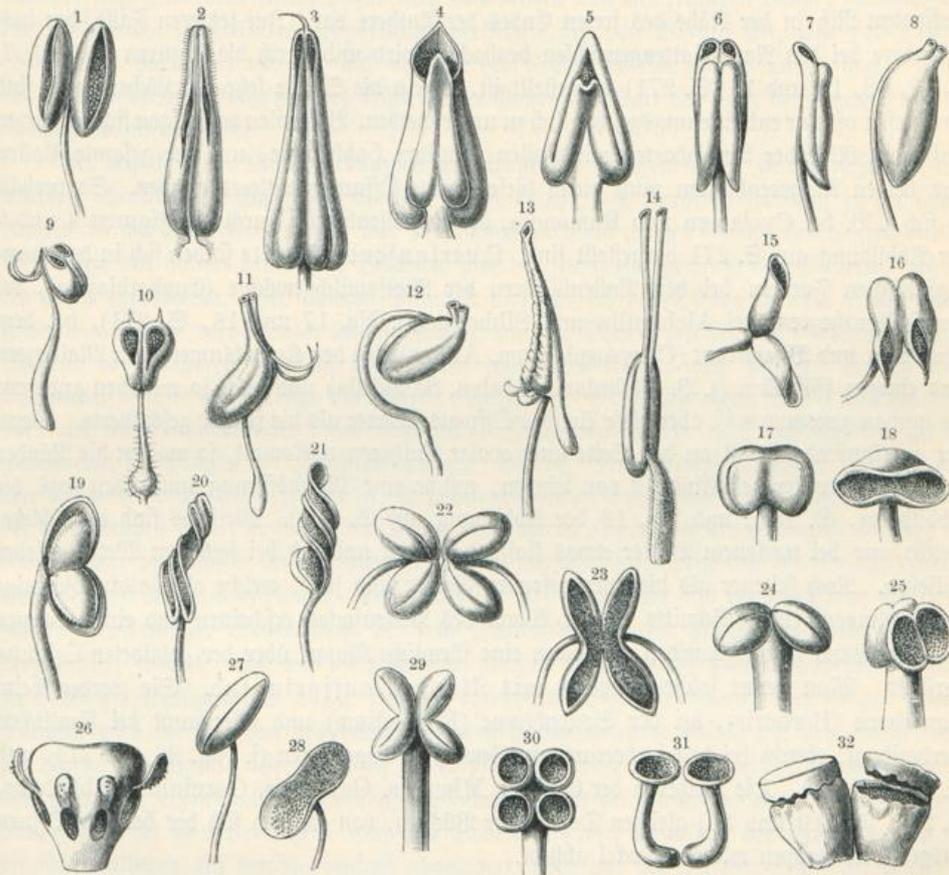
In zutreffender Weise hat der Volksmund diesen aus den Blüten ausfallenden Staub,

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 Gekreuzblättrige, 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 lenitiva*; 8) *Pirola rotundifolia*, 9) *Aretostaphylos Uva ursi*; 10) *Aretostaphylos alpina*; 11) *Vaccinium uliginosum*; 12) *Pirola uniflora*; 13) *Medinilla* (nach Baillon); 14) *Vaccinium Oxycocco*; 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.

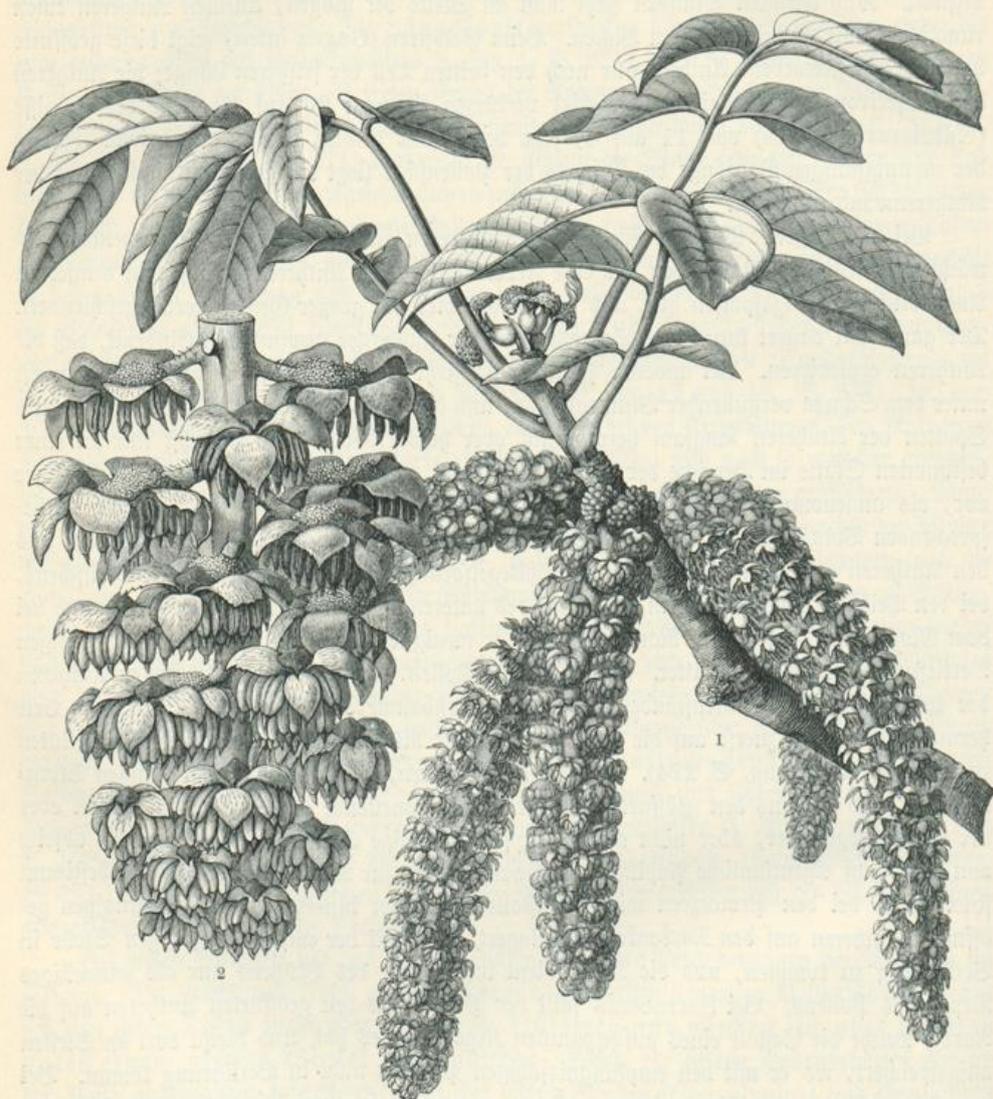
Bei vielen Pflanzen hat das Öffnen auch noch andere Veränderungen der Antheren im Gefolge. Die rechts und links von dem schmalen Konnektiv liegenden Pollenbehälter heben sich von ihrem Träger mehr oder weniger ab, krümmen und winden sich oder spreizen unter einem rechten Winkel auseinander. Wenn die 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 Gelbfarn (*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 hohlkegelförmige 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 kästchenförmigen 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.

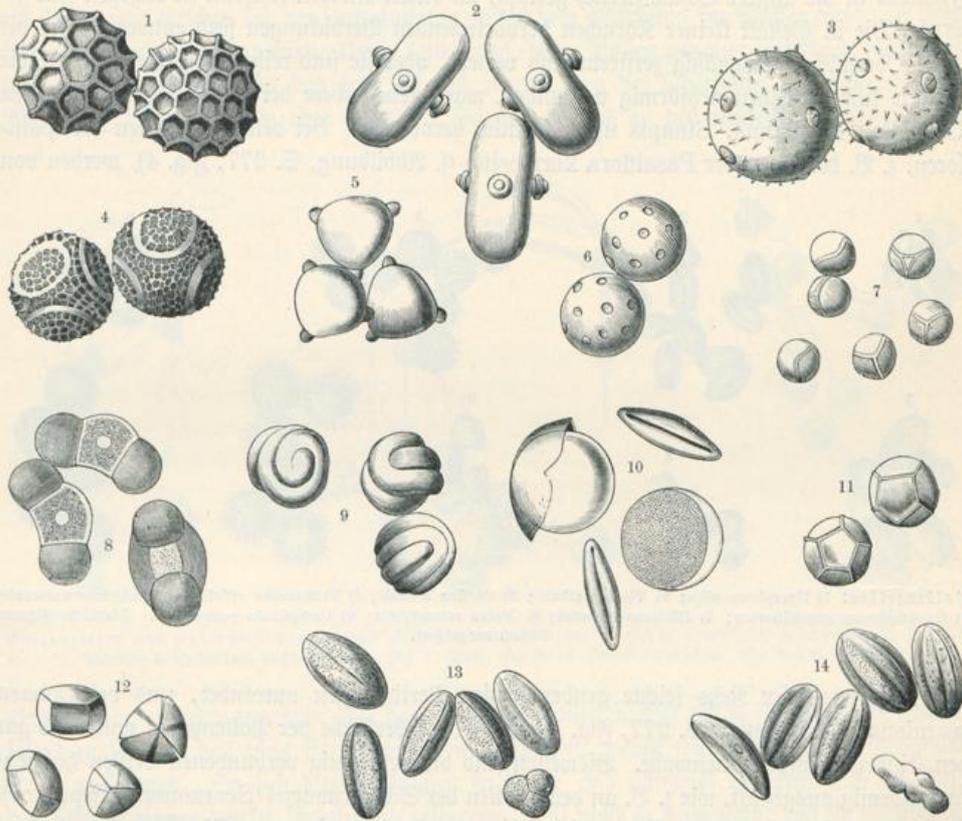
Die Pollenzellen zeigen je nach den verschiedenen Gattungen sehr ungleiche Größe. Das Berggiftmeinnicht (*Myosotis*), der Boretisch (*Borago*), der Beinwell (*Symphytum*), überhaupt alle rauhblättrigen Pflanzen (*Asperifoliaceen*), desgleichen die Artofarpazeen (z. B. *Ficus*) haben sehr kleine, die 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>Cerithe 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

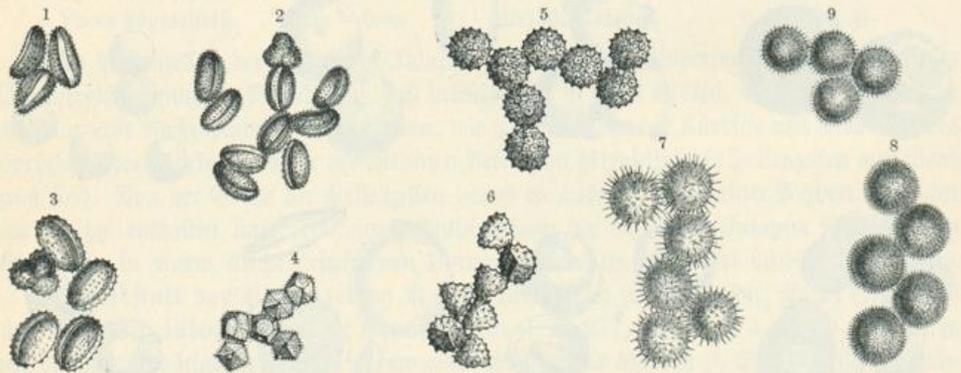
Dreiecks besitzen und mit einem dreieckigen Polster verglichen werden können, sind keine Seltenheit und werden insbesondere bei *Circaea* und den anderen *Utricularia* beobachtet (s. untenstehende Abbildung, Fig. 5). Am merkwürdigsten sind wohl die Pollenzellen der Kiefern (Fig. 8), die mit zwei lufthaltigen 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



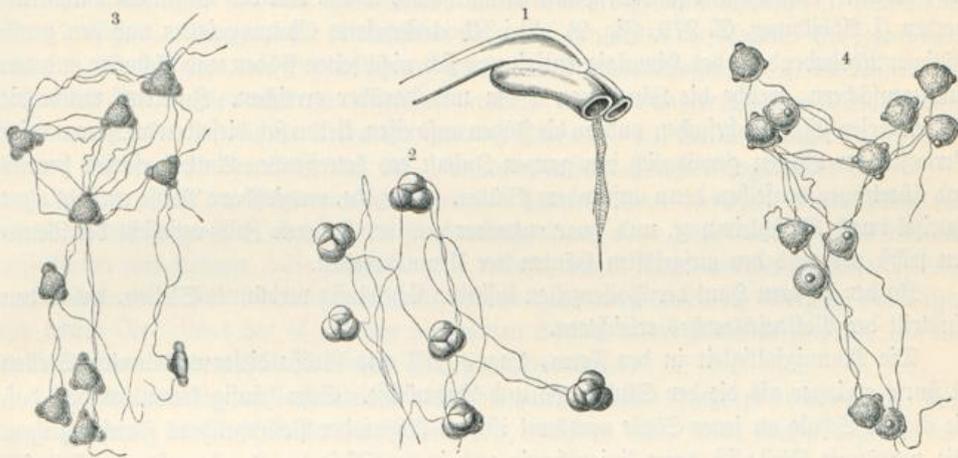
Pollenzellen: 1) *Nymphaea alba*; 2) *Viscum album*; 3) *Carlina acaulis*; 4) *Taraxacum officinale*; 5) *Cirsium nemorale*; 6) *Buphthalmum grandiflorum*; 7) *Hibiscus tornatus*; 8) *Malva rotundifolia*; 9) *Campanula persicifolia*. Sämtliche Figuren 200fach vergrößert.

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. obestehende 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 Pollenzellohaut ist, an welcher die beschriebenen mannigfaltigen Auswüchse, Skulpturen und Zeichnungen zu sehen sind, und daß die innere, unmittelbar an das Protoplasma grenzende Schicht der Zellohaut 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 Fransen 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 klebrigen 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 franfuge 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 Nissen 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, braungrüne, 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 zeitweilig 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 brasilianischen 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 Mimosaaceen und Myrtaaceen, ja auch die Proteaceen, 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 Proteaceen, 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).

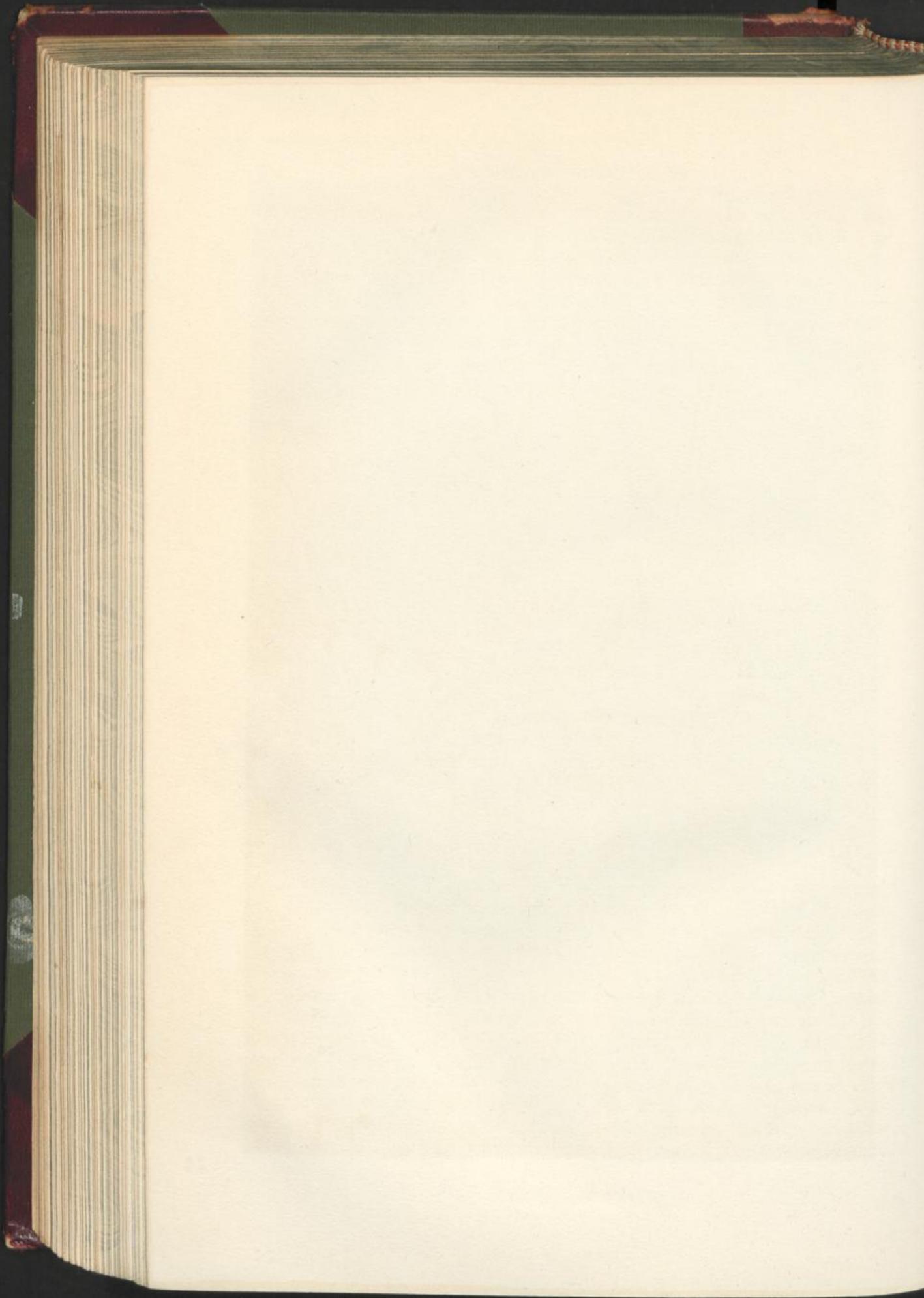
Nach der Natur von Ernst Heyn.

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.

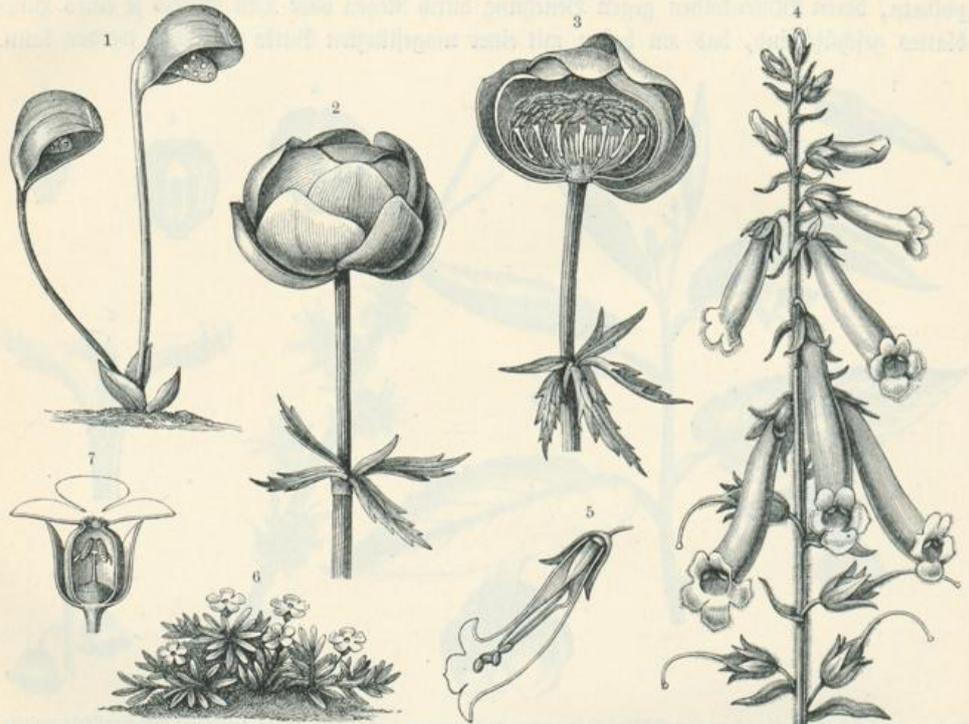
Bei vielen Aroideen wird der Blütenkolben zur Zeit, wenn der Pollen aus den aufgesprungenen Antheren hervordrängt, von dem großen gemeinschaftlichen Hüllblatte, der sogenannten Spatha, ganz überdacht, so namentlich bei dem bizarren japanesischen *Arisema ringens*, dessen Hüllblatt wie eine phrygische 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 Hohlräume 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 Strauße und sind immer so gestellt, daß durch sie der Regen von den tiefer stehenden, in Doldenform gruppierten kleinen, aber pollenföhrnden Blüten abgehalten wird.

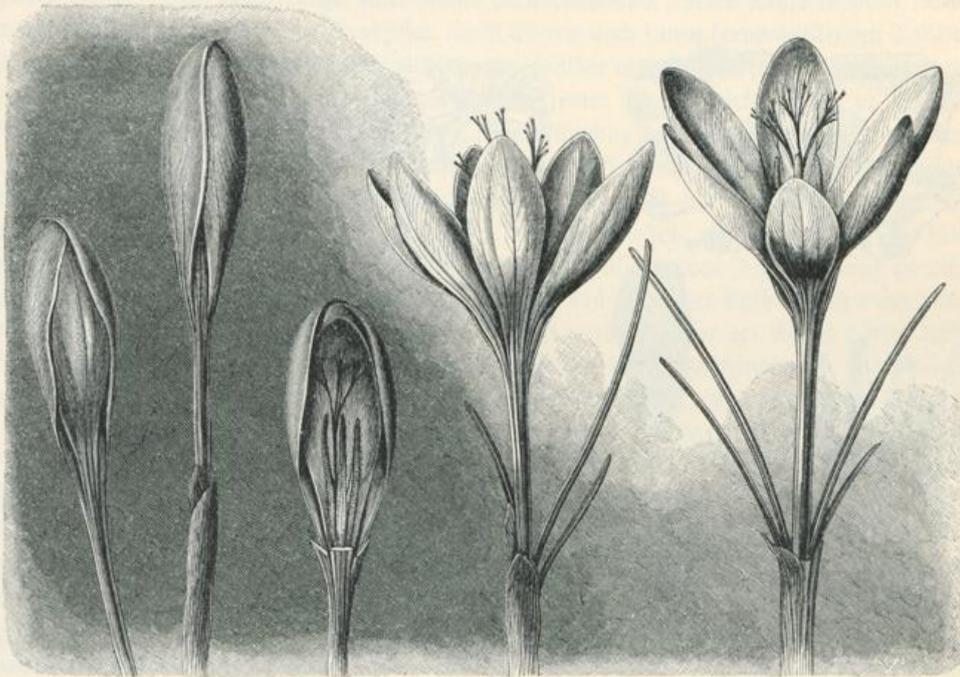
In seltenen Fällen fungieren auch die Griffel und Narben als Schutzmittel des Pollens. Am auffallendsten bei den Schwertlilien (*Iris*). Die Griffel dieser Pflanzen sind in drei Teile gespalten, und diese bilden sanft nach außen gebogene Blätter, deren jedes mit zwei gezahnten Zipfeln endigt (s. Abbildung, 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 stieltellerrförmig 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

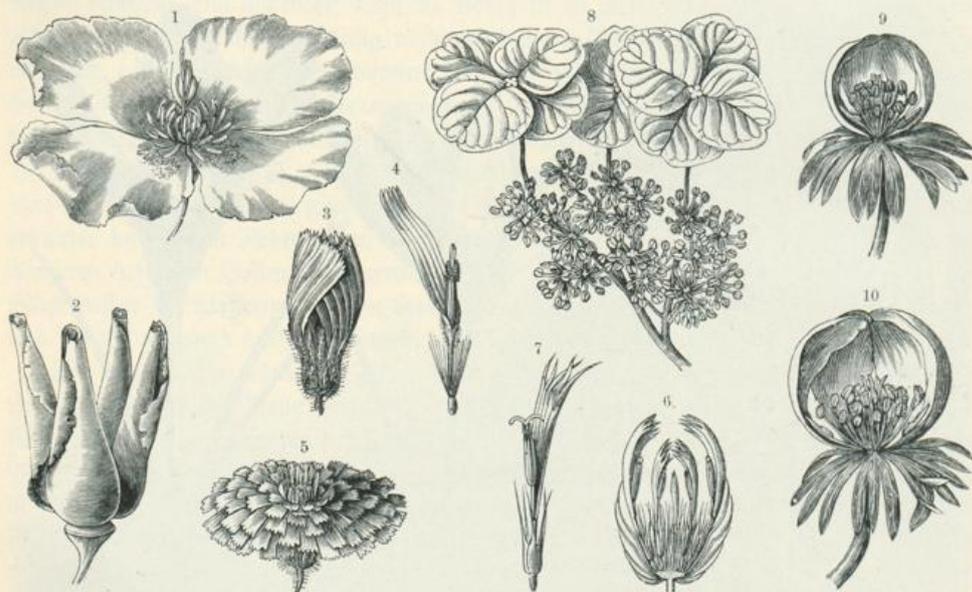


Schutzmittel des Pollens: Die Blüten eines Safrans (*Crocus multifidus*), im Sonnenschein geöffnet (rechts), in der Nacht und bei Regenwetter geschlossen (links). Die vorderen Blumenblätter von einer der drei geschlossenen Blüten weggeschnitten.

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 pollentragenden 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 benützt 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 Ausblühen, 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*), Primulazeen und Asperifoliaceen (z. B. *Cortusa*, *Soldanella*, *Mertensia*, *Pulmonaria*), Alpenrosen, Wintergrünen und Heidelbeeren (*Rhododendron*, *Moneses*, *Vaccinium*), Ranunkulazeen und Dryadazeen (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 Korblütlern (*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 pollensbedeckte 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.

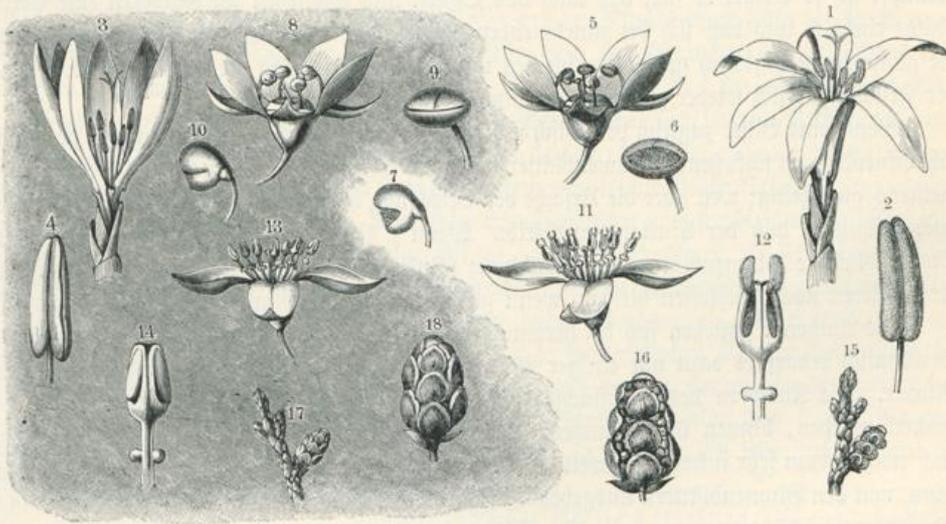
Dieses Krümmen der Stiele und das Nicken der Blüten bereits vor Eintritt des Regens macht fast den Eindruck, als ob die betreffende Pflanze das Herannahen des Unwetters zu ahnen und sich schon im vorhinein in ihrem Verhalten so einzurichten vermöchte, daß ihr durch die Unbilden der Witterung nachträglich 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 Mittagzeit straff aufrechten Blütenstiele verschiedener Arten von Sauerflee (*Oxalis*), den Schaft einer Tulpe (*Tulipa*), die langen Köpfechenstiele von *Doronicum*, die blütentragenden 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 ein kapseln. 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 in Folge 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*, *Kampanulazeen*, *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.