universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander

Die Beziehungen der Pflanzen zueinander und zu den Tieren

Kraepelin, Karl

Leipzig, 1913

urn:nbn:at:at-ubi:2-4981

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

K. Kraepelin

Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander

II

Zweite Auflage

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig

Jedes Bändchen geheftet M. 1.—, in Leinw. gebunden M. 1.25

Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere. Von Prof. Dr. O. Maas. Mit 11 Karten und Abb. (Bd. 139.)

Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. Fr. Knauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)

Die Fortpflanzung der Tiere. Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 77 Abb. (Bd. 253.)

Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der Wirbeltiere. Von Prof. Dr. W. Lubosch. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)

Tierzüchtung. Von Dr. G. Wilsdorf. (Bd. 369.)

Die Milch und ihre Produkte. Von Dr. A. Reitz. (Bd. 326.)

Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Prof. Dr. K. Eckstein. 2. Aufl. Mit 51 Fig. (Bd. 18.)

Die Stammesgeschichte unserer Haustiere. Von Prof. Dr. C. Keller. Mit 28 Fig. (Bd. 252.)

Deutsches Vogelleben. Von Prof. Dr. A. Voigt. (Bd. 221.)

Vogelzug und Vogelschutz. Von Dr. W. R. Eckardt. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)

Die Ameisen. Von Dr. Fr. Knauer. Mit 61 Fig. (Bd. 94.)

Die Tierwelt des Mikroskops (die Urtiere). Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 39 Abb. (Bd. 160.)

Korallen und andere gesteinbildende Tiere. Von Prof. Dr. W. May. Mit 45 Abb. (Bd. 231.)

Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. O. Janson. 2. Aufl. Mit 41 Fig. (Bd. 30.)

Das Süßwasser-Plankton. Von Prof. Dr. O. Zacharias. 2. Aufl. Mit 49 Abb. (Bd. 166.)

Das Aquarium. Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen
427. Bändchen

Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander

II. Die Beziehungen der Pflanzen zueinander und zu den Tieren

Von

Prof. Dr. K. Kraepelin
Direktor des Naturhistorischen Museums in Hamburg

Zweite, verbesserte Auflage
Mit 68 Abbildungen im Text

Universitäts-Bibliothek Innsbruck

Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1913

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 1

A. Die Beziehungen der Pflanzen zueinander . . 2

I. Die Beziehungen der Geschlechter zueinander . . . Seite 2
II. Die Fürsorge für die Nachkommen 6
III. Die Beziehungen der Individuen derselben Art zueinander 11
1. Konkurrenzkampf . . . 11
2. Gesellige Pflanzen . . 16
IV. Beziehungen der Individuen verschiedener Arten . 17
1. Nahrungs- und Platzkonkurrenz 19
2. Die Bedeutung des Lichts im Konkurrenzkampfe der Pflanzen 22
3. Ausnutzung der Mitpflanzen 26
a) Licht- und Raumparasiten 26
b) Echte Parasiten . . 31
4. Mutualismus oder Symbiose der Pflanzen . . 35

B. Die Beziehungen der Pflanzen zu den Tieren . . 38

I. Feindliche Beziehungen zwischen Tier und Pflanze . . 39
1. Pflanzenfresser (Pflanzen-Raubtiere, tierische Pflanzenparasiten). . . 39
a) Schutz- und Trutzmittel der Pflanzen gegen die Tiere . . 43
b) Hilfsmittel der Tiere beim Erwerb der Pflanzennahrung . . 50
2. Pflanzen mit animalischer Ernährung . . . 52
a) Fleischfressende Pflanzen (Tier-Raubpflanzen) 52
b) Pflanzliche Tierparasiten 59
II. Einseitige Ausnutzung der anderen Partei ohne feindliche Absicht 60
1. Ausnutzung der Pflanzen durch die Tiere . . 60
2. Ausnutzung der Tiere durch die Pflanzen . . 64
a) Verbreitung der Samen und Früchte durch Anhaften 65
b) Synökie, Kommensalismus 67
III. Beziehungen der Tiere und Pflanzen mit Vorteil für beide Teile 68
1. Die Bestäubung der Blüten durch die Tiere . . 68
a) Die von den Blüten dargebotenen Nahrungsmittel 69
b) Die Anlockungsmittel der Blüten 75
c) Vorrichtungen in den Blüten zur Sicherung der Bestäubung durch die Tiere 77
d) Die Anpassung der Insekten an die Blüten 90
2. Die Verbreitung der Samen und Früchte durch Darbietung von Nahrung 91
3. Symbiose von Tieren und Pflanzen 94
a) Tierische Gäste in Pflanzen 94
b) Pflanzliche Gäste in Tieren 98

Copyright 1913 by B. G. Teubner in Leipzig.

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

Einleitung.

Von alters her ſind wir gewohnt, die Pflanzen im Gegenſatz zu den Tieren als rein paſſive Geſchöpfe aufzufaſſen, die willen- und reaktionslos alles über ſich ergehen laſſen müſſen, was die umgebenden Verhältniſſe ihnen bringen: Wir fällen den Baum, wir pflücken die Blume und verzehren die Frucht, ohne dabei durch irgendwelche Reaktionserſcheinungen daran erinnert zu werden, daß wir es mit lebenden Weſen zu tun haben. Allein dieſe naive Auffaſſung des Laien von der Unempfindlichkeit der Pflanzen gegen äußere Einflüſſe findet zunächſt ſchon lebhaften Widerſpruch bei allen denen, die ſich mit der Aufzucht und Pflege pflanzlicher Lebeweſen zu beſchäftigen haben. Landmann, Forſtmann und Gärtner erfahren es täglich, wie ſehr ihre Pfleglinge auf Schädigungen reagieren, wie ſehr ſie der Schaffung günſtiger Lebensbedingungen bedürfen, um zu voller Entwickelung zu gelangen. Dieſe Verhältniſſe im einzelnen klarzulegen, iſt dann Aufgabe der Wiſſenſchaft geweſen[1]); ſie hat feſtgeſtellt, daß nicht, wie man wohl erwarten ſollte, die phyſikaliſchen und chemiſchen Kräfte der unorganiſchen Natur, wie Licht, Boden, Waſſer, Luft, die Formgeſtaltung und die Lebensleiſtung der Pflanze ausſchließlich bedingen und im Verlauf ihrer ſtammesgeſchichtlichen Entwickelung bedingt haben, ſondern daß daneben auch der geſamten Lebewelt, den Mitpflanzen ſowohl wie den Mittieren, ein weitgehender, im Laufe der Stammesgeſchichte zu ausgeprägten morphologiſchen und phyſiologiſchen Sonderheiten führender Einfluß auf den Organismus der Pflanzen zuerkannt werden muß.

1) An allgemeinen Werken ſeien hier genannt: Cohn, Ferd.: Die Pflanze, 2. Aufl., Breslau 1896. Francé, R. H.: Das Leben der Pflanze, 8 Bde., Stuttgart 1906ff. Kerner von Marilaun, A.: Pflanzenleben, 2. Bd., Leipzig und Wien, 2. Aufl. 1896 und 98. Kirchner, Loew und Schroeter: Lebensgeſchichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas, 5 Bde., im Erſcheinen begriffen. Nußbaum, Karſten, Weber: Lehrbuch der Biologie für Hochſchulen, Leipzig 1911. Ludwig, F.: Lehrbuch der Biologie der Pflanzen, Stuttgart 1895. Schimper, W.: Pflanzengeographie, Jena 1898. Schroeter, C.: Das Pflanzenleben der Alpen, Zürich 1908. Wiesner, J.: Biologie der Pflanzen, 3. Aufl., Wien 1913.

Halten wir uns gegenwärtig, daß nach dem heutigen Stande der Wiſſenſchaft Tier- und Pflanzenreich ohne ſcharfe Grenze ineinander übergehen, daß demnach das pflanzliche Leben nicht grundſätzlich vom tieriſchen Leben verſchieden iſt, ſo kann uns dieſe Tatſache nicht wundernehmen. Wir dürfen vielmehr von vornherein annehmen, daß zwiſchen Pflanze und Pflanze, beziehentlich zwiſchen Pflanze und Tier eines beſtimmten Wohngebiets vielfach ganz ähnliche Beziehungen obwalten werden, wie wir ſie im I. Teil dieſes Werkchens zwiſchen den auf gleichen Raum angewieſenen Tieren kennen gelernt haben. Zweifellos iſt die Reaktion des einzelnen pflanzlichen Individuums auf äußere Einwirkungen in der Regel weit langſamer und weniger ſinnfällig, als beim Tier, ſo daß ſie den Augen des flüchtigen Beobachters oftmals verborgen bleibt; auch ein bewußtes Wahrnehmen und Empfinden wird man der Pflanze wohl abſprechen müſſen: Überblicken wir aber die Geſamtheit der pflanzlichen Lebeweſen und der infolge ihrer Reaktionsfähigkeit bei ihnen zur Ausbildung gelangten Anpaſſung an Mitpflanze und Mittier, ſo ergeben ſich gewiſſermaßen ganz von ſelbſt die nämlichen Geſichtspunkte, welche wir unſerer Beſprechung der Beziehungen zwiſchen den Tieren zugrunde legen konnten. Wir wählen daher die gleiche Dispoſition, unbeſchadet der im einzelnen weitgehenden Verſchiedenheit der Verhältniſſe, wie ſie durch die ſo ganz anders geartete Organiſation der Pflanzen bedingt wird.

A. Die Beziehungen der Pflanzen zueinander.

I. Die Beziehungen der Geſchlechter zueinander.

Das Leben des pflanzlichen Einzelweſens iſt zeitlich ebenſo begrenzt wie das der Tiere; die Pflanze entſteht, wächſt, altert und ſtirbt geradeſo wie das Tier und bedarf daher gleich jenem des Erſatzes durch neue lebenskräftige Individuen, ſoll anders ihre Art vor dem Ausſterben bewahrt bleiben. Auch die beiden Hauptformen der Entſtehung neuer Individuen, die ungeſchlechtliche und die geſchlechtliche, die wir bei den Tieren kennen lernten, finden wir bei den Pflanzen weit verbreitet und in mannigfacher Ausbildung. Erſtere, teils durch die Abſpaltung ganzer Gewebekomplexe (Sproſſung, Knollen-, Zwiebel-, Ausläuferbildung uſw.), teils durch die Abſchnürung einzelner Zellen (Sporenbildung der niederen Pflanzen bis herauf zu den Gefäßkryptogamen) hervorgerufen, iſt natürlich unabhängig von der Mitwirkung eines zweiten pflanzlichen Individuums; die geſchlechtliche Fortpflan-

zung aber, deren Wesen ja in der Vereinigung zweier meist verschiedenartiger Keimzellen[1]) besteht, bedingt in der Regel nicht nur das Vorhandensein zweier verschiedener Exemplare der gleichen Art, sondern auch, daß zwischen diesen beiden gewisse Beziehungen hergestellt sind, welche die Vereinigung der ihnen entstammenden Keimzellen ermöglichen. Die Tatsache, daß die große Masse der höher organisierten Pflanzen Zwitterblüten besitzt, also die Organe zur Bildung männlicher und weiblicher Keimzellen auf demselben Individuum trägt, steht, wie schon hier bemerkt werden mag, diesem Bedürfnis nach Wechselbeziehungen verschiedener Individuen keineswegs entgegen, da auch im Pflanzenreich dem „Gesetz der vermiedenen Selbstbefruchtung" weitgehende Gültigkeit zukommt. Durch verschiedene Reifezeit der männlichen und weiblichen Keimzellen (Protandrische, protogynische Blüten), durch die räumliche Anordnung von Staubgefäßen und Stempeln in der Blüte (Herkogamie, Heterostylie) wird es in zahllosen Fällen geradezu zur Unmöglichkeit, daß die männlichen Geschlechtszellen einer Blüte die Eizelle derselben Blüte befruchten können; auch kennen wir Beispiele genug (Roggen, Wollkraut, Lerchensporn usw.), in denen der Pollen einer Blüte auf der Narbe derselben Blüte überhaupt nicht zum Keimen gelangt, ja bei manchen Orchideen soll er nach Fritz Müller auf die Narbe derselben Blüte sogar geradezu wie Gift wirken. Dementsprechend werden wir Wechselbeziehungen verschiedener Individuen behufs Vereinigung der zweierlei Keimzellen in der Regel auch da erwarten dürfen, wo Staubgefäße und Stempel örtlich nahe beieinander auf demselben Individuum vereinigt sind.[2])

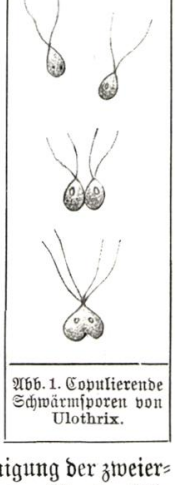


Abb. 1. Copulierende Schwärmsporen von Ulothrix.

Bei den niedersten, einzelligen Pflanzen tritt die geschlechtliche Fortpflanzung, ähnlich wie bei vielen einzelligen Tieren, als Verschmelzung zweier selbständiger und einander gleichartiger Individuen in die

1) Wie im Tierreiche, so sind auch bei den Pflanzen mancherlei Fälle von Parthenogenesis (Entwickelung der Eier ohne Befruchtung) bekannt, so bei Taraxacum, Hieracium, Alchemilla, Thalictrum usw.

2) Dem widerspricht es natürlich nicht, daß viele Pflanzen daneben auch Selbstbestäubung auszuführen imstande sind, wenn die Fremdbestäubung ausbleibt. Sogar besondere Blütenformen (kleistogame Blüten) können für die Selbstbestäubung zur Ausbildung gelangt sein (Viola-Arten, Sauerklee, Lamium amplexicaule usw.).

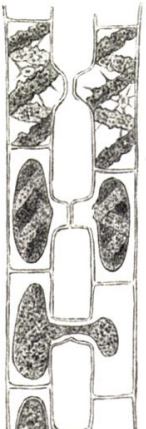


Abb. 2. Konjugation von Spirogyra.

Erſcheinung (Kopulation der Diatomeen). Da beide Individuen frei beweglich ſind, ſo dürfte es ſich bei ihnen um wechſelſeitige Anziehung handeln; ebenſo bei den geſchlechtlichen, ebenfalls gleichartigen, mit langen Wimperzilien frei umherſchwimmenden Schwärmſporen gewiſſer Grünalgen (z. B. Ulothrix; Abb. 1). In anderen Fällen ſind die beiden ſich vereinigenden Zellen zwar ebenfalls noch annähernd gleich; allein die eine von ihnen erſcheint doch ſchon als die aktivere, indem ihr geſamter protoplasmatiſcher Inhalt in die andere Zelle überwandert und hier mit deren Inhalt verſchmilzt (Spirogyra). Auch bei dieſen Algenformen beſitzen die Individuen noch eine gewiſſe Bewegungsfähigkeit, die ſelbſt bei den langen Zellreihen der Spirogyren noch eine parallele Aneinanderlagerung der mit ihren einzelnen Zellen ſich „konjugierenden" Zellfäden geſtattet (Abb. 2). Je mehr dann bei den höher organiſierten Formen der Tange, Armleuchtergewächſe, Mooſe und Farnpflanzen die Verſchiedenheit der männlichen und weiblichen Keimzellen zum Ausdruck kommt, während die freie Beweglichkeit der ſie hervorbringenden Pflanzenindividuen ſchwindet, deſto typiſcher entwickelt ſich bei den eben genannten Pflanzengruppen das Bild von der ruhenden Eizelle und des von dieſer durch chemiſche Reizwirkung angezogenen, durch Zilien frei beweglichen Spermatozoons (Abb. 3). Iſt das Schmetterlingsweibchen imſtande, durch weithin in die Ferne wirkende Düfte die beſchwingten Träger der männlichen Keimzellen, die männlichen Individuen ſelbſt, herbeizulocken, ſo muß ſich die weibliche Moos- oder Farnpflanze damit begnügen, die zur Befruchtung bereit liegende Eizelle (Abb. 4a) derart chemiſch auszuſtatten, daß wenigſtens die in ihrer Nähe befindlichen und durch das Medium einer Flüſſigkeit mit ihr in Beziehung ſtehenden männlichen Keimzellen (Abb. 4b) eines anderen Individuums zu ihr hinſtreben, um ſich mit ihr zu vereinigen. Wie Verſuche ergeben haben, iſt es bei den Mooſen

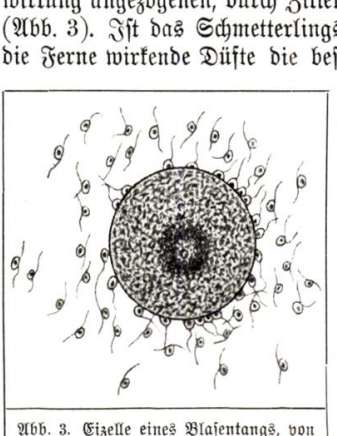


Abb. 3. Eizelle eines Blaſentangs, von Spermatozoen umſchwärmt.

Rohrzucker, bei den Farnpflanzen Apfelſäure, welche die Annäherung der Spermatozoen an die Eizelle, alſo das Eindringen in den Hals des Archegoniums herbeiführt. Allein auch dieſer beſcheidene Reſt einer aktiven Bewegungsleiſtung beim Übergange der männlichen Keimzelle auf den Behälter der weiblichen Keimzelle iſt bei den höchſt organiſierten Pflanzen, den Blütenpflanzen, verſchwunden. An die Stelle des freibeweglichen Spermatozoons tritt bei ihnen — abgeſehen von einigen Nacktſamigen (Cycadeen, Gingko) — das bewegungsloſe Pollenkorn, das nicht aus eigener Kraft zu den Behältern der weiblichen Keimzellen gelangen kann, ſondern hierzu fremder, außerhalb der Pflanze wirkſamer Kräfte bedarf. An ſolchen bewegenden Kräften bieten ſich in der Natur: der Wind, das Waſſer und die Tiere. Alle drei hat die Pflanze in ihren Dienſt geſtellt, und zwar in den früheren erdgeſchichtlichen Perioden zunächſt vornehmlich den Wind (windblütige Pflanzen, wie Gräſer, Nadelhölzer, Kätzchenträger, wobei die letzteren behufs leichterer Beſtäubung erſt ſpäter ihr Blattwerk entwickeln), dann in immer ſteigendem Maße die Tierwelt, wie dies in einem beſonderen Kapitel (vgl. S. 68) des näheren zu erörtern ſein wird. Das Waſſer als Transportmittel der männlichen Keimzellen konnte ſelbſtverſtändlich überhaupt nur bei im Waſſer lebenden Pflanzen in Frage kommen. Zuweilen, z. B. beim Seegras, finden wir in der Tat die Pollen für einen ſolchen Transport durch fadenförmige Geſtalt und ein dem Waſſer gleiches, das Schweben in ihm bedingendes ſpezifiſches Gewicht beſonders eingerichtet; in anderen Fällen (Elodea, Vallisneria) haben ſich Einrichtungen herausgebildet, die faſt an das Sichaufſuchen der Geſchlechter bei den Tieren gemahnen: Die ganze männliche Blüte reißt ſich los von ihrem Sproß und treibt nun mit der Strömung auf der Oberfläche des Waſſers dahin bis zu der weiblichen Blüte eines anderen Individuums, das dieſe Blüte wohl gar erſt „zu dieſem Behufe" durch Strecken eines bis dahin ſpiralig eingerollten Stils vom Grunde des Waſſers zu deſſen Oberfläche erhoben hat (Vallisneria).

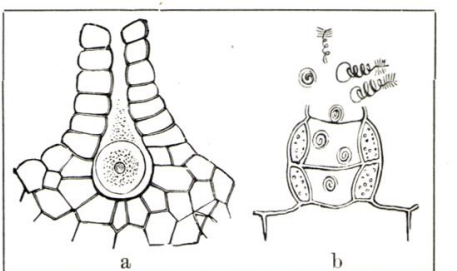


Abb. 4. Archegonium und Antheridium eines Farns.

Daß die eben genannten Hilfskräfte, welcher die Blütenpflanze zur

Vereinigung der beiden Keimzellen bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung bedarf, in ihrem „blinden“ Walten weit zurückſtehen gegen das bewußte Sichſuchen und Sichwählen der höheren Tiere, bedarf keiner näheren Ausführung. Es iſt daher auch verſtändlich, daß im Pflanzenreiche weit häufiger als im Tierreich Keimzellen *verſchiedener* Pflanzenarten miteinander in Verbindung gebracht werden. Haben dieſe Arten keine oder nur entfernte Verwandtſchaft zueinander, ſo bringen allerdings ihre beiderſeitigen Keimzellen kein lebensfähiges Produkt hervor. Anders dagegen bei näher verwandten, etwa der gleichen Gattung angehörigen Arten. Werden die Keimzellen ſolcher Formen einander zugeführt, ſo ſind ſie oft fähig, ganz wie die Keimzellen zweier Pflanzen der *gleichen* Art, neue Individuen zu bilden, die nun die Merkmale beider Stammarten in ſich vereinigen und *Baſtarde* heißen. Sie ſind auf Grund der geſchilderten Verhältniſſe bei den Blütenpflanzen außerordentlich viel häufiger als bei den höheren Tieren.

II. Die Fürſorge für die Nachkommen.

Wenn wir die Fürſorge der Tiere für ihre Nachkommen vornehmlich nach zwei Richtungen entwickelt ſehen, nämlich, den beiden Bedürfniſſen nach *Nahrung* und *Schutz* der jungen Brut gerecht zu werden, und wenn aus dieſen beiden Bedürfniſſen bei der Mannigfaltigkeit der äußeren Lebensverhältniſſe eine ungeheure Fülle von Anpaſſungen ſich ergab, ſo laſſen ſich derartige Geſichtspunkte keineswegs ohne weiteres auf die Pflanzenwelt übertragen. Wie ſpäter noch näher auszuführen, wird die Mehrzahl aller Pflanzenkinder für die erſte Zeit ihres Daſeins von ſeiten der Mutterpflanze direkt mit oft recht beträchtlichen Mengen von Nahrungsſtoffen ausgeſtattet; ſodann aber findet das keimende Pflänzchen, ſofern es nicht zu den Schmarotzern gehört, für ſeine eigene Ernährung ſo ziemlich überall auf der Erde die ihr zuſagenden anorganiſchen Stoffe des Bodens und der Luft, ſo daß in der Regel nur dafür Sorge zu tragen iſt, daß die junge Brut überhaupt zum Boden gelangt. Von einem beſonderen *Schutz gegen Feinde* für das junge Pflanzenkind kann ſchon deshalb nicht die Rede ſein, weil ja jede auf Selbſternährung angewieſene Pflanze ſich offen dem Lichte ausſetzen muß. Aber auch wenn dem nicht ſo wäre, könnte die Mutterpflanze doch kaum für ein paſſendes *Verſteck* ihrer Sprößlinge Sorge tragen, da ſie ſelbſt meiſt der freien Bewegung entbehrt und daher nicht in der Lage iſt, den Anſiedlungsort ihrer Kinder zu beſtimmen. Unter ſolchen Umſtänden iſt es begreiflich, daß eine

Fürſorge für die Nachkommen bei den Pflanzen nur in ſehr beſcheidenem Umfange entwickelt iſt.

Das allgemeinſte Bedürfnis der pflanzlichen Nachkommen, die ein ſelbſtändiges Daſein führen ſollen, iſt nach dem ſoeben Geſagten, daß ſie mit dem Erdboden in Berührung kommen, um hier wurzeln und damit einen eigenen Haushalt gründen zu können. Dementſprechend finden wir überall die Einrichtung, daß ſich die Organe, in denen die jungen Pflanzen ihre Embryonalentwickelung durchliefen, die Früchte oder doch die in ihnen gereiften Samen, vom mütterlichen Organismus ablöſen und dann durch ihre eigene Schwere zu Boden fallen. Samen, die nicht im Boden keimen ſollen, ſondern etwa auf Bäumen, wie die der Miſtel und vieler Epiphyten (vgl. S. 28), ſind durch beſondere Klebſtoffe zum Anhaften an den Äſten eingerichtet.

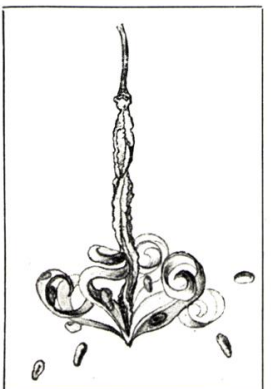


Abb. 5. Aufgeſprungene Frucht der Waldbalſamine.

In der Regel wird das einfache Zubodenfallen der Samen und Früchte im Bereiche der Mutterpflanzen für das Gedeihen der keimenden jungen Pflänzchen nur wenig erſprießlich ſein, da ſie ſich nicht nur gegenſeitig in ihren gleichartigen Bedürfniſſen nach Nahrung und Licht beeinträchtigen, ſondern überdies oft noch unter der übermächtigen Konkurrenz der ſie überragenden Mutterpflanze zu leiden haben. Nur bei geſellig lebenden Pflanzen, wie manchen heimiſchen Waldbäumen (Buche, Eiche, Haſelnuß) ſind dementſprechend die Früchte nach Form und Gewicht ſo beſchaffen, daß ſie beim Herabfallen wohl nur wenig über den Bereich der Mutterpflanze hinausgelangen (falls nicht Verſchleppungen durch Tiere ſtattfinden); bei der großen Mehrzahl der Pflanzen aber iſt eine reiche Fülle von Einrichtungen zur Ausbildung gelangt, die einerſeits eine möglichſte Trennung der anfangs von gemeinſamer Fruchtſchale umſchloſſenen Samen, ſodann aber auch eine möglichſt weite Entfernung dieſer Samen vom Standorte der Mutterpflanze bewirken. Die Trennung der in demſelben Fruchtknoten zur Reife gelangten Samen wird bei den mehrſamigen Früchten bekanntlich entweder durch das Sichzerlegen der Frucht in Teilfrüchte mit je einem Samen bewirkt, oder aber durch das verſchiedenartige Aufſpringen der Fruchtſchale, worauf dann die Samen

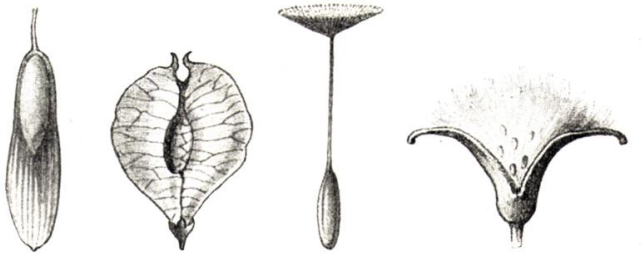


Abb. 6. Früchte und Samen mit Flugapparaten.

einzeln oder gruppenweise herausfallen oder durch die verschiedensten Mechanismen herausgeschüttelt werden. So schleudert unsere heimische Waldbalsamine durch sprungfederartiges Zusammenrollen ihrer in Längsstreifen zerfallenden Fruchtwand ihre Samen weit umher (Abb. 5), und die Spritzgurke schießt zur Reifezeit aus ihrem Inneren den ganzen Inhalt mitsamt den Samen heraus. Auch ein auf feuchtem Pferdemist häufig sich entwickelnder kleiner Pilz (Pilobolus) vermag seine Sporenbehälter mit großer Kraft von sich zu schleudern. Läßt sich hierdurch schon eine gewisse, wenn auch beschränkte Zerstreuung von der Mutterpflanze erzielen, so wird die gleiche Wirkung in noch weit ausgiebigerem Maße dadurch erreicht, daß die Pflanze, ganz ähnlich wie bei dem Zusammenbringen der beiden Geschlechtszellen, die in der Natur sich darbietenden bewegenden Kräfte in ihren Dienst zu stellen wußte, d. h. also den Wind, das Wasser und die Tierwelt. Eine erfolgreiche Ausnutzung des Windes für den Transport ist bei allen den Samen und Früchten gegeben, die entweder nur ein äußerst geringes Gewicht besitzen, wie die Sporen der Moose, Farne, Bärlappe, die Samen der Orchideen, Nelkengewächse usw., oder aber mit spezifischen Flugapparaten, breiten Flügelrändern, Haarschöpfen usw. ausgerüstet sind, wie die Früchte der Ulmen, Erlen, Birken, Korbblütler, die Samen der Bignonien, Weiden, Weidenröschen usw. (Abb. 6). Für den Transport im Wasser ist eine möglichste Angleichung des spezifischen Gewichts der Frucht an dasjenige des Wassers, d. h. also die Schwimmfähigkeit, Vorbedingung, wie dies beispielsweise bei der Kokosnuß in sehr vollkommener Weise durch die Ausbildung eines dicken faserigen Schwimmgürtels erreicht wird. Zugleich ist in diesem Falle durch eine dichte feste Holzschale der Keimling im Inneren gegen die Schädigungen durch Seewasser geschützt. Die Bewegungsfähigkeit

der Tiere wird für den Transport der Samen und Früchte ſeitens der Pflanze in ſehr verſchiedener Weiſe in Anſpruch genommen, wie in einem ſpäteren Kapitel über die Beziehungen der Pflanzen zu den Tieren (S. 68) näher zu erörtern ſein wird.

Das ſoeben geſchilderte, durch überaus mannigfache Sondereinrichtungen bei der Hauptmaſſe der Pflanzenformen zur Milderung des Konkurrenzkampfes der Nachkommen tatſächlich erreichte Fortwandern der jungen Brut aus der Nachbarſchaft der Mutterpflanze bedingt zum mindeſten für den Landtransport eine Reihe ſpezifiſcher Schutzmaßregeln. Im nachgiebigen Medium des überall Nahrung ſpendenden Waſſers ſehen wir auch zahlreiche junge Tierformen in dem noch wenig entwickelten Stadium der Flimmerlarve auf die Wanderſchaft ſich begeben und zu ſelbſtändigem Daſein befähigt; dementſprechend kann auch das junge pflanzliche Individuum z. B. als zartwandige Schwärmſpore frei im Waſſer ſich tummeln. Die paſſive Ortsbewegung auf dem Lande aber, wie ſie dem zarten Pflanzenkinde zugemutet wird, kann nur dann ohne Schädigung ertragen werden, wenn dieſes Pflanzenkind einerſeits durch feſte Hüllen und geeignete Körperform vor mechaniſchen Schädigungen geſchützt iſt, andererſeits in ſeiner inneren Konſtitution die Möglichkeit beſitzt, längere Zeit, d. h. bis zum Eintreten günſtiger Lebensbedingungen, ein latentes, bis zum faſt völligen Stillſtand aller inneren phyſiologiſchen Vorgänge abgeſchwächtes Leben zu führen. Aus dieſen Überlegungen wird nicht nur die eigenartige, von dem uns ſonſt geläufigen Bilde eines Pflanzenindividuums ſo völlig abweichende Form (Abb. 7) des in der Samen- bzw. Fruchtſchale wie in einer Kiſte verpackten Pflanzenembryos verſtändlich, ſondern auch der geringe Waſſergehalt ſeiner Gewebe, der das Einſetzen chemiſcher Prozeſſe ſo lange hintanhält, bis durch genügende Waſſeraufnahme von außen die günſtigen Bedingungen für den Beginn einer ſelbſtändigen Lebenstätigkeit gegeben ſind.

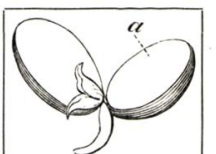


Abb. 7. Keimende Bohne.

Eine große Anzahl von pflanzlichen Keimen iſt ſchon in ſehr frühen Stadien der Entwickelung gezwungen, ſich ſelbſttätig aus Boden und Atmoſphäre mit Nahrung zu verſorgen. So die gekeimten Sporen der Mooſe, Farne und Schachtelhalme, die ſofort zur Aſſimilation ſchreiten müſſen, da ihnen Baustoffe ſeitens der Mutterpflanze faſt nicht mit auf den Weg gegeben wurden. Andere Familien, wie die Orchideen und Bärlappe, ſind in ähnlicher Lage, erfreuen ſich aber bei ihrer Nahrungsaufnahme

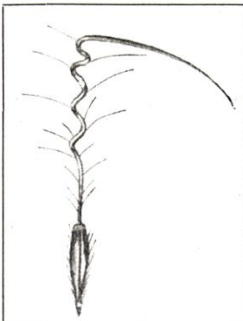


Abb. 8. Teilfrucht des Reiherſchnabels.

der Beihilfe ſogenannter Wurzelpilze (Mykorrhiza, vgl. S. 36). Bei der großen Maſſe der höheren Pflanzen jedoch iſt das durch Waſſeraufnahme zum Keimen gebrachte Pflänzchen noch für geraume Zeit von der Notwendigkeit eigener Nahrungsaufnahme befreit, da es in fleiſchigen Keimblättern oder im ſogenannten Endoſperm des Samens ſeitens der Mutterpflanze mit ſo großen Mengen von Eiweißſtoffen, Fetten, Kohlenhydraten uſw. verſehen wurde, daß es aus dieſen ohne Schwierigkeit die erſten Wurzeln und Laubblätter zur Herrichtung des eigenen Wirtſchaftsbetriebes aufbauen kann. Die ſo wichtige Nahrungsfrage für die Nachkommen bis zu deren wirtſchaftlicher Selbſtändigkeit wird alſo in allen dieſen Fällen durch direkte *Spende* der Mutterpflanze gelöſt, d. h. im Prinzip nicht anders, als wenn die Grabbiene ihrem Kinde für deſſen Entwickelung einen Klumpen Blütenſtaub mit in die Wiege legt.

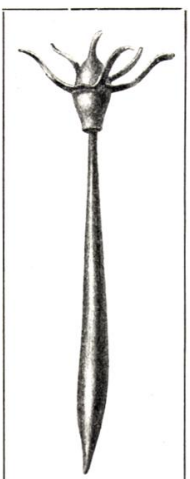


Abb. 9. Keimling, aus der Blüte eines Mangrovebaums (Kandelia) hervorwachſend.

Der ſchwächſte Punkt in der Fürſorge für die Nachkommen liegt bei den Pflanzen zweifellos in der durch ihre Seßhaftigkeit bedingten Nötigung, *fremde*, blind waltende *Kräfte*, alſo, wie bereits erwähnt, Wind, Waſſer oder Tiere, für den *Transport* und die paſſende *Unterbringung* der werdenden Generation in Anſpruch zu nehmen. Nur verhältnismäßig wenige Pflanzen haben es fertiggebracht, auch in dieſem Punkte ſich ein ganz klein wenig vom blinden Zufall freizumachen. Sehen wir ab von der nur bedingt hierher zu rechnenden Fähigkeit vieler Pflanzen, mit Hilfe von Rhizomen, Ausläufern uſw. in ihrer Nachbarſchaft jüngeren, ungeſchlechtlich erzeugten Individuen einen paſſenden Standort zu ſichern, ſo iſt hier in erſter Linie die Fähigkeit mancher Pflanzen zu erwähnen, durch *geotropiſche Krümmung* und gleichzeitige Streckung des Fruchtſtiels die Früchte mit ihren Samen „eigenhändig" unter die Erde zu bringen, d. h. „*einzupflanzen*". Als bekannteſtes Beiſpiel dieſer Fürſorge gilt die Erdnuß (Arachis hypo-

gea); doch kennt man sie noch von einer Reihe anderer Formen vornehmlich aus der Familie der Schmetterlingsblütler (Amphicarpea, Trifolium subterraneum; Okenia hypogea). Andere Formen, wie das zierliche Mauerleinkraut (Linaria cymbalaria) krümmen wenigstens ihre Fruchtstiele derart vom Lichte ab (negativer Heliotropismus), daß die ausfallenden Samen vorwiegend in die dunklen Ritzen der Mauer hineingelangen. Sehr mannigfach sind sodann Vorrichtungen, durch welche zum mindesten dem endlosen Umhergetriebenwerden der Früchte oder Samen ein Ziel gesetzt wird, d. h. das Auftreten von Haarschöpfen, widerhakigen Grannen, Stacheln usw., durch welche die Früchte an irgendeinem Hindernis schließlich zum Stranden gelangen. Die hygroskopischen Grannen mancher Storchschnabelgewächse (Erodium, Pelargonium; Abb. 8) können dann durch ihr spiraliges Einrollen und Wiederaufrollen — je nach dem Feuchtigkeitsgrade der Luft — unter Umständen sogar ein automatisches Sicheinbohren der Fruchtteile in die Erde zur Folge haben. Am seltsamsten endlich ist wohl die Art und Weise, in welcher gewisse Baumformen der Mangrovewälder (Gatt. Rhizophora, Kandelia, Bruguiera, Ceriops) für das Einpflanzen ihrer Nachkommen sorgen. Die junge Pflanze wächst hier hoch oben am Baum aus der dort hängenbleibenden Frucht heraus zu einem lang spieß- oder bolzenförmigen, oft bis $^1/_2$ m langen Keimling aus (Abb. 9). Erst dann fällt dieses Gebilde senkrecht vom Baume herab und bohrt sich vermöge seiner Schwere mit der Spitze tief in den schlammigen Boden ein. Nach wenigen Stunden hat es bereits Wurzeln geschlagen und ist nun gegen den Wogenprall von Ebbe und Flut hinreichend gesichert.

III. Die Beziehungen der Individuen derselben Art zueinander.[1])

1. Konkurrenzkampf.

Daß die auf die gleichen Lebensbedürfnisse angewiesenen Individuen einer und derselben Art einander Konkurrenz machen, ist im I. Teil dieses Werkchens für die Tierwelt ausführlicher dargelegt worden. Noch weit stärker tritt dieser feindliche Wettbewerb bei den an den Standort gebannten Pflanzen in die Erscheinung, wie uns schon jedes beliebige Samenbeet lehrt, dessen Insassen schnell bis auf verhältnismäßig wenige

1) Vgl. zu Abschnitt III und IV: Graebner, P.: Die Pflanzenwelt Deutschlands, Leipzig 1909. Solms-Laubach, Graf H.: Die leitenden Gesichtspunkte einer allgemeinen Pflanzengeographie, Leipzig 1905. Warming, E.: Ökologische Pflanzengeographie, 2. Aufl. Berlin 1902.

Begünstigte zugrunde gehen, wenn nicht rechtzeitig das „Auspflanzen", d. h. die räumliche Trennung der Individuen vorgenommen wird.

Die Ursachen dieses für die Mehrzahl der Artgenossen verhängnisvollen „Kampfes ums Dasein" bis in alle Einzelheiten zu verfolgen, sind wir nicht in der Lage. Wohl aber ergeben sich eine Reihe allgemeiner Gesichtspunkte, welche uns diejenigen Faktoren erkennen lassen, die in erster Linie hierbei in Frage kommen.

Von den für das Leben der Pflanze nötigen Bedürfnissen sind zunächst die Bestandteile der Luft überall in gleicher Menge vorhanden. Es ist daher bei der leichten Beweglichkeit der Gase nicht wohl anzunehmen, daß eine Pflanze von einer anderen in der Aufnahme von Kohlensäure und Sauerstoff, in der Abgabe von Kohlensäure, Sauerstoff und Wasserdampf ernstlich behindert werde, sofern nicht etwa die Dichte des Blattwerks eine gewisse Stagnation der Luft oder gar ein teilweises Außerfunktionsetzen der Atemöffnungen herbeiführt. Noch weniger ist anzunehmen, daß die für den Lebensprozeß der Pflanze nötige Wärme an einer Örtlichkeit dadurch merklich herabgemindert werde, daß zugleich auch andere Pflanzen von diesem schier unerschöpflichen Vorrat der Sonnenwärme für sich verbrauchen. Wesentlich anders liegen die Verhältnisse schon beim Licht, das sich nicht, wie die Wärme, gleichmäßig verteilt und dessen Verbreitung durch undurchsichtige Gegenstände ein Ziel gesetzt wird. Es liegt auf der Hand, daß die — mit Ausnahme der Schmarotzer — lichtbedürftige Pflanze durch andere, sie beschattende Nachbarpflanzen und Pflanzenteile derart beeinträchtigt werden kann, daß sie zugrunde geht. Dies wird schon vielfach geschehen, wenn Pflanzen der nämlichen Art dicht beieinander wachsen; die volle Bedeutung der Beeinträchtigung und Beeinflussung durch die Lichtverhältnisse tritt aber erst bei Pflanzen verschiedener Größe, also bei der Betrachtung der Beziehungen des Baums zu seinen unter ihm wachsenden Keimpflanzen oder zu den in seinem Schatten sprießenden Kräutern hervor, und deshalb mögen diese Verhältnisse erst in einem folgenden Kapitel (vgl. S. 22) erörtert werden.

Schwieriger ist sodann wieder die Frage, inwieweit das Wasser und die Nährsalze des Bodens zwischen den Pflanzen eines Standortes derart zum Objekte des Kampfes werden können, daß die eine der anderen die Nahrung sozusagen vor dem Munde wegnimmt und sie damit dem Hungertode preisgibt. Obgleich Wasser und Mineralsalze im Boden ziemlich gleichmäßig verteilt sind, und man daher annehmen könnte, daß jedes Wurzelhärchen dort, wo es Platz gefunden, auch genügend Nahrungsstoffe einzusaugen vermöge, unterliegt es doch keinem

Zweifel, daß ein ſolches Kämpfen um die Ausnutzung des Bodens dennoch ſtattfindet und für das Wohl und Wehe der an einem Orte vergeſellſchafteten Pflanzen von entſcheidender Bedeutung iſt. Um dies zu verſtehen, wird man ſich vor allem zwei Tatſachen vergegenwärtigen müſſen: die Überproduktion an Samen und die Kleinheit der Sämlinge. Auch in der Pflanzenwelt bringen die zu voller Entwickelung gediehenen Individuen, ganz wie bei den Tieren, eine ſolche Fülle von Nachkommen hervor, daß bereits nach einer beſchränkten Zahl von Generationen jedes verfügbare Plätzchen der Erde mit Exemplaren dieſer Art beſetzt ſein würde, falls alle jene Keime ſich wirklich wieder voll entwickelten und in allen Zonen gleich gut gedeihen könnten. Nehmen wir einmal an, dieſer Zuſtand der gleichmäßigen vollen Beſetzung der Erdoberfläche mit den Individuen einer Art, die etwa 100 Samen jährlich hervorbringe, ſei in einem gegebenen Zeitpunkte gerade erreicht, ſo iſt klar, daß, ſelbſt wenn es ſich um einjährige, nach Jahresfriſt ſämtlich abgeſtorbene Mutterpflanzen handelt, im nächſten Jahre von den je 100 Kindern jeder Mutterpflanze nur ein einziges an deren Stelle treten und zu voller Entwickelung gelangen könnte, da eben für die übrigen 99 der nötige Raum nicht vorhanden wäre. Natürlich würde ſich dieſer Vorgang des Obſiegens der einen Tochterpflanze über ihre 99 Geſchwiſter nicht derart abſpielen, daß nur ſie allein keimte, während alle anderen einfach in ihrer Samenhülle ſteckenbleiben; ſondern es würden vorausſichtlich auf dem verhältnismäßig großen Raum, den die Mutterpflanze einnahm, zunächſt alle oder doch faſt alle 100 Samen bei Eintritt günſtiger Wärme- und Feuchtigkeitsverhältniſſe zu keimen beginnen, ihre Würzelchen in das Erdreich, ihre erſten jungen Blättchen in die Luft ſtrecken und nun verſuchen, nach Möglichkeit mit Hilfe der Gaſe der Luft, des Waſſers und der Nährſalze des Bodens ihren Körper zu vergrößern. Hierbei müßten ſie, je mehr ihr Wurzelwerk ſich verdickt und ausbreitet, immer mehr miteinander in Kolliſion geraten, da ja eben der für nur ein erwachſenes Individuum ausreichende Raum unmöglich für 100 heranwachſende genügen kann. Ein Keimling nach dem anderen wird alſo an ungenügender Wurzelentwickelung und damit an ungenügender Ernährung dahin ſiechen und abſterben, wobei daneben auch Wegnahme des Lichtes und ſelbſt Erſtickungsvorgänge in dem oberirdiſchen dichten Laubgedränge eine Rolle ſpielen mögen, bis dann zuletzt vielleicht nur eine einzige Tochterpflanze, die ſtärkſte oder glücklichſte von allen, allein übrig bleibt und nun im Vollbeſitz des Platzes der Mutterpflanze ſich gleich dieſer zur Geſchlechtsreife entwickeln kann. — Was wir hier als

das Ergebnis der Vollbesetzung der Gesamterde durch eine einzige Pflanzenart zu schildern versucht haben, spielt sich in ähnlicher Weise in jedem Samenbeete ab, in dem ja ebenfalls der gesamte verfügbare Raum von den Sämlingen einer Pflanzenart voll in Anspruch genommen ist. Ja, auch in der freien Natur erfahren die in Betracht kommenden Verhältnisse keine wesentliche Änderung dadurch, daß viele verschiedene Pflanzenarten nebeneinander wachsen, und daß jede von ihnen nach Möglichkeit die Fähigkeit entwickelt hat, ihre Samen zur Gewinnung neuer Wohnstätten weithin über die Nachbargelände zu zerstreuen. Auch unter diesen Voraussetzungen gilt der Satz, daß der für eine bestimmte Art geeignete Bodenraum der Hauptsache nach bereits seit langem von ihresgleichen in Beschlag genommen ist, und daß demnach in der Gegenwart jede wenn auch noch so reiche Produktion von Samen doch immer nur den Erfolg haben wird, daß an die Stelle einer absterbenden Mutterpflanze im allgemeinen nur eine einzige, deren Platz einnehmende Tochterpflanze zu voller Entwickelung gelangt. Die Enge, die Beschränktheit des verfügbaren Raumes ist es demnach, die wir als die eigentliche Ursache des Vernichtungskampfes der Pflanzenindividuen eines bestimmten Bodenabschnitts betrachten müssen, wobei nach dem Gesagten in erster Linie wohl um genügende Ausbreitung und Arbeitsleistung der unterirdischen Ernährungsorgane, in zweiter um das Licht und um ungehinderte Aufnahme der Luftgase gekämpft wird.

Über die Gründe, welche in dem von uns als Beispiel gewählten, mit anscheinend gleich gut für den Daseinskampf ausgerüsteten Keimlingen besetzten Samenbeete den einen den Sieg, den anderen den Untergang bringen, lassen sich ebenfalls nur allgemeine Betrachtungen anstellen. Vor allem wird man geneigt sein, hierfür die verschiedene Stärke der „Konstitution" der einzelnen Samen und Keimlinge in Anspruch zu nehmen. Selbst die Kinder einer und derselben Mutter besitzen, wie wir wissen, niemals genau dieselbe Lebenskraft, die gleiche Widerstandsfähigkeit, und so liegt denn der Gedanke nahe, daß in dem beginnenden Kampfe der Pflanzengeschwister eine wenn auch noch so geringe Überlegenheit im Ertragen von Feuchtigkeitsmangel, von Kälte, Temperaturschwankungen, Windstößen, ein um Stunden früheres Keimen, ein besserer, schnelleres Wachstum bedingender Ernährungsapparat usw. die einen gegen die anderen derartig in Vorteil setzt, daß sie zuletzt den Sieg erringen. Bei weiterer Überlegung aber will es doch scheinen, daß solche Konstitutionsvorzüge nur bei im übrigen nahezu gleichen äußeren Lebensbedingungen, wie sie etwa in einem Samen-

beete gegeben ſind, größere Bedeutung erlangen können, während in der freien Natur zweifellos die Verſchiedenheiten der „Situation" und der Lebensſchickſale, die den einzelnen Kämpfern durch den blinden Zufall beſchieden ſind, für den ſchließlichen Ausgang des Kampfes eine entſcheidendere Rolle ſpielen. Dieſe Verſchiedenheiten der Situation umfaſſen eine ſchier unüberſehbare Fülle von Möglichkeiten. Betrachten wir zunächſt den Boden, ſo bietet er ſchon innerhalb eines engbegrenzten Gebiets zahlreiche phyſikaliſche und chemiſche Ungleichheiten. An dieſer Stelle hindert vielleicht ein Stein oder ein feſterer Erdkloß das Eindringen der Würzelchen in die Tiefe, während dicht daneben ein Regenwurm das Erdreich in günſtigſter Weiſe gelockert hat; hier ſpendet ein Waſſeräderchen ausreichende Feuchtigkeit, ein verrottetes Blatt, ein Dungbrocken wichtige Nährſalze, wohingegen die Nachbarpflanze an beiden Lebensbedürfniſſen Mangel leidet; hier iſt der Samen durch einen glücklichen Zufall in die für das Keimen günſtigſte Tiefenlage gelangt, dort blieb ein anderer an der Oberfläche oder geriet in eine Tiefe, aus der es keine Auferſtehung gibt. Nicht minder verſchieden geſtalten ſich die Situationen für die oberirdiſchen Teile der Pflanzen. Der eine Keimling erwächſt im Vollgenuſſe des Sonnenlichts, der andere im Schatten einer Ackerfurche, eines Steins, einer anderen Pflanze; dieſer erliegt an ſeinem exponierten Platze den Unbilden des Windes, des Regens und Hagels, den Tritten des Weideviehs, wo der Mitbewerber in geſchützterer Lage mit dem Leben davonkommt. Zu allem dem iſt dann noch das Heer der tieriſchen und pflanzlichen Feinde zu berückſichtigen, die wahllos und ohne ſich viel um die Konſtitution ihrer Opfer zu kümmern, bald dieſem, bald jenem jungen Pflanzenweſen den Garaus machen. Es iſt ein weitſchichtiges Kapitel, das von den durch pflanzliche Schmarotzer aller Art, durch Fraß der Tiere an Wurzel und Stamm, an Blatt und Frucht hervorgerufenen Krankheiten der Pflanzen handelt. Wer dieſen Schädigungen unterworfen, hat, ſelbſt wenn er mit dem Leben davonkommt, keine Hoffnung, den Kampf mit geſunden Geſchwiſtern ſiegreich zu beſtehen. Fügen wir hinzu, daß endlich auch die böſe Zunft der „Unkräuter" vermöge ihrer konſtitutionellen Überlegenheit wahllos alles niederkämpft und nur das verſchont, was durch einen glücklichen Zufall ihrem Wirkungsbereich nicht zu nahe kommt, ſo werden wir zu dem Schluſſe gedrängt, daß im allgemeinen die glücklichere „Situation" (um mit dieſem Wort alle möglichen äußeren Einflüſſe und Schickſalszufälle zu bezeichnen) für den ſchließlichen Sieg über die Mitpflanze entſcheidender iſt als die kräftigere „Konſtitution".

2. Gesellige Pflanzen.

Wenn wir bei den Tieren eine Reihe von Gesichtspunkten kennen lernten, die, aller Konkurrenz zum Trotz, eine Vergesellschaftung von Individuen — Herden, Meuten, Brutkolonien, Insektenstaaten usw. — doch als für alle Beteiligten in hohem Maße vorteilhaft erscheinen ließen, so kann in der Pflanzenwelt von derartigen sozialen Vorteilen des erhöhten Schutzes gegen Feinde, des gemeinsamen Nahrungserwerbs, der gemeinsamen Brutpflege, der Arbeitsteilung usw. infolge der Vereinigung gleichartiger Individuen nicht wohl die Rede sein. Man wird daher von vornherein geneigt sein, die möglichste Isolierung der Artgenossen voneinander und die dadurch bewirkte Minderung der Konkurrenz als das für die Pflanze Ersprießlichste zu halten. Die überaus mannigfachen Einrichtungen zur Verteilung und Ausstreuung der Samen einer Mutterpflanze, auf die bereits im vorhergehenden Kapitel hingewiesen wurde, sind ja auch zweifellos als Beweis für die tatsächliche Bedeutung dieses Gesichtspunktes in Anspruch zu nehmen. Immerhin können wir uns der Tatsache nicht verschließen, daß es auch im Pflanzenreiche neben Hunderten und Tausenden mehr isoliert wachsender Arten doch auch solche gibt, die ausgesprochen „gesellig" leben und da, wo sie auftreten, meist mehr oder weniger reine „Bestände" bilden. Es gilt dies nicht nur von unseren Buchen- und Kiefernforsten, unseren Klee- und Getreidefeldern, denen man am Ende als durch Menschenhand künstlich erzeugten Gebilden die Beweiskraft absprechen könnte, sondern auch von den Binsen- und Rohrbeständen der Teiche, wie vor allem von den weite Flächen fast ausschließlich überwuchernden Heidekräutern. Wir dürfen wohl annehmen, daß für diese gesellig lebenden („sozialen") Pflanzen das dichte Beieinanderwohnen gewisse Vorteile mit sich bringt, die den Nachteilen der Konkurrenz zum mindesten die Wage halten. In erster Linie kommt hier vermutlich die leichtere Bestäubung in Betracht, die namentlich bei windblütigen Pflanzen (Getreide, Nadelhölzer, Kätzchenträger) nur durch Vergesellschaftung vieler Individuen gesichert erscheint. Von wesentlichem Nutzen ist ferner der Schutz gegen die mechanische Kraft des Windes, die zum nicht geringen Teil von den an der „Luvseite" eines Bestandes stehenden Individuen gebrochen wird. Das wogende Kornfeld führt uns vor Augen, wie sehr der Einzelhalm durch seine Nachbarn bei jeder Windwelle gestützt und geschützt wird, und der Forstmann belehrt uns, daß eine ganze Waldparzelle gefährdet ist, in die durch Windbruch oder Durchhau erst einmal Bresche gelegt wurde. Besonders schön ist

der durch Vergeſellſchaftung bedingte Windſchutz an den ſpärlichen Waldbeſtänden der ſturmumtobten Nordſeeinſeln zu beobachten. Die zarten Stämmchen vieler Moose können ſich nur dadurch aufrecht erhalten, daß ſie in dichten Raſen oder Polſtern ſich aneinander ſchmiegen. Der Wind verliert viel von ſeiner austrocknenden, das Pflanzenleben ſchädigenden Wirkung, wenn er dichtere und ausgedehntere Waldbeſtände zu paſſieren hat. Die Wurzeln des Heidekrauts verfilzen ſich derart ineinander, daß der Luftzutritt in den Boden behindert und dadurch eine nur unvollkommene Zerſetzung der im Boden befindlichen organiſchen Stoffe bedingt wird, die zur Bildung des ſogenannten ſauren Humus führt. Dieſer aber iſt nur wenigen Pflanzenarten zuträglich, und ſo bewirkt das Heidekraut durch ſein dichtes Beieinanderleben, daß faſt allen anderen Pflanzenarten die Möglichkeit, mit ihm in Wettbewerb zu treten, genommen wird. Auch ſonſt mögen die Lebensbedingungen einer Örtlichkeit nicht ſelten ſo ſchwierige ſein (Salzſteppen, Dünen uſw.), daß nur wenige Pflanzenformen ihnen gewachſen ſind. Aus dieſen und ähnlichen Geſichtspunkten dürfte das geſellige Auftreten vieler Pflanzenarten ſeine Erklärung finden.

Ein ausgiebiges Mittel, ſolche „Beſtände" zu bilden, beſitzen viele Pflanzen in der Art ihrer ungeſchlechtlichen Vermehrung (Ausläufer, Schößlinge, Rhizome uſw.), doch ſind andere auch nur auf ihre nahe der Mutterpflanze keimenden Samen angewieſen (Buche, Eiche, Nadelhölzer). Gewiß iſt das junge Buchenpflänzchen dem Untergange geweiht, wenn es der vollen Beſchattung der Mutterpflanze oder deren Geſchwiſter ausgeſetzt iſt. Überall da aber, wo durch das Hinſterben eines älteren Baumes eine Lichtlücke im Schattendache des Waldes entſtanden, ſprießen die jungen Buchenpflänzchen zahlreich empor, binnen wenigen Jahren eine Gruppe aufſtrebender Reiſer bildend, von denen dann ſpäter wiederum nur das im Daſeinskampf glücklichſte zum mächtigen, den Platz der Mutterpflanze voll einnehmenden Baume heranwächſt.

Im gleichmäßig Nahrung ſpendenden Waſſer liegen natürlich die Verhältniſſe weſentlich anders als auf dem Lande, namentlich für die in ihm frei ſchwimmenden niederen Pflanzen, die dort ohne gegenſeitige Konkurrenz zu Milliarden vereint ſein können (Diatomeen des Meeres, Waſſerblüte uſw.).

IV. Die Beziehungen der Individuen verſchiedener Arten.

Die Pflanze iſt von den phyſikaliſchen und chemiſchen Verhältniſſen ihrer Umgebung zweifellos weit abhängiger als das Tier, weil ſie an

den Standort gebannt ist und nicht, wie dieses, zeitweise oder dauernd durch Ortswechsel ungünstigen Einflüssen sich entziehen kann. Licht, Wärme, Feuchtigkeit und Nahrung müssen außer dem nötigen Raum der Pflanze an ihrem Standorte im wesentlichen so zur Verfügung stehen, wie es ihrer Eigenart entspricht, da die Anpassungsmöglichkeiten an minder günstige Verhältnisse sich doch immerhin in nur bescheidenen Grenzen bewegen. Wohl besitzt eine jede Pflanze die Fähigkeit, beispielsweise verschiedene Lichtintensitäten durch Umlagerung der Chlorophyllkörner, veränderte Blattstellung, Streckung und Biegung der Zweige usw. bis zu einem gewissen Grade in ihrer Wirkung auszugleichen: Sobald aber die Lichtfülle oder der Lichtmangel dauernd ein gewisses Maß überschreitet, erweisen sich diese individuellen Ausgleichsmittel als unzureichend, und alle diejenigen Formen gehen rettungslos zugrunde, für welche die örtlichen Lichtverhältnisse nicht geeignet sind. Genau das gleiche gilt in bezug auf Wärme, Feuchtigkeit und Nahrungsstoffe des Bodens. In betreff dieser letzteren dürfen wir zwar annehmen, daß sie in genügenden Mengen wohl in fast jedem Acker- und Gartenboden vorhanden sind; auch ist es ja bekannt, daß jede Pflanzenart in dem Protoplasma ihrer Wurzelhaare einen Apparat besitzt, der ihr bis zu einem gewissen Grade ein *Auswählen* unter den im Boden gelösten und der Wurzel zur osmotischen Aufnahme sich darbietenden Nahrungsstoffen gestattet: Tritt aber im Boden irgendein für die Art unzuträglicher Stoff in überreichem Maße auf, wie z. B. Kochsalz, Salpeter, Kalk oder gewisse Humussäuren, so bedeutet das für sie an dem betreffenden Orte meist ebenso sicheren Untergang, als wenn etwa das Wasser oder irgendein anderer unentbehrlicher Nahrungsstoff in dem Boden ihres Standortes nicht in zureichender Menge vorhanden ist.

Die vorstehenden kurzen Darlegungen sollen darauf hinweisen, daß schon allein die *physikalisch-chemischen* Verhältnisse einer gegebenen Örtlichkeit die Existenz zahlreicher, diesen Verhältnissen nicht angepaßter Arten von vornherein *ausschließen*. Andererseits wird man nun auch umgekehrt folgern dürfen, daß alle diejenigen Pflanzenformen, die wir tatsächlich in einem Gebiet mit- und nebeneinander sich behaupten sehen, den dort herrschenden Bedingungen in annähernd gleicher Weise *gewachsen* sind. Wir gelangen so zu dem Begriff des *Pflanzenvereins* oder der *Pflanzenformation* und verstehen darunter die Summe aller derjenigen Pflanzenformen, die den gegebenen physikalischen und chemischen Verhältnissen einer Örtlichkeit hinreichend *angepaßt* sind, um dort dauernd Gedeihen zu finden.

Die Beziehungen der zu einer und derſelben Formation gehörigen Pflanzen, mögen ſie nun feindlicher, freundlicher oder indifferenter Natur ſein, werden infolge der Ähnlichkeit ihrer Lebensbedingungen ſich vielfach nicht weſentlich von denen unterſcheiden, die wir zwiſchen den Individuen der gleichen Art kennen gelernt haben (vgl. S. 11 ff.). Erſt wenn die phyſikaliſch-chemiſchen Verhältniſſe eines Gebiets ſich *ändern*, wie z. B. bei der Trockenlegung eines Moors, der Niederlegung eines Waldes, dem Sinken oder Steigen des Grundwaſſers, treten Pflanzenformen mit *anders* gearteten Lebensbedingungen auf den Plan. Als die den neuen Verhältniſſen beſſer entſprechenden gewinnen ſie in dem allgemeinen Konkurrenzkampf mehr und mehr das Übergewicht und verdrängen allmählich die bisher dort erbgeſeſſenen, ſo daß ſchließlich an Stelle der alten Formation eine *neue*, auch ihrerſeits wieder voll den neuen Lebensbedingungen angepaßte getreten iſt.

1. Nahrungs- und Platzkonkurrenz.

Wie Seite 13 ausgeführt wurde, muß bei der räumlichen Beſchränktheit der Erdoberfläche die bei Tier und Pflanze gleicherweiſe ausgebildete *Überproduktion* von Nachkommen nach verhältnismäßig wenigen Generationen zu einem erbitterten Konkurrenzkampfe der Individuen ſelbſt dann führen, wenn dieſe Individuen ſämtlich einer und derſelben Art angehören. Es iſt daher von vornherein verſtändlich, daß ein nicht minder heftiger Konkurrenzkampf auch zwiſchen den Individuen der zahlreichen *verſchiedenen* Arten auftritt, die auf einem gegebenen Bodenabſchnitt beieinander wohnen. Bei näherer Betrachtung ergeben ſich indes immerhin einige nicht unweſentliche Abweichungen von dem im früheren geſchilderten Kampfe der Individuen gleicher Art miteinander.

Zunächſt haben wir uns nochmals zu vergegenwärtigen, daß die Verſtreuung der Samen über das Gelände faſt ganz dem *Zufall* überlaſſen iſt, daß demnach auf jedem Bodenabſchnitt nicht nur die Samen der dort bereits *heimiſchen* Pflanzen feſten Fuß zu faſſen ſtreben, ſondern auch manche andere, aus Nachbargebieten dorthin verſchlagene. In vielen Fällen werden dieſe letzteren in für ſie ſo völlig ungeeignete und ungünſtige Lebensbedingungen geraten, daß ſchon hierdurch allein ihr Schickſal beſiegelt iſt, ohne daß noch irgendwelche Anfeindung von ſeiten der Mitpflanzen hinzuzukommen brauchte. Die Samen einer Sumpf- oder Moorpflanze können eben auf trockenem Boden nicht zur Entwickelung kommen, die eines Humusbewohners nicht auf ſandigem Felde, die der lichten Bergwieſe nicht in der Tiefe

des Waldſchattens. Für andere, ebenfalls aus fremdem Gebiet herzugeführte Samen ſind vielleicht die phyſikaliſch-chemiſchen Verhältniſſe des neuen Wohnorts nicht durchaus ungeeignet, ſondern etwa ſo, daß die aufſprießenden Pflänzchen „zur Not“ mit ihnen ſich abfinden können, falls jedwede andere Schädigung ihnen fernbleibt. Im freien Konkurrenzkampfe mit den Alteingeſeſſenen, dauernd zur Formation der betreffenden Örtlichkeit gehörigen Pflanzenarten erſcheinen ſie meiſt völlig machtlos und verſchwinden daher in der Regel ebenſo ſchnell und unerwartet, wie ſie gekommen ſind. Nur wenn der Menſch ihnen ſeinen mächtigen Schutz leiht, ſehen wir ſolche Pflanzen mit „bedingter Gedeihensmöglichkeit“ ſich zu voller Lebensleiſtung entfalten, die Blumen und Gemüſe fremder Zonen in unſeren Gärten, die aus ſüdlicheren Ländern ſtammenden Getreidearten. Wir bereiten ihnen den Boden, ſenken den Samen in das Erdreich und befreien die aufſprießenden jungen Pflanzen nach Möglichkeit von der unheilvollen Konkurrenz der ihnen weit überlegenen „Unkräuter“. Nur wenige unſerer „Kultur“pflanzen bringen es fertig, rechtſchaffen zu „verwildern“, d. h. für ſich allein den Kampf mit der heimiſchen Pflanzenwelt ſiegreich zu beſtehen.

Nach Ausſchaltung der eben beſprochenen beiden Kategorien bleibt noch die große Maſſe derjenigen Bewerber auf einem gegebenen Bodenabſchnitt, die als die Nachkommen der alteingeſeſſenen Pflanzenarten in möglichſt vollkommener Weiſe den Lebensbedingungen dieſer Örtlichkeit angepaßt ſind. Sie ſtellen gewiſſermaßen eine Geſellſchaft gleichberechtigter und gleichſtarker Individualitäten dar, die einander „die Stange halten“, indem ſie untereinander in ähnlicher Weiſe kämpfen, wie die Individuen der gleichen Art. Nur unter gewiſſen Umſtänden kann dieſer Kampf weniger heftig ſein als bei letzteren, wenn nämlich die Bedürfniſſe der konkurrierenden Arten ſehr verſchieden ſind, oder aber die Befriedigung der gleichen Bedürfniſſe zu verſchiedener Zeit erfolgt. So kann z. B. eine Herbſtpflanze zwiſchen den Furchen eines Stoppelfeldes ſehr wohl gedeihen, ohne mit den Getreidehalmen des Sommers oder den Frühlingspflänzchen der grünen Saat auf demſelben Boden in ernſtlichen Kampf geraten zu ſein. Auch wird nicht ſelten die Verſchiedenheit des Wuchſes und der Körperdimenſionen zweier verſchiedener Pflanzenarten eine beſſere Ausnutzung des Raumes geſtatten, als es ſeitens der Individuen einer und derſelben Art möglich wäre: Wo die großen Blattroſetten des breitblättrigen Wegerichs die verfügbare Bodenfläche in weiter Runde in Anſpruch nehmen, da kann in den beſcheidenen Lük-

ken zwischen ihnen noch mancher Grashalm, noch manches Kreuzkraut oder Hirtentäschel emporsprießen, wenn für ein weiteres, vollgültiges Wegerichexemplar schon längst kein Platz mehr verfügbar ist.

Wie bei dem Kampfe zwischen den Individuen der gleichen Art, so wird man auch bei der bunten Mannigfaltigkeit der auf einer Wiese, einem Acker, einem Stück Waldboden aufsprießenden Pflanzenformen für das Obsiegen der einen, das Unterliegen der anderen einerseits die Verschiedenheiten der Konstitution der Individuen, andererseits die durch den Zufall herbeigeführten Unterschiede in der Situation der Einzelwesen als Erklärungsgrund heranzuziehen haben, wie dies bereits S. 14 näher ausgeführt wurde. Daneben ist es natürlich auch von Bedeutung, mit welchen Konkurrenten die Pflanzen einer gegebenen Örtlichkeit den Kampf führen müssen. Lange Zeit hindurch haben sie sich vielleicht an diesem Standorte mit- und nebeneinander siegreich behauptet, sich untereinander derart abgefunden, daß jede Art, je nach ihrer Kampfkraft, das zur Verfügung stehende Areal mit einem bestimmten Prozentsatz von Individuen besetzen konnte; da führt der Zufall eines Tages die Samen einer Pflanzenart herzu, die in ihrer Konstitution noch ungleich stärkere Kampfmittel besitzt als die Alteingesessenen, und nun kann es geschehen, daß diese neue Pflanzenart eine völlige Umwälzung des bisherigen Gleichgewichtszustandes hervorbringt, daß sie viele der Erbgesessenen in ihrem Besitzstande schmälert, oder wohl gar das gesamte Areal fast ganz für sich allein in Anspruch nimmt. Die ungeheure Verbreitung, welche namentlich viele europäische Unkräuter in Nordamerika gefunden, aber auch die Siegeszüge der Wucherblume, des Frühlingskreuzkrautes, des kanadischen Berufskrauts, der peruanischen Galinsoge, der mongolischen Balsamine, der kanadischen Wasserpest in Europa lehren auf das deutlichste, wie sehr der Ausgang des Konkurrenzkampfes von der Art der Gegner abhängig ist.

Die Mittel, welche den verschiedenen Pflanzenarten zu Gebote stehen, um im allgemeinen Konkurrenzkampfe nach Möglichkeit sich zu behaupten, sind mannigfacher Art. Obenan steht natürlich die Massenproduktion von Keimen, die schon von vornherein ein Übergewicht über alle diejenigen verleiht, die weniger zahlreiche Nachkommen erzeugen. Auch bei den Schlachten in der Pflanzenwelt ist der liebe Herrgott mit den stärksten Bataillonen. Weitere Vorteile im Daseinskampfe gewährt dann die größere Widerstandsfähigkeit der Samen gegen ungünstige äußere Einflüsse, Vollkommenheit der Verbreitungsmittel, lange Bewahrung der Keimkraft, ein dem Klima mög-

lichſt angepaßtes Keimen und beſchleunigtes Wachstum. Viele Pflanzen (z. B. Wegeriche, Primeln, Löwenzahn, Fettkraut) entwickeln bald nach dem Keimen vor allem eine flach auf dem Boden ſich ausbreitende Blattroſette (vgl. Abb. 29), die gleich von vornherein den für die erwachſene Pflanze nötigen Raum gewiſſermaßen mit Beſchlag belegt und alles unterdrückt, was etwa an fremden Keimen unter dieſen Blättern noch vorhanden iſt. Andere wieder, wie der Spargel, die Schachtelhalme uſw., ſchießen zunächſt ſchaftartig in die Höhe, ehe ſie Blätter und Zweige entfalten, und entgehen ſo der Gefahr, von der Maſſe der Bodenkräuter überwuchert zu werden. Ein großer Vorteil erwächſt ſelbſtverſtändlich auch allen denjenigen Pflanzen, welche vom geſicherten Standorte aus nach allen Richtungen gewiſſermaßen als Pioniere oder Kundſchafter langgeſtreckte Rhizome oder Ausläufer ausſenden, die ſich dann an paſſender Stelle bewurzeln und neue Tochterpflanzen treiben. Auch die Zwiebel- und Knollenpflanzen vermögen durch Hervorbringen neuer Zwiebeln und Knollen in der Regel wenigſtens ſo viel zu erreichen, daß der Platz, den die Mutterpflanze innehatte, für die Art nicht verloren geht, ſondern einem Tochterindividuum ſozuſagen in Erbpacht überantwortet wird.

2. Die Bedeutung des Lichts im Konkurrenzkampfe der Pflanzen.[1])

Wie ſchon S 12 bemerkt, nimmt das Licht unter den oberirdiſchen Lebensbedürfniſſen der Pflanze inſofern eine beſondere Stellung ein, als es infolge der für ſeine Verbreitung geltenden phyſikaliſchen Geſetze auf mannigfache Weiſe in der Ausübung ſeiner vollen Wirkung gehindert wird. Es ergibt ſich hieraus ohne weiteres, daß benachbarte Pflanzen ſich in dem Genuß des für die Aſſimilation unentbehrlichen Lichts beeinträchtigen können und zwar nicht ſelten in einem Grade, daß die weniger günſtig geſtellten hierdurch zum Hungertode verurteilt ſind. Gewiß iſt auch das Lichtbedürfnis der verſchiedenen Pflanzenarten außerordentlich verſchieden; unter ein gewiſſes Maß aber geht es bei keiner auf Aſſimilation angewieſenen Pflanze herunter, und dieſes Minimum kann ſchon allein durch Beſchattung ſeitens einer dichten Laubkrone derart nach der negativen Seite überſchritten werden, daß keine chlorophyllgrüne Pflanze in ihm zu gedeihen vermag.

1) Wieſner, J.: Photometr. Unterſuchungen auf pflanzenphyſiologiſchem Gebiete in: Sitzungsber. Wiener Ak. Bd. 102, 1893, und andere Arbeiten desſelben Autors.

Neben dem Kampf um den Raum ſpielt daher der Kampf um das Licht eine beſonders hervorragende Rolle. Die mehr oder minder glückliche Poſition des Individuums und ſeiner Teile in bezug auf das Licht iſt ſicher in hohem Grade mitbeſtimmend für den Ausgang des Kampfes ſchon auf jeder Wieſe, jedem Stück Ackerland, jedem Blumenbeet, da ja das Blattwerk der hier beiſammen wachſenden Kräuter etagenartig in verſchiedener Höhe ſteht und ſich gegenſeitig beſchattet. Wenn zwiſchen dem jung aufſprießenden Getreide im Frühjahr noch mancherlei niedrig wachſende Kräuter, das Hungerblümchen, die Teesdalee, das Pfennigkraut, die Stiefmütterchen und Sandvergißmeinnicht genügende Belichtung finden, ſo müſſen ſie ſpäter, wenn das Korn in Ähren geſchoſſen, langſtengeligen Kräutern und Stauden das Feld räumen, den Diſteln, Kornblumen, Raden, Mohngewächſen, während im Herbſt, wenn der Wind über die Stoppeln geht, noch wieder eine neue, niedrigwüchſige Flora von Spark, Hohlzahn, liegendem Johanniskraut, Ruhrkraut uſw. in den Furchen des Ackers zur Entwickeluug kommt.

Beobachten wir in dieſem Falle bereits im Laufe einer einzigen Vegetationsperiode einen typiſchen Wechſel der Begleitpflanzen des Getreides je nach deſſen Höhenentwickelung, ſo tritt die ganze Bedeutung des Lichtes als Beeinfluſſungsmittel der Pflanzen aufeinander doch erſt in den Beziehungen der beiden großen Kategorien der Pflanzen mit voller Klarheit hervor, die wir als *Kräuter* und *Holzgewächſe* einander gegenüberzuſtellen pflegen. Die *Holzgewächſe*, alſo die Bäume und Sträucher, haben in der Regel nicht nur ein weit längeres Leben als die Kräuter, ſondern ſie überragen ſie im erwachſenen Zuſtande meiſt auch um das Vielfache an Höhe. Hieraus ergibt ſich die abſolute *Überlegenheit* der Holzgewächſe oder der *Waldformationen* über die Kräuter (die *Wieſenformation*) im Kampfe um das Licht. Sind daher an irgendeinem Punkte der Erde die ſonſtigen phyſikaliſchen und chemiſchen Verhältniſſe für die Entſtehung eines Waldes geeignet, ſo iſt keine Krautvegetation auf die Dauer imſtande, dieſe Entſtehung zu hindern, da die aufſtrebenden Büſche und Bäumchen alsbald im freien Genuſſe des Sonnenlichtes jede Konkurrenz der Kräuter weit hinter ſich laſſen. Damit aber iſt den mit und neben den Waldbäumen lebenden Kräutern der Stempel der *Abhängigkeit* von jenen „Herrenpflanzen" aufgedrückt: Sie vermögen ſich in dieſer Nachbarſchaft der Hochragenden nur inſoweit zu halten, als entweder die Gruppierung der Bäume und die Dichte ihrer Laubkrone noch verhältnismäßig reiches Licht bis auf den Boden des Waldes gelangen

läßt, oder aber die betreffende Krautart in ganz spezifiſcher Weiſe ſelbſt tiefem Schatten angepaßt iſt, alſo mit einem Mindeſtmaß von Licht ſich abzufinden weiß.

Aus dieſen Erwägungen ergibt ſich die Erklärung für eine ganze Reihe von im Walde uns entgegentretenden Erſcheinungen. Da die Birke von allen unſern heimiſchen Laubbäumen zweifellos die am wenigſten dichte und ſchattende Laubkrone beſitzt, ſo finden wir dementſprechend die Bodenvegetation des Birkenwaldes, aus Sträuchern, Kräutern und Gräſern mannigfacher Art beſtehend, auch am beſten entwickelt. Weniger günſtig liegen die Verhältniſſe ſchon im Eichenwalde, im gemiſchten Walde und im hochſtämmigen Kiefernwalde, wenngleich auch hier in nicht allzu dichten Beſtänden das ganze Jahr hindurch eine mehr oder minder reiche Flora grüner Bodenpflanzen, wie Mooſe, Gräſer, Heidelbeeren, Ginſter, Heidekraut, Erdbeeren uſw., ſich zu halten vermag. Erſt wo die Laubkronen des Buchenwaldes zu einem dichten, faſt lückenloſen Schattendache ſich aneinander ſchließen, oder die bis nahe zum Boden herabreichenden, weit ausladenden Zweige des dichten Fichtenbeſtandes dem Lichte den Weg in die Tiefe verſperren, ſehen wir faſt alles pflanzliche Leben, ſoweit es auf Lichtgenuß angewieſen, erſtorben. Als beſonders lehrreich erweiſt ſich hierbei der ungeheure Gegenſatz zwiſchen dem faſt vegetationsloſen, von dürrem Laube bedeckten Boden des ſommerlichen Buchenwaldes gegenüber der bunten Lebens- und Blütenfülle, mit welcher dieſer ſelbe Boden im Frühling unſer Auge erfreut. Noch etwa die Hälfte des von der Sonne geſpendeten Lichtes vermag in dem noch unbelaubten Frühjahrswalde den Boden zu erreichen, und hierin liegt die Möglichkeit, daß Primel und Anemone, Goldſtern und Lerchenſporn, Lungenkraut und Frühlingswalderbſe nebſt vielen anderen Frühlingsboten in üppiger Fülle zur Entfaltung gelangen. Sobald aber dann das ſchattende Laubdach ſich geſchloſſen hat und damit über drei Viertel der von der Sonne geſpendeten Lichtintenſität ausgeſchaltet iſt, vergeht überraſchend ſchnell die kurzlebige Bodenpracht, und alle die Abertauſende der hier anſäſſigen Pflanzenweſen haben nun mit Hilfe von Knollen, Zwiebeln und Rhizomen die lange Ruhepauſe zu überdauern bis zu dem Zeitpunkte, wo ein neuer mit Wärme gepaarter Lichtſegen ſie zu neuem Leben erweckt. — Der tropiſche Urwald zeigt trotz ſeiner Üppigkeit und Dichte doch wohl nur ſelten ſo ungünſtige Lichtverhältniſſe des Bodens wie unſer heimiſcher belaubter Buchenwald. Der Grund hierfür liegt einmal in der geringen Entwickelung der Laubkrone des einzelnen Baumes, ſeiner geringen Verzweigung, ſeiner Beſetzung mit

meiſt großen, faſt ſenkrecht geſtellten, oft ſpiegelnden, alſo Licht reflektierenden Blättern (Gummibaum), andererſeits in der außerordentlichen Verſchiedenheit der den tropiſchen Regenwald zuſammenſetzenden Holzgewächſe. Da jedes derſelben von verſchiedener Höhe, ſo kommt es nicht zu einem zuſammenhängenden Blätterdach, wie in unſerem Buchenwalde, ſondern die Waldkrone iſt regellos zerriſſen und geſtattet überall den ſteil einfallenden, überaus intenſiven Lichtſtrahlen ein Vordringen bis zum Boden. Eine ungemein reiche Bodenvegetation von Stauden, Kräutern, Farnen, Bärlappen, Mooſen uſw. iſt daher im tropiſchen Urwalde die Regel.

Die bisherigen Darlegungen laſſen erkennen, daß die Begleitpflanzen des Waldes durch das Medium des Lichtes in weitgehender Weiſe von ihren hochragenden Stammesgenoſſen beeinflußt werden, daß ihnen je nach den dort obwaltenden Verhältniſſen frohes Gedeihen oder ſicherer Tod beſchert ſein kann. Das oben angeführte Beiſpiel der Frühlingspflanzen im Buchenwalde lehrt aber des weiteren, daß die durch die Lichtverhältniſſe des Waldes bedingte Auslеſe der Bodenpflanzen ſich keineswegs nur darauf zu beziehen braucht, ob eine Pflanzenart mit der im Walde gebotenen *Lichtmenge* auszukommen vermag, ſondern vielfach auch noch beſondere Anforderungen an ihre *ſonſtige* Organiſation ſtellt. Müſſen wir doch annehmen, daß den durch das Schattendach des Buchenwaldes bedingten langen *Ruhepauſen aktiver Lebenstätigkeit* vorwiegend nur ſolche Pflanzenarten gewachſen ſind, die ſich unterirdiſcher Achſenorgane (Knollen, Zwiebeln, Rhizome) erfreuen. Darüber hinaus laſſen ſich nun noch eine ganze Reihe von Momenten anführen, die alle erkennen laſſen, wie außerordentlich *mannigfaltig*, ganz abgeſehen von den Lichtverhältniſſen, die *Abhängigkeit* der Waldpflanzen vom Walde iſt. Zunächſt ſei daran erinnert, daß der Wald die *Verdunſtung* der *Bodenfeuchtigkeit* verlangſamt und dadurch einen beträchtlich höheren *Feuchtigkeitsgehalt* der Atmoſphäre bedingt als auf dem benachbarten freien Felde. Für manche Pflanzenarten dürfte ſchon allein dieſer Unterſchied beſtimmend für ihr Gedeihen oder Nichtgedeihen ſein, wie namentlich viele Mooſe und Farne beweiſen. Sodann hängt das Wohl zahlreicher Arten ab von dem *Schutz*, den ihnen das zu Boden gefallene dürre *Laub* der Bäume gewährt, wie vor allem von dem aus dieſem ſich bildenden *Humus*. Letzterer iſt für jede Pflanzenart mehr oder minder wichtig, für die ſog. Saprophyten aber geradezu unentbehrlich. Er kann je nach der Art des Laubes oder der Nadeln und der Einwirkung der Atmoſphärilien in Verbindung mit den Bakterien ſehr

verſchiedene chemiſche Zuſammenſetzung und verſchiedenen Charakter annehmen, und hieraus erklärt es ſich, daß namentlich viele typiſche Humusbewohner und Saprophyten, wie die Mehrzahl der Hutpilze, manche Orchideen (Goodyera, Neottia uſw.), der Fichtenſpargel, die Pirola-Arten, ausſchließlich oder doch vorwiegend nur in einer Waldart anzutreffen ſind. Ja, die bunte Pracht der Frühlingsblumen kann im Buchenwalde ſich nur dann entfalten, wenn deſſen Boden alkaliſchen Waldhumus birgt, während ein Buchenwald mit ſaurem Rohhumus eine weſentliche andere Flora (Trientalis, Majanthemum, Convallaria uſw.) zur Entwickelung kommen läßt. — Alles in allem machen die veränderten Licht-, Boden-, Feuchtigkeits- und Windverhältniſſe es nur zu begreiflich, wenn ein heranwachſender Wald die vordem dort heimiſchen Wieſen- oder Ackerpflanzen faſt reſtlos vernichtet, während andererſeits jeder Kahlſchlag binnen kurzem ſtatt der Farne und Schattenkräuter des Waldes die typiſchen Formen der Waldblößen, das große Weidenröschen, das Waldkreuzkraut, den roten Fingerhut, die Waldſchmiele und andere, in üppigſter Fülle emporwuchern läßt. Alle dieſe Erſcheinungen lehren, wie eng das Band iſt, das die Glieder der einzelnen Lebensgemeinſchaften oder Formationen verbindet. Die eine Formation kann die andere wohl verdrängen, nicht aber, oder doch nur ſehr unvollkommen mit ihr zu einem Zwittergebilde ſich vereinigen.

3. Ausnutzung der Mitpflanzen.

Wir haben geſehen, daß der Konkurrenzkampf der Pflanzen ſich vorwiegend auf die drei Bedürfniſſe nach Raum, Licht und Nahrung erſtreckt. Es kann daher nicht wundernehmen, daß nach allen drei Richtungen hin gewiſſe Pflanzen die günſtigeren Verhältniſſe anderer Pflanzen ſich zunutze gemacht haben. Diejenigen unter ihnen, welche ihre Mitpflanzen nur zur Gewinnung günſtigerer Lichtverhältniſſe oder eines geeigneten Wohnplatzes in Anſpruch nehmen, mögen als Licht- und Raumparaſiten, diejenigen, welche der Mitpflanze Nahrungsſtoffe entziehen, als echte Paraſiten bezeichnet werden.

a) Licht- und Raumparaſiten.[1])

Der einfachſte Fall, daß eine Pflanze mit Hilfe ihrer Mitpflanzen zu günſtigeren Lichtverhältniſſen gelangt, iſt bei den ſog. Schling-

1) Schenk, H.: Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen uſw. Bot. Mitt. aus den Tropen, Jena, 1897, 98. Schimper, A. F. W.: Die epiphytiſche Vegetation Amerikas. Bot. Mitt. aus den Tropen, Jena, 1888.

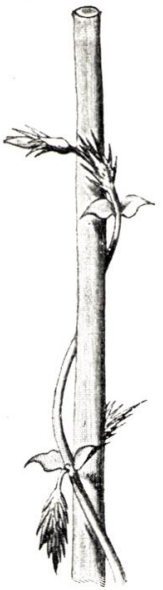


Abb. 10. Windende Pflanze (Hopfen).

Abb. 11. Rankende Pflanze (Zaunrübe).

und Kletterpflanzen gegeben. Die Stengel der hierher gehörigen, ſtets im Boden wurzelnden Pflanzen ſind zu ſchwach, um aus eigener Kraft in die Luft emporzuſteigen und die Laſt der aſſimilierenden Blätter über die Vegetation des Bodens zu erheben; ſie bedürfen hierzu eines Anhaltes, einer Stütze, als welche in der freien Natur in erſter Linie die hochragenden, durch Starrheit ihrer Achſenorgane ausgezeichneten Holzgewächſe ſich darbieten. Die Art, wie dieſe Stützen als Halt und Mittel des Emporſteigens benutzt werden, iſt äußerſt mannigfach. Sehr verbreitet, auch ſchon in der heimiſchen Flora (Winde, Geisblatt, Hopfen, Windenknöterich uſw.) iſt das ſchraubenförmige Herumwachſen des Stengels um die Stütze (Abb. 10), wobei man rechtswindende und linkswindende Arten unterſcheiden kann. Noch häufiger ſind die Ranken (Abb. 11), umgewandelte Seitenſproſſe (z. B. Stammranken des Weins, der Zaunrübe) oder Blatteile (viele Wicken, Platterbſen uſw.), deren äußerſt reizempfindliche Spitzen bei Berührung mit feſten Körpern ſpiralig um dieſe herumwachſen und dadurch die Pflanze verankern, ja ſpäter oft durch ſpiralige, eine ſtarke

Verkürzung der Ranke bedingende Einrollung ihres Mittelteils ein Emporhiſſen der Pflanze bewirken. Auch die Stiele gewöhnlicher Laubblätter können die Fähigkeit, andere Gegenſtände zu umſchlingen, beſitzen (z. B. Kapuzinerkreſſe). Beim wilden Wein entwickeln rankenartige Zweigſproſſe an ihren Enden eigentümliche kleine napfförmige Scheibchen, die als Haftſcheiben ſich feſt der Unterlage anheften, und der Efeu treibt, gleich vielen tropiſchen Schlingpflanzen, an ſeinem am Baume emporwachſenden Stengel von Zeit zu Zeit Bündel kleiner Wurzeln, die als „Luftwurzeln“ in die Riſſe der Borke eindringen und dort haften. Durch ſtarke, rückwärts gerichtete Hakendornen an ihren rutenförmigen Zweigen vermögen die Rotangpalmen ſich im Gezweige der Urwaldbäume feſtzuhaken, wobei die jüngeren, geißelartig verlängerten und bogig aufwärts gerichteten Triebe (Abb. 12) langſam kreiſende Bewegungen in der Luft ausführen, bis ſie irgendeinen Stützpunkt gefunden haben. Ein völliges Umſtricken der Stämme und deren Zweige mit einem Netz anaſtomoſierender Achſenorgane iſt namentlich von den Lianen der tropiſchen Urwälder bekannt, unter denen die ſog. Baumwürger für ihre Stützpflanzen nicht ſelten verderblich werden.

Die zweite Methode, mit Hilfe der Mitpflanzen günſtigere Lichtverhältniſſe zu gewinnen, beobachten wir bei den ſog. *Epiphyten*, die man den Epöken im Tierreich in Parallele ſtellen könnte. Es ſind das Pflanzen, welche die Fähigkeit beſitzen, auf den Stämmen, Zweigen, Blättern anderer Pflanzen ſich anzuſiedeln, ſich alſo mehr oder weniger völlig (vgl. unten) unabhängig vom Boden zu machen. Sie gewinnen hierdurch nicht nur den Vorteil beſſerer Belichtung, ſondern ſind auch dem gewaltigen Konkurrenzkampfe entrückt, der am Boden von den dort wurzelnden Pflanzen um den *Raum* geführt wird. In unſeren Breiten kommen als Epiphyten im weſentlichen nur niedere Pflanzenformen in Betracht, gewiſſe Algen, Flechten und Mooſe, die an den Stämmen und Zweigen der Bäume ihren Wohnſitz aufgeſchlagen haben, mit faſerartigen Zellreihen (Rhizoiden) ſich anklammernd und die Rinde ſelbſt oder die wenigen, durch den Wind dorthin getragenen Staubmengen zur Beſtreitung ihrer Bedürfniſſe nach Mineralſtoffen benutzend. In den Tropen aber haben ſich auch viele höhere Gefäßpflanzen dieſer eigenartigen Lebensweiſe angepaßt, ſo namentlich viele Farne, Orchideen, Araceen, Bromeliaceen, Piperaceen uſw. In bezug auf die Verſorgung dieſer Epiphyten mit *Mineralſalzen* kann man drei verſchiedene Gruppen unterſcheiden: die einen nähren ſich vornehmlich von den Stoffen, welche die abgeſtorbenen

Rindenpartien ihres Wohnstammes ihnen bieten; andere senden von der Höhe ihres Wohnsitzes lange faden- oder seilartige Wurzeln (Abb. 13) zur Erde nieder (viele Araceen, Ficusarten, Clusiaceen), um so die Mineralstoffe des Bodens ausnutzen zu können, und noch wieder andere besitzen in sparrigen Wurzeln (z. B. die Orchidee Grammatophyllum) oder in besonderen, sich fest der Rinde anlegenden Nischenblättern (gewisse Farne wie Platycerium alcicorne und Asplenium nidus) spezifische Vorrichtungen, Humus- und Mineralteilchen der Luft anzusammeln.

Abb. 12. Spitze einer Rotangpalme

Abb. 13. Epiphytische Aroidee.

Besondere Schwierigkeiten für die baumbewohnenden Pflanzen, sofern sie keine Seilwurzeln zum Boden herniedersenken, bietet natürlich die Wasserversorgung, da ja z. B. in unseren Breiten nur das Grundwasser und das eingesickerte Regenwasser des Bodens einen gewissen, für das Leben der Pflanze notwendigen Dauerzustand der Feuchtigkeit herbeiführen. In der gemäßigten und nördlichen Zone ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft meist so gering, daß der auf Stamm, Zweige und Blätter der Bäume fallende Regen alsbald wieder verdunstet und den etwa dort angesiedelten Pflanzen nur geringen Nutzen bringt, sofern sie nicht, wie die Flechten und Moose, die Fähigkeit besitzen, sich in allen ihren Teilen direkt mit dem tropfbaren Wasser des Regens schwammartig zu durchtränken. Aus dieser geringen Luftfeuchtigkeit erklärt sich daher ohne weiteres das Fehlen der höheren Epiphyten in nördlichen Breiten. Nur wo unter günstigen Verhältnissen

Abb. 14. Epiphytiſche Orchidee mit Luftwurzeln.

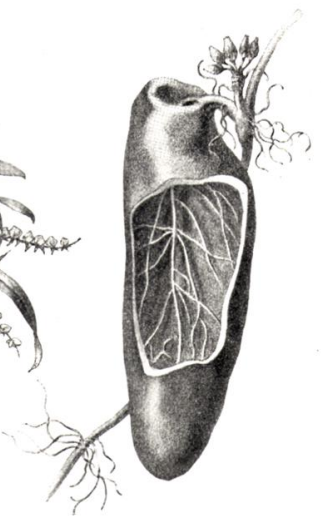


Abb. 15. Dischidia Rafflesiana mit Blattkrügen.

beſonders große Erd- und Humusmengen ſich angeſammelt haben, wie etwa im Kopfe alter Weidenbäume, findet man die ſog. „Überpflanzen" (Brenneſſeln, Schöllkraut, bitterſüßer Nachtſchatten uſw.), die aber hier faſt genau unter denſelben Bedingungen leben wie auf dem Erdboden. Erſt wo die Luft beſtändig faſt oder ganz bis zum Sättigungspunkt mit Waſſerdampf erfüllt iſt, wie im tropiſchen Regenwalde, vermögen auch Gefäßkryptogamen und Blütenpflanzen den ungünſtigen Waſſerverſorgungsverhältniſſen ihres luftigen Wohnſitzes zu trotzen. Manche von ihnen beſitzen die Fähigkeit, ihren ganzen Körper, gleich den Mooſen und Flechten, ſchnell mit Waſſer zu durchtränken, wie die Tillandſien; andere (viele Orchideen, Araceen uſw.) haben an frei herabhängenden Luftwurzeln (Abb. 14) hüllenartig ein eigenes ſchwammiges Gewebe ausgebildet, welches die Feuchtigkeit aus der Luft aufſaugt, oder benutzen ihre Niſchenblätter (vgl. S. 29) zum Feſthalten des Regens, während die merkwürdige Dischidia Rafflesiana (Asclepiadee) zum Auffangen des Tauwaſſers aus umgewandelten Blättern gar zierliche Krüge formt, in welchen dann die hineinwachſenden Luftwurzeln getränkt werden (Abb. 15). Ganz allgemein tragen die Epiphyten trotz des hohen Feuchtigkeitsgehalts der umgebenden Luft xero-

philen Charakter. Daß endlich auch die Samen der Epiphyten sowohl in bezug auf ihre Verbreitung (Wind, Vögel), wie auf ihre Anhaftungs- und Keimfähigkeit (schleimige Sekrete) dem Baumleben besonders angepaßt sein müssen, bedarf wohl nur der Erwähnung.

Einen ganz anderen Charakter als auf dem Lande hat das Epiphytentum der Wasserpflanzen, wie wir es namentlich bei den Algen verbreitet finden. Von allen den Schwierigkeiten, welche der Land-Epiphyt in bezug auf Gewinnung der nötigen Mineralsalze und Wassermengen zu überwinden hat, ist beim Wasser-Epiphyten nicht die Rede; er benutzt seine Mitpflanze, etwa einen größeren Tang, lediglich als Anheftungspunkt, ganz in derselben Weise, wie er auch auf einer Muschelschale oder einem Stein sich ansiedelt.

Manche Algen wohnen auch in inneren Hohlräumen anderer Pflanzen (z. B. Anabaena in Löchern von Azolla) und werden dann wohl als Endophyten bezeichnet. Einige dieser Fälle, so z. B. das Auftreten von Nostoc in den Stämmen der Gunneraarten, sind vielleicht auch als Parasitismus zu deuten.

b) Echte Parasiten.[1])

Die Gase der Luft und die Salze des Bodens zu hoch konstituierten organischen Verbindungen zusammenzufügen, die anorganische Materie in lebende Substanz überzuführen, ist die hohe, bewunderungswerte Kunst der meisten Vertreter des Pflanzenreichs. Natürlich erfordern diese komplizierten, zum größten Teile auch heute noch jeder menschlichen Kunst spottenden Aufbau- und Umwandlungsprozesse einen ganz enormen Aufwand von chemischer Energie. Es dürfte daher einen erheblichen wirtschaftlichen Vorteil bedeuten, wenn gewisse Pflanzen sich wenigstens von einem Teile dieser Arbeitsleistung zu befreien gewußt haben und beim Aufbau des Körpers sich ausschließlich oder doch vornehmlich jener bereits organisierten Stoffe bedienen, die von anderen Lebewesen erarbeitet wurden. Handelt es sich hierbei lediglich um die Inanspruchnahme derjeniger Stoffe, welche nach dem Tode ihrer Besitzer gewissermaßen als herrenloses Gut jedermann zur Verfügung stehen und ohnehin unter dem Einfluß der Atmosphärilien im Laufe der Zeit wieder in einfacher konstituierte anorganische Verbindungen sich zersetzen würden, so spricht man von Saprophyten, zu denen die

1) Frank, A. B.: Die Krankheiten der Pflanzen, 3 Bde., 2. Aufl., Breslau 1895/96. Klebahn, H.: Grundzüge der Allgemeinen Phytopathologie, Berlin 1913. Sorauer, P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 3 Bde. Berlin 1908/13. Tubeuf, v.: Pflanzenkrankheiten, durch kryptogame Parasiten verursacht, Berlin 1891.

Bodenbakterien und die zahlreichen Humusbewohner gehören, die wir bereits früher als vielgestaltige Begleitpflanzen des Waldes kennen lernten. Anders dagegen, wenn ein Organismus noch in voller Lebenstätigkeit sich befindet und es nun leiden muß, daß ein anderes Lebewesen als *Parasit* sich ihm zugesellt und ihn, ohne daß er es hindern kann, eines Teiles dessen beraubt, was er selbst zu eigner Lebenswohlfahrt sich erarbeitet hat. Eine solche parasitische Lebensweise, ein Schmarotzen von der Leibessubstanz eines anderen lebenden Organismus, ist im Pflanzenreiche kaum minder verbreitet als das Saprophytentum. Indem wir die Inanspruchnahme des *tierischen* Körpers durch pflanzliche Parasiten vorläufig außer Betracht lassen, wollen wir im folgenden kurz die verschiedenen Modalitäten betrachten, unter denen die pflanzlichen Lebewesen von parasitierenden Mitpflanzen in Anspruch genommen und ausgenutzt werden.

Die Zahl der Pflanzengruppen, welche eine parasitische Lebensweise zu führen vermögen, ist ziemlich beschränkt. Weder bei den Moosen, noch auch bei den Farnen, Schachtelhalmen und Bärlappen treten echte Parasiten auf; das Hauptkontingent stellen vielmehr die *Pilze*, neben denen dann allerdings auch noch einige wenige Algen, sowie vor allem zahlreiche *phanerogamische*, zu verschiedenen Familien gehörige Pflanzenarten namhaft zu machen sind.

Die *Pilze*, deren Vertreter ja ausnahmlos auf organische, bereits von anderen Lebewesen verarbeitete Nahrungsstoffe angewiesen sind, lassen deutlich erkennen, daß der Schritt vom Saprophyten zum Parasiten ein verhältnismäßig nur kleiner ist, da vielfach nahe verwandte Gruppen (Scheibenpilze, Röhrenpilze usw.) bald der einen, bald der anderen Kategorie angehören. Es ist ein schier unerschöpfliches Kapitel von Kampf und Leid, das wir zu durchblättern haben, wenn wir uns die ungeheuren Schädigungen vergegenwärtigen wollen, die namentlich die höher organisierten Pflanzen von den auf ihnen schmarotzenden Pilzen zu erdulden haben, Schädigungen, die alle Stufen von kaum merkbarer Erkrankung bis zum Tode durchlaufen, und die auch den Menschen in ernsteste Mitleidenschaft ziehen, sofern sie die von ihm gehegten Kulturpflanzen betreffen. Wurzeln, Stengel, Blätter, Blüten, Früchte, kurz jedes Organ der Pflanze ist dem Angriff der Parasiten ausgesetzt, welche die Keimschläuche ihrer Sporen durch Spaltöffnungen der Epidermis oder an Wundstellen in das Innere der Gewebe treiben und hier unter endosmotischer Aufsaugung und Ausnutzung der daselbst befindlichen organischen Nahrungsstoffe sich weiterentwickeln. Nicht selten bleibt die Hauptmasse des sich bildenden Hyphengewebes des

Schmarotzerpilzes dauernd auf der Oberfläche der Wirtspflanze (z. B. Meltaupilze), wodurch jedenfalls die Ausſtreuung der Sporen erleichtert wird. In anderen Fällen (z. B. Äzidienform der Roſtpilze) entwickelt ſich das Pilzgewebe mehr im Inneren der Wirtspflanze und tritt nur mit ſeinen ſporenbildenden Organen an die Oberfläche. Die Zahl der Sporen des Paraſiten iſt meiſt ſehr groß, zumal dort, wo, ähnlich wie bei vielen tieriſchen Paraſiten, ein ausgeprägter Wirts- und Generationswechſel zur Ausbildung gelangt iſt (z. B. bei den Roſtpilzen).

Die zahlloſen Arten der Schmarotzerpilze verteilen ſich naturgemäß auf ſehr verſchiedene Gruppen. Von Algenpilzen ſei hier die Familie der Peronoſporeen erwähnt mit dem gefürchteten Kartoffelpilz (Phytophthora infestans) und dem falſchen Meltau des Weinſtocks (Plasmopara viticola). Zu den Schlauchpilzen (Ascomyceten) gehören die Kernpilze (Pyrenomyceten) mit dem Mutterkorn des Getreides (Claviceps purpurea), dem Krebspilze der Obſtbäume (Nectria ditissima) und der artenreichen Gattung Sphaeria an Blättern und Zweigen, ſodann die Scheibenpilze, wie der Lärchenkrebs (Dasyscypha Willkommi) und die Gruppe der Exoasci, deren Hauptgattung Taphrina die Hexenbeſen an Weißbuche und Kirſchbaum, aber auch die ſog. „Taſchen" der Pflaumenfrüchte hervorruft. In der Abteilung der Baſidienpilze endlich ſeien als wichtigſte Schädlinge unſerer Kulturpflanzen genannt die Brandpilze der Getreidearten (Ustilago, Tilletia), die ungemein verbreiteten Roſtpilze (Puccinia, Gymnosporangium uſw.) und gewiſſe, namentlich am Nadelholz ſchädliche Röhrenpilze (Gattung Fomes).

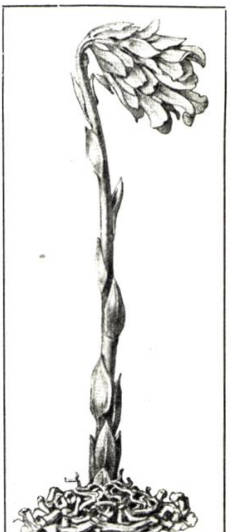


Abb. 16. Fichtenſpargel mit Wurzelgeflecht.

Ähnlich wie die Pilze zeigen auch die ſchmarotzenden Blütenpflanzen[1]) mancherlei Beziehungen zu den Saprophyten. Bei letzteren kann man unterſcheiden zwiſchen ſolchen, die ihre geſamte Nahrung den ihnen zugänglichen organiſchen Stoffen entnehmen (Holoſaprophyten, z. B. Neſtwurz, Fichtenſpargel; Abb. 16) und ſolchen, die aus dieſer Quelle vornehmlich nur die Salze

1) Vgl. Solms-Laubach, Graf, H.: Über den Bau und die Entwickelung der Ernährungsorgane paraſitiſcher Phanerogamen in Pringsh. Jahrb. Bd. 6, 1867—68.

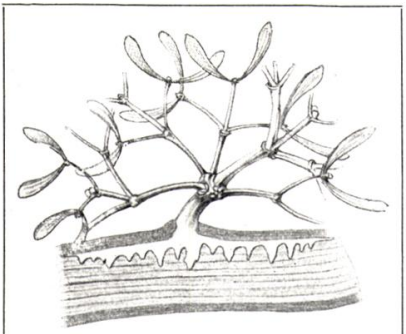


Abb. 17. Miſtel, in einem Baumzweige wurzelnd.

beanſpruchen, die Stärke aber, und damit den geſamten Bedarf an Kohlenhydraten, durch eigene chemiſche Arbeit in chlorophyllgrünen Blättern aus der Kohlenſäure der Luft zu gewinnen wiſſen (Haploſaprophyten, z. B. Pirola-Arten). Ein ganz analoger Unterſchied tritt uns nun auch bei den Paraſiten entgegen. Eine große Zahl dieſer Paraſiten, vornehmlich aus den Familien der Braunwurzgewächſe (Augentroſt, Klappertopf, Wachtelweizen, Läuſekraut), der Leinblattgewächſe uſw., unterſcheidet ſich mit ihrem grünen Blätterſchmuck oberirdiſch in nichts von gewöhnlichen Blütenpflanzen, da ſie wie dieſe zur Aſſimilation der Kohlenſäure befähigt ſind; erſt wenn man ihr unterirdiſches Wurzelwerk unterſucht, findet man, daß es mit den Wurzeln anderer Pflanzen in inniger Beziehung ſteht und nicht ſowohl aus dem Boden, ſondern aus dieſen Waſſer und Nährſalze für den eigenen Bedarf bezieht. Derartige Paraſiten können, entſprechend den Haploſaprophyten, als Halbſchmarotzer oder Haploparaſiten bezeichnet werden. Zu ihnen wird man ihrer grünen, aſſimilierenden Blätter wegen auch die Gruppe der Loranthaceen mit der heimiſchen Miſtel (Abb. 17) zu rechnen haben, obgleich ihre Anſiedelung hoch oben in den Zweigen der Bäume, in deren Inneres ſie ihre Wurzel einſenken, uns keinen Augenblick darüber in Zweifel laſſen kann, daß wir in ihnen offenbare Ausnutzer fremder Säfte, alſo Schmarotzer, vor uns haben.

Abb. 18. Schuppenwurz.

Weit eigenartiger in ihrem Ausſehen iſt die zweite Hauptgruppe, die der Ganzſchmarotzer und Holoparaſiten, die ihren Geſamtbedarf an Nahrung der Wirtspflanze entzieht, demnach auch nicht der aſſimilierenden grünen Chorophyllkörper bedarf. Dieſe bleichen, gelben, braunen, rötlichen oder ſonſtwie gefärbten, aber nicht

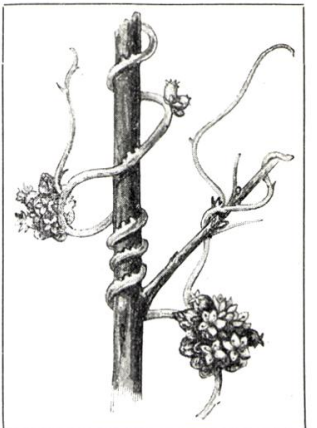


Abb. 19. Hopfenſeide (Cuscuta).

grünen Pflanzen mit meiſt ſchuppenförmigen Niederblättern unterſcheiden ſich auf das auffallendſte von den normalen Blütenpflanzen. Nur mit den ebenfalls chlorophylloſen Holoſaprophyten kann man ſie verwechſeln, ſolange die Beziehungen ihres Wurzelſyſtems zum Boden oder zu anderen Pflanzen nicht feſtgeſtellt ſind. Selbſtverſtändlich müſſen dieſe Beziehungen der Wurzeln des Schmarotzers zur Wirtspflanze ſtets derart innige ſein, daß eine genügende Überführung der Säfte aus letzterer gewährleiſtet iſt. Im einzelnen herrſchen in dieſer Hinſicht jedoch weitgehende Verſchiedenheiten. So treibt beiſpielsweiſe die heimiſche Schuppenwurz (Lathraea, Abb. 18) aus knolligem Wurzelſtock lange Fadenwurzeln, welche netzig die feineren Wurzeln der Waldbäume umſpinnen und ihnen mit beſonderen Saugwarzen die Säfte entziehen, während die Arten der nahe verwandten Gattung Sommerwurz (Orobanche) am Grunde mit den unterirdiſchen Teilen der Wirtspflanze zu einem maſſigen, knollenartigen Gebilde verwachſen. Noch wieder anders iſt das Verhalten der faſt blattloſen, unſeren Klee- und Flachskulturen ſo vielfach ſchädlichen Seiden (Cuscuta, Abb. 19). Nachdem das am Boden keimende, lang fadenförmig geſtaltete Pflänzchen durch Nutationsbewegungen die paſſende Wirtspflanze erreicht und durch Umſchlingen ſich auf ihr angeſiedelt hat, gibt es alsbald durch Abſterben des Grundteils jeden Zuſammenhang mit dem Erdboden auf und iſt nun ganz auf die Wirtspflanze angewieſen, in die ſie mittlerweile an jeder Schlinge der Umwindung Reihen von kurzen Saugwurzeln hineingetrieben hat. Wie die Miſtel unter den Halbſchmarotzern, ſo entnehmen auch die Seiden, im Gegenſatz zu der Mehrzahl der übrigen Schmarotzer, ihre Nahrung nicht den Wurzeln der Wirtspflanze, ſondern deren oberirdiſchen Stengelorganen.

4. Mutualismus oder Symbioſe der Pflanzen.

Können wir uns nach den Ausführungen der vorhergehenden Kapitel der Tatſache nicht verſchließen, daß die Beziehungen der auf dasſelbe Wohngebiet angewieſenen Pflanzenformen faſt ausnahmslos feindliche ſind, ſei es, daß ſie miteinander um die notwendigſten Lebensbedin-

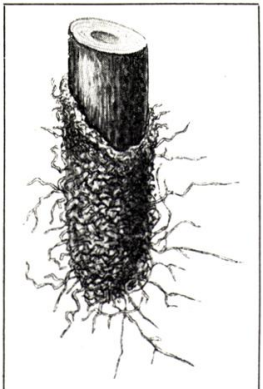


Abb. 20.
Wurzelpilz (Mykorrhiza) an einer Baumwurzel.

gungen einen erbitterten Kampf kämpfen, sei es, daß die eine die andere in rücksichtsloseſter Weiſe zu eigenem Vorteil ausbeutet, ſo kennen wir doch auch in der Pflanzenwelt, ähnlich wie bei den Tieren, mancherlei Fälle, in denen die Beziehungen zweier Pflanzenformen zueinander ſich freundlicher geſtalten, wo aus deren näherem Sichaneinanderſchließen für beide Teile annähernd gleiche Vorteile erwachſen. Man bezeichnet ſolche auf gegenſeitiges Sichhelfen beruhenden Verhältniſſe als Mutualismus oder Symbioſe.[1])

Ziemlich verbreitet iſt ein ſolcher Mutualismus zwiſchen den ſog. Wurzelpilzen (Mykorrhiza, Abb. 20) und zahlreichen Holzgewächſen, Stauden, Orchideen uſw. des Humusbodens.[2]) Die Wurzelpilze, die im Inneren der Wurzeln der „mykotrophen" Pflanzen verankert ſind, umſpinnen zugleich die Wurzeln auch äußerlich mit dichtem Hyphengeflecht. So ſind ſie befähigt, aus dem umgebenden Humusboden Nährſalze in das Innere ihrer Wirtspflanze überzuführen, in vielen Fällen alſo geradezu die dann fehlenden Wurzelhaare zu erſetzen, während ſie andererſeits hinwiederum aus dem Gewebe der Wirtspflanze den Bedarf zum Aufbau und Haushalt ihres eigenen Körpers entnehmen.

Etwas anders liegen die Verhältniſſe bei den ſog. Knöllchenbakterien (Bacterium radicicola u. a.), die namentlich in den Wurzelanſchwellungen vieler Schmetterlingsblütler, der Luzernen, Lupinen, Wicken, Kleearten uſw., zu Kolonien vereinigt gefunden werden (Abb. 21). Sie beſitzen die ſeltſame Fähigkeit, den freien Stickſtoff der Atmoſphäre und des Bodens in ſtickſtoffhaltige Verbindungen überzuführen[3]), die nun von der Wirtspflanze aufgenommen und zur Bildung

1) Man ſpricht auch wohl von einer „Lebensgemeinſchaft" im engeren Sinne; doch erſcheint es richtiger, dieſen Ausdruck nur im allgemeineren Sinne für alle an einer gegebenen Örtlichkeit miteinander in irgendwelcher Beziehung ſtehenden Organismen zu gebrauchen.

2) Vgl. Frank, B.: Über die auf Wurzelſymbioſe beruhende Ernährung gewiſſer Bäume durch unterirdiſche Pilze. Ber. D. Bot. Geſ. Bd. 3, 1885. Schatz, W.: Beitr. zur Biologie der Mycorrhizen, Jena 1910.

3) Vgl. Winogradsky, S.: Sur l'assimilation de l'azote gazeux de l'atmosphère par les microbes in: Arch. scienc. biol. Bd. 3, 1895, Petersbourg.

von Eiweißſtoffen verwertet werden. Wie zahlreiche Verſuche ergeben haben, iſt die Steigerung der Samenproduktion bei den mit Knöllchenbakterien beſetzten Pflanzen eine geradezu erſtaunliche. Die Knöllchenbakterien ſelbſt aber ſind natürlich in bezug auf ihren Bedarf an ſonſtiger organiſcher und unorganiſcher Nahrung auf die ihnen von der Wirtspflanze gebotenen Stoffe angewieſen. — Größere Bakterienknollen mit ähnlicher Wirkung findet man häufig an den Wurzeln der Erlen.

Der älteſte, ſchon vor etwa einem halben Jahrhundert entdeckte Fall von Symbioſe betrifft die innige Vereinigung von Algen und Pilzen zu jenen eigenartigen Doppelweſen, die man früher als Klaſſe der Flechten den Algen und Pilzen gegenüberſtellte. Wir wiſſen heute mit Sicherheit, daß es ſich bei dieſen Pflanzenformen um grüne einzellige Algen (Gonidien) aus den Gruppen der Blaualgen und Grünalgen handelt, die von Pilzarten verſchiedener Gruppen (meiſt Scheibenpilzen, ſeltener Kernpilzen) dicht umſponnen werden. Die grünen Algenzellen beſitzen naturgemäß die Fähigkeit der Aſſimilation der Kohlenſäure der Luft, d. h. alſo der Produktion von Kohlenhydraten, die ſie zum Teil an die umſpinnenden Pilzfäden abzugeben haben, wohingegen die letzteren wieder die Algenfäden mit den der Unterlage entnommenen Mineralſalzen verſehen. Auch darf man wohl annehmen, daß die Feuchtigkeit einſaugende und Feuchtigkeit zurückhaltende Hülle der Pilzfäden den Algenzellen die Möglichkeit gewährt, ſelbſt an ſolchen Orten noch zu gedeihen, wo ſie für ſich allein dem Tode durch Austrocknen ausgeſetzt ſein würden. Gewiß iſt wohl, daß bei dieſem „Kompagniegeſchäft" der Pilz der dominierende, die Algenzellen der Hauptſache nach als Arbeitsmaſchinen ausnutzende Teil iſt; immerhin dürften die Vorteile, welche die Algen genießen, nicht ſo gering anzuſchlagen ſein, daß man, wie es wohl geſchehen

Abb. 21.
Knöllchenbakterien.

iſt, das Verhältnis beider nicht ſowohl als Mutualismus, ſondern als Helotentum (Helotismus) auffaſſen müßte.

B. Die Beziehungen der Pflanzen zu den Tieren.

In dem gewaltigen Getriebe des organiſchen Lebens auf der Erde ſtehen Pflanzen und Tiere ſchon allein infolge der Verſchiedenheit ihrer chemiſchen Leiſtungen in einem weitgehenden Abhängigkeitsverhältnis zueinander. Daß die auf bereits organiſierte Nahrungsſtoffe angewieſene Tierwelt ohne die Pflanzenwelt überhaupt nicht zu exiſtieren vermag, bedarf keiner weiteren Ausführung. Aber auch den Pflanzen erwächſt unzweifelhaft aus den Prozeſſen des tieriſchen Stoffwechſels (Dungſtoffe durch Exkremente und durch Verweſung) und inſonderheit aus der beim Atmungsprozeß erzeugten Kohlenſäure ein weſentlicher Vorteil. Die Kohlenſäure, das Hauptnahrungsmittel der Pflanze, iſt bekanntlich nur in geringen Mengen (0,4 %) in der Luft enthalten, und wenn der Geſamtvorrat derſelben in der den Erdball umgebenden Atmoſphäre auch auf rund 3000 Billionen Kilogramm berechnet wird, ſo würden doch verhältnismäßig wenige Generationen der Erdvegetation genügen, um dieſen Vorrat aufzuzehren, wenn nicht fort und fort neue Mengen freier Kohlenſäure entſtänden und der Luft wieder zufloſſen. Abgeſehen von der Zerſetzung kohlenſaurer Mineralien der Gebirge, der Ausdünſtung der Vulkane, dem Verbrennen von Kohle ſeitens des Menſchen, geſchieht dies in erſter Linie durch den Atmungsprozeß der Pflanze ſelbſt, wie nicht minder nach ihrem Abſterben im langandauernden Verweſungsprozeß durch ihren Zerfall in einfachere chemiſche Verbindungen.[1]) Ungleich ſchneller aber erfolgt dieſer Abbau der hoch konſtituierten organiſchen Verbindungen bis herab zur Kohlenſäure, wenn die Pflanzenſubſtanz als Nahrungs- und Baumaterial in den Tierkörper übergeführt iſt, deſſen große Lebensenergie ja eine ungemein kräftige Oxydation der organiſchen Bauſtoffe des Körpers zur Vorausſetzung hat. So werden Tag für Tag durch den Atmungs-

1) Wie die gewaltigen Kohlenlager der Erde lehren, führt dieſer Zerſetzungsprozeß des Pflanzenkörpers durchaus nicht immer zur vollſtändigen Wieder-Oxydation des von der Pflanze durch Aſſimilation in ihrem Körper feſtgelegten Kohlenſtoffs. Man könnte daher geneigt ſein, infolgedeſſen eine allmähliche Abnahme des Kohlenſäuregehalts der Atmoſphäre im Laufe der Erdperioden anzunehmen, doch ſind zwingende Beweiſe hierfür nicht vorhanden. Iſt es doch auch möglich, daß die aus der unorganiſchen Natur der Luft dauernd zufließenden Kohlenſäuremengen der Hauptſache nach dem durch Bildung der Pflanzenkohle bedingten Ausfall die Wage halten.

prozeß der Tiere gewaltige Mengen freier Kohlenſäure der Atmoſphäre zugeführt, die dann der Pflanzenwelt unmittelbar wieder zugute kommen. Man hat daher wohl von einem zwiſchen Tier und Pflanze ſich abſpielenden „Kreislauf" der Kohlenſäure (wie auch des Sauerſtoffs) geſprochen.

Doch nicht dieſes große allgemeine Abhängigkeitsverhältnis zwiſchen Tier- und Pflanzenreich iſt es, das uns in der Folge beſchäftigen ſoll. Vielmehr wird es unſere Aufgabe ſein, alle die zahlreichen Beziehungen näher zu beleuchten, in welchen die Tiere und Pflanzen eines beſchränkten Wohngebiets als lebende Einzelweſen, als handelnde und leidende, von ihrer Umgebung tauſendfach beeinflußte Individualitäten zueinander ſtehen.

I. Feindliche Beziehungen zwiſchen Tier und Pflanze.

1. Pflanzenfreſſer[1] (Pflanzen-Raubtiere, Tieriſche Pflanzenparaſiten).

Unter den von animaliſcher Koſt ſich nährenden Tieren können wir ziemlich ſcharf zwiſchen Raubtieren und Paraſiten unterſcheiden, von denen die erſteren das Beutetier in jedem Falle töten, um es mehr oder weniger ganz zu verzehren, während die letzteren im allgemeinen das Streben haben, möglichſt lange auf Koſten ihres Opfers der Nahrungsſorge enthoben zu ſein und daher — wenn überhaupt — vielfach nur durch ihre Überzahl oder nach längerer Ausnutzung den Tod des „Wirtstieres" herbeiführen. Eine ſolche Unterſcheidung zwiſchen Tieren, welche die Pflanzen direkt töten und auffreſſen, alſo Pflanzen-Raubtieren, und ſolchen, welche nur paraſitiſch von deren Säften oder Organen ſich nähren, alſo tieriſchen Pflanzenſchmarotzern, iſt aus verſchiedenen Gründen nicht wohl durchzuführen. Es kommt hierbei in Betracht, daß, infolge der geringeren Differenzierung der Gewebe und der geringeren Lokaliſierung der wichtigſten Lebenstätigkeiten, die Vernichtung des Lebens der Pflanze in der Regel nicht ſo einfach iſt wie bei den Tieren; auch iſt zu beachten, daß zahlreiche Pflanzen, ähnlich den Stöcken der niederen Tiere, als aus vielen faſt ſelbſtändigen Individualitäten zuſammengeſetzt aufgefaßt werden müſſen, die ſich in ihren Schickſalen gegenſeitig nur wenig beeinfluſſen. Mögen daher auch zahlreiche Blätter, Früchte, ja ganze Zweige etwa eines Baumes ver-

1) Eckſtein, K.: Forſtliche Zoologie, Berlin 1897. Frank, A. B.: Die tierparaſitären Krankheiten der Pflanzen. 2. Aufl., Berlin 1896. Judeich und Nitſche: Lehrbuch der mitteleuropäiſchen Forſtinſektenkunde. 2 Bde., Berlin 1895. Rüßlin, O.: Leitfaden der Forſtinſektenkunde. 2. Aufl., Berlin 1913.

nichtet und verzehrt werden, ſo iſt damit der Tod des Geſamtbaumes noch keineswegs beſiegelt; und ſelbſt wenn ein großes Pflanzen-Raubtier, etwa eine Kuh, die geſamten oberirdiſchen Teile der Gräſer und Stauden einer Wieſe in ihren gewaltigen Magen verſchwinden läßt, ſo iſt damit noch lange nicht geſagt, daß nicht alsbald aus unterirdiſchem Wurzelſtock neue, lebenskräftige Schößlinge derſelben Pflanzenindividuen hervorſprießen. Es ſoll durch dieſe Hinweiſe natürlich nicht geleugnet werden, daß gewiſſe Pflanzen unter Umſtänden geradeſo durch übermächtige Eingriffe großer „Räuber" total vernichtet werden könnten, wie die Beutetiere der Raubtiere: das iſt ja zweifellos der Fall, wenn beiſpielsweiſe die weidende Kuh einjährige Pflanzen ganz aus dem Boden zieht oder abbeißt, oder wenn der Engerling die Pfahlwurzel des jungen Tannenbäumchens zerfrißt. Auch offenbare Paraſiten kann man gewiß unterſcheiden, die ſich ſogar, ganz wie bei den Tierſchmarotzern, in Ektoparaſiten (die Blattläuſe, Schildläuſe, Zikaden uſw.) und in Endoparaſiten (die Minierer, Borkenkäfer, Holzbohrer, Obſtmaden uſw.) trennen laſſen. Allein die angeführten Extreme ſind durch ein ſolches Heer von unklaſſifizierbaren Verzehrern pflanzlicher Stoffe verbunden, daß jeder Verſuch, hier ſcharfe Grenzen zu ziehen, als unnatürlich aufgegeben werden muß.

Das Quantum lebender Pflanzenſubſtanz, das Tag für Tag von den Tieren vertilgt wird, iſt ein ganz ungeheures, da auf ihr ja die Exiſtenz der geſamten Tierwelt mit Einſchluß der Raubtiere beruht. Was eine einzige Herde Affen oder gar Elefanten in einer Nacht in den Pflanzungen der Tropen vernichten kann, wie der nach Milliarden von Individuen zählende Heuſchreckenſchwarm binnen wenigen Minuten weite, blühende Gefilde in graue Wüſte verwandelt, iſt oft geſchildert worden. Aber auch in Europa iſt der Wild- und Forſtſchaden ein ſtehendes Kapitel, und Tauſende von Quadratkilometern Landes müſſen einzig und allein für die Ernährung unſeres Viehſtandes bereitgeſtellt werden.

Während die größeren Tiere, wie namentlich die Huftiere und manche Nagetiere unter den Säugetieren, aber auch die Heuſchrecken vorwiegend die ganze Pflanze oder doch deren ſaftige Teile verzehren, pflegen ſich die kleineren, von den Vögeln bis herab zu den Inſekten und Schnecken, mehr zu ſpezialiſieren, indem ſie bald dieſe bald jene Organe der Pflanze als Nahrung bevorzugen.[1]) Schnecken, Raupen,

1) Vgl. Literatur auf S. 31, ferner: Kaltenbach, J. H.: Die Pflanzenfeinde aus der Klaſſe d. Inſekten, Stuttgart 1874. Ritzema Bos, J.: Tieriſche Schädlinge und Nützlinge, Berlin 1891.

Blattweſpenraupen, zahlreiche Käfer und deren Larven haben es vornehmlich auf die Blätter der Pflanzen abgeſehen, wobei nicht ſelten von den einzelnen Arten nur ganz beſtimmte Pflanzenſpezies zum Fraß ausgewählt werden. Als Verwüſter der Nadelwaldungen kennen wir die Raupen der Nonne, der Forleule, des Kiefernſpinners, des Kiefernſpanners, der Kiefernblattweſpe und vieler anderer, als Zerſtörer des Laubes den Maikäfer, die Blattkäfer und deren Larven, die Raupen des Buchenſpinners, des Goldafters, Schwammſpinners, Eichenprozeſſionsſpinners uſw. An unſeren Obſtbäumen freſſen die Raupen des Ringelſpinners und des Goldafters, an unſeren Kohlpflanzen die der Weißlinge und der Kohleule. Samen und Früchte werden namentlich von vielen Vögeln verſpeiſt, wie Nuß- und Eichelhäher, Kernbeißer, Kreuzſchnabel, Diſtelfink, Droſſeln (Beerenfrüchte), während das Heer der Inſekten mehr ſchmarotzend in deren Innerem lebt, wie die bekannten Wicklerraupen unſerer Äpfel, Birnen und Pflaumen, die Larven der Kirſchenfliege (Spilographa), des Haſelnußbohrers (Balaninus), des Himbeerkäfers (Byturus), der Erbſen- und Linſenkäfer, des Getreiderüßlers (Calandra), des „Kleeſpitzmäuschens" (Apion), der Weizengallmücke (Diplosis) uſw. beweiſen mögen. Selbſt eine Gattung der Fadenwürmer (Tylenchus tritici) hat ſich das Innere des Getreidekornes (Abb. 22) zum Aufenthalt auserſehen, wie denn neben den reifenden Früchten auch vielfach der Blütenboden, die Blüten- und Blattknoſpen (Froſtſpanner, Blütenſtecher oder Anthonomus) von tieriſchen Schmarotzern befallen werden. An grünen Stengelorganen wie auch an den Blättern und Zweigen ſaugen die Blattläuſe, Schildläuſe, Zikaden, Wanzen, an oder in den Halmen hauſen die Heſſenfliege (Cecidomyia destructor), die Halmfliege (Chlorops taeniopus), die Stengelälchen, im Inneren der Zweige die Larven vieler Bockkäfer, Seſien, Wickler uſw. Der feſte Stamm wird von verſchiedenen Borken- und Splintkäfern, den Bockkäfern, Rüſſelkäfern (die auch oft Rinde nagen), Holzbohrern (Anobium), Weidenbohrern, Holzweſpen heimgeſucht, und nicht geringer iſt die Zahl derer, die, wie die Engerlinge, die Maulwurfsgrille, die Reblaus und andere Wurzelläuſe, die Saatſchnellkäferlarven, die Zwiebelfliegen (Merodon, Eumerus, Anthomyia), Möhrenfliegen (Psila rosae), Radieschenfliegen (Anthomyia radicum), die Rübenälchen (Heterodera schachti) uſw. uſw. den unterirdiſchen

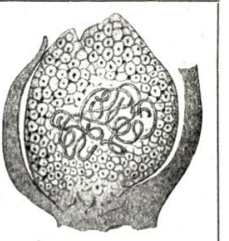


Abb. 22. Weizenälchen in einem Getreidefruchtknoten.

Organen der Pflanze zu Leibe gehen. Mit einem Wort, es existiert keine Pflanze, kein Pflanzenorgan, das nicht von irgendwelchen Tieren als Nahrungsquelle begehrt würde.

Eine besondere Erwähnung verdienen an dieser Stelle die Gallen[1]) der Pflanzen und ihre Erzeuger. Bereits im I. Teile dieses Werkchens wurde auf die große Zahl der Tierformen hingewiesen, welche solche Gallen hervorrufen, und zwar, wie es nach neueren Untersuchungen wenigstens bei den Gallwespen scheint, durch den Reiz, den das Sekret der Malpighischen Gefäße der Larven auf das Pflanzengewebe ausübt. Da es sich um eine Wucherung des letzteren handelt, von der die Larve sich nährt, so werden wir nicht umhin können, die Gallentiere als echte Parasiten der Pflanzen in Anspruch zu nehmen. Was aber die ganze Erscheinung vom Parasitismus trennt und fast an symbiotische Verhältnisse gemahnt, das ist die merkwürdige Tatsache, daß nicht wenige Pflanzen an ihren Gallen, offenbar zum Nutzen des im Inneren verborgenen Parasiten, Schutzvorrichtungen gegen den Angriff von Feinden ausgebildet haben. Hierher gehört die oft sehr harte äußere Rinde vieler Gallen, bzw. eine innere Steinschicht um die Wohnkammer (Cynips kollari, tinctoria usw.), die Häufung des bitteren Gerbstoffes, die Produktion langer, oft Klebstoffe absondernder Fransengebilde (Rhodites rosae usw.), die Ausscheidung von Honigsäften (Cynips quercus mellariae usw.) zur Anlockung von Ameisen als Schutzgarde usf. Wodurch die Pflanzen zur Hervorbringung derartiger Schutzvorrichtungen veranlaßt wurden, entzieht sich unserer Kenntnis. Nur in einzelnen Fällen scheint die Galle der Pflanze von direktem Nutzen zu sein, wie z. B. bei Poa nemoralis, wo sie Veranlassung zur Bildung von Wurzeln an den Stengelgliedern und damit von neuen Stecklingen gibt.

Wie die Pflanzenwelt des festen Landes, so ist auch die des *süßen* und des *Meerwassers* der Ausnutzung durch die Tierwelt ausgesetzt. Namentlich kommen hierbei die einzelligen niederen Algen in Betracht, die im Meere, bei dem völligen Fehlen sonstigen Pflanzenlebens auf hoher See, als die eigentliche *Grundlage* und Quelle der gesamten Formenmannigfaltigkeit des *marinen Tierlebens* zu betrachten sind. Mögen die ersten Vertilger dieser Myriaden von Diatomeen, Desmidiaceen, Peridineen, Oscillarien usw. auch mikroskopische Protozoen, Rädertierchen, Larven und vor allem Crustaceen (Copepoden, Clado-

1) Vgl. Küster, E.: Die Gallen der Pflanzen, Leipzig 1911, sowie Roß, H.: Die Pflanzengallen (Cecidien) Mittel- und Nordeuropas, Jena 1911. — Größere Werke über Gallen sind sodann noch von *Houard*, *Hieronymus*, *Kieffer*, *Rübsamen* usw. veröffentlicht.

ceren) ſein: ſie dienen wieder größeren zur Nahrung, den Floſſenfüßern, Kielfüßern, Jungfiſchen, Heringsarten uſw., bis ſchließlich, unter Einſchaltung oft noch weiterer Zwiſchenſtufen, auch der Appetit der größten und gefräßigſten unter ihnen, der Wale und Haie, befriedigt werden kann.

Kurz hervorgehoben mag noch werden, daß die Pflanzen infolge ihres Feſtgewurzeltſeins vielfach auch rein *mechaniſche* Schädigungen ſeitens der Tiere erleiden, wie ſolche in ähnlichem Maße bei den Tieren nicht annähernd zu beobachten ſind. Wühlmäuſe und Maulwürfe entblößen die zarten Wurzeln vom Erdreich, hindern deren Funktion und bringen ſie zum Eintrocknen. Wo ein Rhinozeros, eine Büffel- oder Elefantenherde hintritt, da wächſt, ſozuſagen, kein Gras, und auch die Reiher, Kormorane, Krähen uſw. können durch die Maſſenhaftigkeit des Kotes ihrer Horſtkolonien die von ihnen beſiedelten Bäume ernſtlich ſchädigen. Einer beſonderen Erwähnung bedarf hier auch der Biber, der durch Fällen der Bäume für ſeine Deichbauten ganze Lichtungen in den Urwäldern zu ſchaffen vermag.

a) Schutz- und Trutzmittel der Pflanzen gegen die Tiere.[1])

Die Erkenntnis, daß die Pflanze der ins Unermeßliche gehenden Ausbeutung durch die Tiere im Laufe von Jahrmillionen nicht reaktionslos gegenübergeſtanden hat, ſondern in der verſchiedenſten Weiſe mannigfache Schutzmittel ausbildete, die ſich in vieler Beziehung den früher beſprochenen Schutzmitteln der Beutetiere an die Seite ſtellen laſſen, iſt verhältnismäßig jungen Datums; ſie hat uns das Verſtändnis einer Fülle von Einrichtungen und Erſcheinungen des pflanzlichen Organismus erſchloſſen, deren Bedeutung bis dahin vollkommen rätſelhaft erſchien.

Natürlich werden wir bei der im Boden wurzelnden Pflanze eine ganze Reihe von Mitteln kaum entwickelt finden, durch welche das Beutetier ſeinen Verfolgern zu entgehen ſtrebt. So vor allem die *Flucht* und das *Verſteck*, da eben die höhere Pflanze an den Standort gebannt iſt und auch, infolge ihrer Abhängigkeit vom Licht, nicht einmal

1) Vgl. Errera, L.: Un ordre de recherches trop négligé. L'efficacité des structures défensives des plantes. Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique XXV, Bruxelles 1886. Kerner v. Marilaun, A.: Die Schutzmittel der Blüten gegen unberufene Gäſte. 2 Aufl. Innsbruck 1879. Räuber, A.: Die natürlichen Schutzmittel der Rinden unſerer einheimiſchen Holzgewächſe gegen Beſchädigungen durch die im Walde lebenden Säugetiere. Jenaiſche Zeitſchrift 46, 1910. Stahl, E.: Pflanzen und Schnecken. Eine biologiſche Studie über die Schutzmittel der Pflanzen gegen Schneckenfraß. Jena 1888.

imſtande wäre, an beſonders verſteckten Örtlichkeiten, wie Höhlen uſw., ihr Daſein zu friſten. In gewiſſem Sinne läßt ſich indes wohl der unzugängliche Standort vieler Pflanzen an ſteilen Felswänden und Mauern der Flucht vor den Feinden vergleichen, und auch das namentlich bei Holzgewächſen übliche Hinauswachſen über das Größenmaß der Landtiere könnte man als wirkſamen Schutz der in den Kronen entwickelten Blätter, Blüten und Früchte anſehen, wenn nicht die Not des Daſeins zahlloſe Tiere infolgedeſſen mit Hilfsorganen ausgeſtattet hätte, die es ihnen als Kletter- und Flugtieren ermöglichen, ihr Nahrungsbedürfnis auch in jenen luftigen Regionen der Baumwipfel zu befriedigen. Zudem iſt nicht zu vergeſſen, daß für das Himmelanſtreben der Pflanze jedenfalls noch ein anderer Faktor von maßgebender Bedeutung war: das Bedürfnis, im Kampfe mit den konkurrierenden Mitpflanzen die aſſimilierenden Organe möglichſt unbehindert dem für den Chemismus der Pflanze ſo unentbehrlichem Lichte darzubieten. — Wenn infolge des Lichtbedürfniſſes ein Sichverſtecken der *ganzen* Pflanze auch unmöglich iſt, ſo hat ſie es doch vielfach erreicht, daß wenigſtens wichtigere Teile, wie die als Nahrungsſpeicher dienenden Zwiebeln, Knollen und Rhizome im Schoße der Erde geborgen ſind. Auch die Früchte reifen zuweilen unterirdiſch, ſei es, daß nur dieſe eine Art von Erdfrüchten erzeugt wird (Geokarpie), wie bei der Erdnuß und anderen Papilionaceen (vgl. S. 11), ſei es, daß daneben auch noch oberirdiſche Früchte zur Entwickelung kommen (Amphikarpie), wie bei manchen Wicken (Vicia angustifolia, lutea, narbonensis), Platterbſen, Schaumkrautarten (Cardamine chenopodifolia uſw.). Bei manchen Arten kann zweifellos auch die Anſiedelung in dichtem Geſtrüpp und in Hecken, oder die Vergeſellſchaftung Tauſender von Individuen als Äquivalent des Sichverſteckens der Tiere betrachtet werden.

Weit beſſer laſſen ſich den diesbezüglichen Verhältniſſen im Tierreich diejenigen Einrichtungen der Pflanze an die Seite ſtellen, die dazu dienen ſollen, durch *Einwirkung auf die Sinne* den Tieren die Luſt zum Freſſen zu nehmen.

Schon der *Geruch* ſpielt hierbei eine nicht unweſentliche Rolle. Die ätheriſchen Öle vieler Labiaten und Umbelliferen, wie der Salbei, des Thymians, der Lavendel, des Fenchel, Koriander, die Allylverbindungen des Knoblauchs, der Zwiebeln, die widrigen Ausdünſtungen des Hanf, des Stechapfels, des Bilſenkrautes, des Schierlings, der Oſterluzei und zahlreicher anderer Pflanzen ſind wohl geeignet, eine Menge nahrungsgieriger Feinde abzuſchrecken.

Noch verbreiteter ſind die mannigfachen Vorrichtungen, welche dem

freſſenden Tiere den Appetit verderben ſollen. Im allgemeinen laſſen ſich dieſe Schutzmittel in mechaniſch wirkende und in chemiſche unterſcheiden. Zu erſterer Gruppe gehört zunächſt ſchon die dicke feſte Korkrinde, mit welcher die Pflanze ältere Achſenorgane umgibt und da namentlich die zarte Kambiumſchicht als den Sitz der wichtigſten Lebensfunktionen zu ſchützen vermag. Auch die feſte Cuticularſchicht der lederartigen, immergrünen Blätter wird in gleicher Weiſe die Angriffsgefahr herabmindern. Vor allem aber erweiſen ſich reichliche Einlagerungen von Kieſelſäure und Kalkſalzen in die Gewebe als wirkſamſter Schutz gegen das Gefreſſenwerden. So wiſſen wir in bezug auf die reich mit Kieſelſäure beladenen Schachtelhalme, Riedgräſer und mancher Gräſer, daß ſie vom Weidevieh verſchmäht merden, ja das Borſtengras (Nardus stricta) mit ſeinen ſtechenden Blättern wird von den Kühen der Alpentriften ſogar vorſichtig ausgeriſſen, ehe ſie ſich die dazwiſchen ſprießenden Kräuter und zarteren Gräſer zu Gemüte führen. Mit Kalkſalzen ſind manche Pflanzen, wie namentlich gewiſſe Steinbrecharten (Saxifraga aizoon, mutata, cotyledon uſw.) und Erysimum-Arten dergeſtalt beladen, daß dieſelben als ſtarre Plättchen auf der Oberfläche der Blätter zutage treten. Weit häufiger aber ſind die ſog. Raphiden, d. h. kleine, nadelförmige Kriſtällchen aus oxalſaurem Kalk, welche bündelweiſe im Inneren der Zellen lagern (Abb. 23) und, wie die Erfahrung lehrt, die Schleimhäute der ſie freſſenden Tiere verwunden. Unter den Dikotyledonen erfreuen ſich beſonders die Rubiaceen, d. h. die Waldmeiſter- und Labkrautarten, der Weinſtock, die Weidenröschen (Epilobium, Circaea, Fuchſien) dieſes Schutzes, unter den Monokotyledonen die Rohrkolben, der Aronsſtab, die Calla, die Orchideen, Schneeglöckchen und viele andere Zwiebelgewächſe. Namentlich Schnecken zeigen nach den Unterſuchungen Stahls gegen den Genuß raphidenreicher Pflanzenteile die ſtärkſte Abneigung, aber auch Kaninchen gingen nach deren Darreichung zugrunde, und ſelbſt der Menſch verſpürt nach dem Genuß des Aronsſtabes ein heftiges Brennen der Schleimhäute.

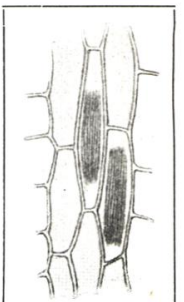


Abb. 23. Pflanzenzellen mit Raphiden.

Zu den chemiſchen Mitteln, durch welche die Pflanze ſich vor dem Gefreſſenwerden zu ſchützen ſucht, gehört ein ganzes Arſenal der verſchiedenſten Subſtanzen, die uns zum nicht geringen Teile als wirkſame Arzneiſtoffe und Gifte geläufig ſind. Außerordentlich verbreitet als Appetitsverderber des pflanzlichen Gewebes ſind die verſchiedenen

Gerbſäuren mit ihrem herben, zuſammenziehenden Geſchmack. Unſere Eichen, Birken, Pappeln, Erlen ſind reich daran, aber auch im Quebrachoholz, in den Sumacharten, in der Katechu-Mimoſe, in der Chinarinde, im Tee uſw. finden ſich große Mengen davon. Durch ihre Säure ſchrecken ab der Sauerampfer, der Sauerklee, die Begonien. Die ätheriſchen Öle, die zugleich auch ſtarken Geruch zu verbreiten pflegen, den Inſekten aber nicht unangenehm zu ſein ſcheinen, wurden ſchon oben erwähnt; ſie finden ſich namentlich bei vielen Lippenblütlern, Doldenpflanzen und Kreuzblütlern, ſodann auch im Waldmeiſter, im Ruchgras, in den Kamillen, dem Rainfarn, dem Kampferbaum uſw. Bitterſtoffe ſchützen die Enziane, das Tauſendgüldenkraut, die Arnica, Preißelbeere, manche Hahnenfußgewächſe, die Farne, Lebermooſe uſw., Glykoſide die Nachtſchattengewächſe, den Fingerhut, die Nieswurz, den Kalmus, die Einbeere, die bittere Mandel, den Kirſchlorbeer und viele andere. Nicht minder verbreitet ſind die Alkaloide, zu denen ja viele der ſtärkſten Pflanzengifte gehören. Erwähnt ſeien hier nur die Alkaloide der Ranunculaceen (Caltha, Aconitum), der Mohngewächſe (Papaver, Chelidonium), der Nachtſchattengewächſe (Tabak, Tollkirſche, Stechapfel, Bilſenkraut), des Schierlings, der Herbſtzeitloſe, der Krähennuß (Strychnos nux vomica), neben denen auch die Milchſäfte vieler Euphorbien (z. B. des Manzanillenbaumes Hippomane Südamerikas) als giftig zu nennen ſind.

Zu bemerken iſt bei dieſen mechaniſchen und chemiſchen Stoffen, welche das Pflanzengewebe vor den Angriffen der Tiere ſchützen ſollen, daß ſie ſämtlich keinen vollkommenen Schutz gewähren, ſondern nur die große Maſſe oder gewiſſe Gruppen von Tieren abzuwehren vermögen, wohingegen andere ſich nicht oder kaum in ihren Angriffen ſtören laſſen. Dies gilt beiſpielsweiſe von den durch Raphiden (namentlich gegen Schnecken geſchützten) Labkräutern, die mit Vorliebe von gewiſſen Schwärmerraupen (Sphinx galii, elpenor uſw.) gefreſſen werden; dies gilt aber auch für die furchtbarſten Gifte, die das Pflanzenreich hervorzubringen vermocht hat, wie denn z. B. die Beeren der Tollkirſche ohne Schaden von den Amſeln und Droſſeln, deren Blätter von einem Erdfloh (Haltica atropae) verzehrt werden, und ſelbſt die Krähennuß mit dem ſchrecklichen Strychnin in den Nashornvögeln ihre Liebhaber findet. Dennoch dürfen wir annehmen, daß der der Pflanze nötige Schutz durch dieſe „Anpaſſungen" einzelner Tierarten ſelbſt an ſonſt tödlich wirkende Gifte nicht illuſoriſch wird, da immerhin dem Anſturm der Maſſe ein Riegel vorgeſchoben iſt, und die Individuen einer Art niemals in ſolcher Menge auftreten, daß ſie das Fortbeſtehen

der Pflanzenart — und hierauf kommt es an — durch ihr Freſſen gefährden könnten. Schon lange vor der Ausrottung der Pflanze würden die auf ſie allein angewieſenen Tiere in furchtbarſter Weiſe durch Nahrungsmangel dezimiert werden (Selbſtregulierung).

Erwähnt ſei ſchließlich noch, daß manche der durch Giftſtoffe geſchützten Pflanzen, ganz wie gewiſſe Tiere, nun auch „Warnfarben" ausgebildet zu haben ſcheinen, um ſich den Pflanzenfreſſern leichter kenntlich zu machen. Man rechnet hierher die Scharlachfarbe der Pfefferſchote (Capsicum), der Beeren des Kellerhals (Daphne), des Fliegenpilzes, mancher Gallen, die roten Flecke des Schierlingsſtengels wie des betäubenden Kälberkropfes. Von den Javanern erzählt man, daß ſie ihre Äcker durch eine Hecke rotblütiger Pflanzen gegen Wildſchweine zu ſchützen pflegen.

Auch die Nachahmung wehrhafter Pflanzen ſeitens harmloſer und ungeſchützter Formen, eine Abwehrmethode, die wir ja bei den Tieren als Mimicry ſo mannigfaltig entwickelt ſahen, iſt zuweilen unverkennbar (Lamium, Campanula trachelium), wie denn ja ſchon der Volksmund die große Ähnlichkeit gewiſſer Lippenblütler mit der wehrhaften Brenneſſel durch die Bezeichnung „taube Neſſel" charakteriſiert hat Dem giftigen Fliegenpilze gleicht der wohlſchmeckende Kaiſerling, den giftigen Milchlingen (Lactarius torminosus) der köſtliche Reizker (L. deliciosus).

Was nun des weiteren die Trutzmittel der Pflanze betrifft, ſo wurde auf die feſte Borkenpanzerung der Holzſtämme, die dicke Cuticularſchicht der immergrünen Blätter ſchon bei den Schutzmitteln gegen das Gefreſſenwerden hingewieſen. Hinzugefügt mag hier nur werden, daß ebenſo auch zahlreiche Früchte und Samen (Haſelnuß, Walnuß, Kokosnuß, Samen der Beerenfrüchte) durch äußerſt feſte und widerſtandsfähige Schalen vor der Hauptmaſſe ihrer Feinde geſchützt ſind. Weitaus die häufigſten Trutzmittel aber erkennen wir in Bildungen, welche, nach Art des Stachelkleides der Seeigel, Igel, Stachelſchweine uſw., dazu dienen, das angreifende Tier zu verwunden und damit zurückzuſchrecken. Die Mannigfaltigkeit der Ausbildung dieſer Dornen, Stacheln, Stechborſten, Brennhaare uſw. iſt außerordentlich groß, und ebenſo die Zahl der Pflanzenformen, die ſich dieſer Abwehrmittel zu erfreuen haben. Namentlich Steppen- und Wüſtengegenden, in denen infolge der Ungunſt der klimatiſchen Verhältniſſe die ſpärlichen Blätter eines beſonderen Schutzes bedürfen, ſind reich an ſolchen Stechpflanzen; nach Stapf beſitzt z. B. allein die Flora von Iran nicht weniger als 500 Spezies derſelben. Außer Früchten (echte Kaſtanien, Roßkaſtanien,

Stechapfel uſw.) bedürfen beſonders die grünen, ſaftigen Teile der Pflanze, die Blätter und grünen Stengel, des Schutzes, und zwar kann man im allgemeinen unterſcheiden zwiſchen Organen, die ihre eigenen Waffen tragen, und ſolchen, die nur von anderen, dornigen Gebilden benachbarter Teile geſchützt werden. Von Pflanzen, die völlig der grünen Blätter entbehren, deren Aſſimilation alſo durch grüne Stengelorgane beſorgt wird, ſind vor allem die Cacteen und baumförmigen Euphorbien mit ihrer aus umgewandelten Blättern gebildeten Dornenbewaffnung, ſodann die Ruscus-Arten, gewiſſe Spargelarten (Asparagus horridus) und die ſüdamerikaniſchen Colletien zu nennen. Die Blätter ſelbſt ſind, wo ſie auftreten, häufig nur durch eine ſtechende dolchartige Spitze geſchützt, ſo bei vielen Juncus-Arten und Gräſern, manchen Sempervivum, den Yucca uſw.; bei zahlreichen Gräſern und Riedgräſern ſind die beiden Seitenränder durch Einlagerung von Kieſelſäure ſcharf und ſchneidend gemacht, oder ſie haben die Geſtalt einer ſtacheligen Säge angenommen, wie die der Agaven, Bromelien, Aloë und der in unſerem Süßwaſſer heimiſchen Waſſeraloë (Stratiotes). Sehr charakteriſtiſch iſt die Bedornung der Blätter unſerer Diſtelarten, vieler Solaneen, des Acanthus uſw., wo außer den dornſpitzigen Blattzipfeln oft auch auf der Fläche Dornen zur Ausbildung gelangen. Mit einfachen Stechborſten begnügen ſich die Rauhblätter, wie der Natterkopf, der Beinwell, der Boretſch, und noch wieder andere wiſſen ſich durch dichten Haarfilz (Verbascum, Stachys-Arten) dem Angreifer unangenehm zu machen. Zu den Pflanzen, deren Blätter unbewehrt ſind, aber durch ſie überragende Dornen der verholzten Zweige geſchützt werden, gehören viele unſerer Heckenſträucher, der Schlehdorn, der Weißdorn, die Berberitze, der Sanddorn (Hippophaë), die wilden Apfel- und Birnbäume und manche Genista- und Cytisus-Arten. Bei den Mimoſen ziehen ſich die Blätter durch Zuſammenklappen und Abwärtsbiegen geradezu unter die nun frei hervorſtarrenden Dornen zurück. Einen Übergang zwiſchen beiden Gruppen bilden gewiſſermaßen die Palmen mit ihren ſtacheligen Blattſtielen. Bei den Roſen und Brombeeren ſind vornehmlich die Schößlinge ſowie auch die grünen Stengelorgane mit Stacheln beſetzt, und bei der Akazie (Robinia) ſitzen am Grunde des Blattſtiels zwei zu Stacheln umgewandelte Nebenblätter.

Die bisher betrachteten Stechorgane der Pflanze gleichen den einfachen Stiletten der Seeigel, Igel und Stachelſchweine; aber auch Vorrichtungen, die ſich den im Tierreiche ſo verbreiteten Giftwaffen — der Verbindung von Gift und Dolch — an die Seite ſtellen laſſen, ſind im Pflanzenreiche nicht eben ſelten. Von einheimiſchen Formen

gehören hierher allerdings nur die Brennesseln, deren Brennhaare (Abb. 24) beim Abbrechen mit feiner glassplitterartiger Spitze in die Wunde dringen und dabei einen brennenden, Ameisensäure und ein giftiges Enzym enthaltenden Saft ausfließen lassen. Solcher Nesseln kennt man bereits über 100 Arten, die zum Teil weit gefährlicher wirken, als die einheimischen Formen. Wird doch beispielsweise von der javanischen Urtica stimulans berichtet, daß ihr Stich sogar Starrkrampf erzeugen kann, und die Urtica urentissima von Timor soll jahrelang die wütendsten Schmerzen verursachen. Neben den Nesseln sind dann noch die gefürchteten Brennwinden (Loasaceen), die in etwa 100 Arten im tropischen Amerika verbreitet sind, mit ähnlichen Vorrichtungen versehen. Andere Pflanzen, wie die Brennpalme (Caryota), die Zuckerpalme (Arenga), der äthiopische Pfefferbaum (Habzelia), der Upasbaum (Antiaris toxicaria) usw. sind durch Brennsäfte geschützt.

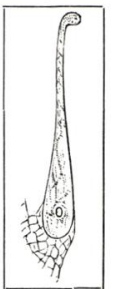


Abb. 24. Brennhaar der Brennessel.

Von Interesse ist es, daß manche Pflanzen ihre Abwehrmittel nur bis zu der Höhe entwickeln, bis zu welcher die Weidetiere das Laub zu erreichen vermögen. So ist es bei den wilden Birnbäumen und Prunus-Arten mit ihren Zweigdornen, so auch bei der Stechpalme, deren Krone dornenlose Blätter trägt.

Ein absoluter Schutz wird natürlich auch durch die Ausbildung von Waffen nicht erreicht. Wissen wir doch, daß der Esel selbst die stachligste Distel nicht verschmäht, daß die verwilderten Pferde der mexikanischen Steppe die stachelstarrenden Kaktuszweige mit den Hufen abschlagen, um an dem austretenden Saft den Durst zu löschen, und daß die Raupen des kleinen Fuchs gerade die Nesselblätter trotz ihrer Brennhaare zur Nahrung wählen.

Wenn die zuletzt betrachteten Schutzmittel vorwiegend der Abwehr der großen Pflanzenfresser dienen, so kennen wir endlich noch eine Reihe von Einrichtungen, welche ausschließlich gegen das Heer der ungeflügelten Insekten und das Emporklimmen derselben am Stengel gerichtet sind, vornehmlich wohl, um diese zu verhindern, sich des in den Blüten für andere Zwecke ausgeschiedenen Honigs zu bemächtigen. In erster Linie kommen hier Hindernisse in Betracht, die meist unter den Knoten der Stengelglieder angebracht sind, und die entweder aus einer Zone starrer, abwärts gerichteter Borsten bestehen (Galeopsis), oder aber aus einem Klebringe, der ganz den Leimringen der Forstleute und Obstzüchter entspricht und am besten

bei der Pechnelke (Lychnis viscaria), aber auch bei Silene viscosa und nutans, Robinia viscosa usw. zu beobachten ist. Statt des Stengelringes sind oft auch Grundblätter (Primula glutinosa, viscosa), Laubblätter (Senecio viscosus) und Hochblätter nebst Kelchblättern (Collomia, Cerastium glutinosum usw.) klebrig, oder ein Wachsüberzug des Stengels verhindert das Emporklettern (Salix daphnoides). Auch Isolierung der oberen Stengelglieder durch Wasserbecken, die von den am Grunde miteinander verwachsenen gegenständigen Blättern (Dipsacus, Silphium, Gentiana lutea) oder durch Blattrosetten (Bromeliaceen) gebildet werden, ist nicht selten, und der beim Salat aus den Blattstielen schon bei leisester Berührung austretende Milchsaft ist geeignet, die emporkriechenden Insekten festzuleimen. — Sehr mannigfache Vorrichtungen zum Schutz der inneren Organe hat dann auch die Blüte selbst aufzuweisen, sei es, daß sie den Zugang zum Inneren oder doch zu gewissen Teilen durch die Form und Stellung der Blumenkrone, bzw. durch die Stellung der Blütenteile zueinander erschwert, sei es, daß sie besondere Haardickichte (Menyanthes, Thymus), reusenartige Haarringe (Lamium, Stachys, Borraginaceen) oder Schuppen (Myosotis, Lithospermum, Omphalodes usw.) und Höcker (Galeopsis) zu gleichem Zwecke ausgebildet hat.

Als wunderbarste Erscheinung in dem Kapitel der Schutzvorrichtungen glaubte man eine Zeitlang die Beziehungen gewisser Ameisen zu bestimmten Pflanzenarten auffassen zu sollen, indem man annahm, daß die Pflanzen in diesen Ameisen sich geradezu eine Schutzgarde gegen ihre Feinde herangezüchtet hätten. Neuere Beobachtungen lassen diese Beziehungen weniger innig erscheinen; immerhin sollen sie in einem späteren Kapitel über die freundlichen Beziehungen zwischen Tier und Pflanze näher besprochen werden.

b) Hilfsmittel der Tiere beim Erwerb der Pflanzennahrung.

Wie die Pflanze im Laufe der geologischen Epochen infolge ihrer Reaktionsfähigkeit in ihrer gesamten Organisation vielfach durch die Tiere und deren Eingriffe in ihr Leben beeinflußt wurde, so auch werden wir im Reiche der Tiere zahllose Anpassungen an die seitens der Pflanze gegebenen Bedingungen annehmen müssen.

In erster Linie mußte die Art der Nahrung, die von der Pflanze in so großer Mannigfaltigkeit der physikalischen und chemischen Beschaffenheit geboten wird, auf die Organe der Nahrungsaufnahme und -verdauung von bestimmendem Einfluß werden und eine immer weitergehende Spezialisierung herbeiführen. Ein Tier, das vorwiegend nur

den flüssigen Substanzen in der Pflanze, dem Zellsafte oder dem Honig der Blüten, seine Aufmerksamkeit zuwandte, mußte im Laufe seiner phylogenetischen Entwickelung andere Mundwerkzeuge erwerben, als die Liebhaber des festen Zellgewebes; es gelangte in den Besitz eines Saugrohrs, das in dem einen Falle allein für die Aufnahme des offen zutage tretenden Blütenhonigs genügte (Schmetterlinge, Bienen, manche Fliegen), im anderen dagegen, wo es sich um das Erbohren des im Inneren der Gewebe befindlichen Zellsafts handelte, noch mit einem Stechapparate ausgestattet sein mußte (Wanzen, Zikaden, Blattläuse, Schildläuse). Nicht minder erforderte die verschiedene Konsistenz des festen Pflanzengewebes Kauorgane mannigfachster Konstruktion und Härte, da es selbstverständlich anderer Werkzeuge bedarf, die feste Nuß zu knacken, das Holz der Eiche oder gar das steinharte Endosperm der Elfenbeinnuß zu zerschroten, als das zarte Laub oder die zergehende Pulpa saftiger Beerenfrüchte in mundgerechte Bissen zu zerlegen. Auch der Chemismus der Verdauung wurde von dieser Spezialisierung betroffen. Am auffallendsten zeigt sich dies bei den Insekten, von denen viele ja nur auf die Ausnutzung einer einzigen Pflanzenart sozusagen abgestimmt sind und elend verhungern, wenn ihnen nicht gerade diese zu Gebote steht. Dabei werden dann von diesen Spezialisten oft die stärksten Gifte ohne Schaden den Verdauungsorganen zugeführt (vgl. S. 46).

Neben der verschiedenen Konsistenz und chemischen Beschaffenheit der Nahrung ist dann auch der Ort, wo diese Nahrung von der Pflanze dargeboten wird, von weitgehendem Einfluß auf die gesamte Organisation des tierischen Körpers geworden. Die Wurzelfresser mußten die zu unterirdischer Lebensweise passenden Eigenschaften erwerben, die auf die oberirdischen Teile der Pflanze angewiesenen Formen aber hatten in der Mehrzahl die Kunst des Kletterns und im weiteren Verlauf der Entwickelung auch die noch viel schwerere Kunst des Fliegens zu erlernen, wenn sie nicht Mangel leiden wollten. Kletterfüße, Stemmschwanz und Wickelschwanz, Fallschirme, Flughäute und Flügel konnten nur zur Entwickelung kommen, wo eine reiche, nie versagende Nahrungsquelle die Tierwelt vom Erdboden in luftige Höhen lockte.

Auch noch manche andere spezifische Ausbildungen der tierischen Organe sind auf die Beziehungen zur Pflanzenwelt als Nahrungsspenderin zurückzuführen: So die Entwickelung der Backentaschen der Nager und Affen, des mehrfach geteilten Magens der Wiederkäuer, die Sammelapparate für den Blütenstaub bei den bienenartigen Tieren,

die Enzyme der Gallinſekten, welche das Pflanzengewebe zu den ſo eigenartigen Wucherungen veranlaſſen uſw.

Schließlich ſei noch kurz darauf hingewieſen, daß neben dieſen durch die Aufnahme pflanzlicher Nahrung bedingten Anpaſſungen nun auch Brutpflege und Schutzbedürfnis der Tiere in ähnlicher Weiſe ſeitens der Pflanze beeinflußt wurden. Die Eiablage im Inneren der Knoſpen, Blätter und Rinden, der Neſtbau, die Bohrtätigkeit der Borkenkäfer uſw. erfordern ſämtlich Organe und Inſtinkte, die dem hierbei in Frage kommenden Pflanzenmaterial entſprechen müſſen, und ebenſo liegt es auf der Hand, daß Farbe und Form der an Blatt und Zweig und Rinde den Blicken der Feinde ſich entziehenden Inſekten in jedem einzelnen Falle eben den betreffenden Organen der Wohnpflanze angepaßt ſind.

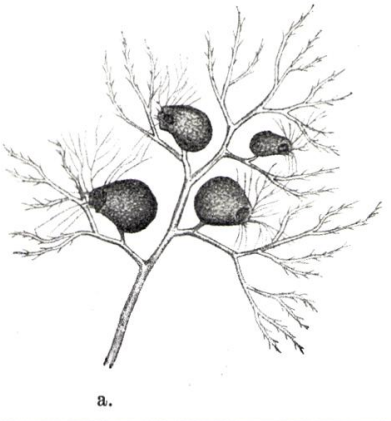
2. Pflanzen mit animaliſcher Ernährung.

Während die pflanzenraubenden Tiere, wie ſchon erwähnt, durch zahlloſe Übergänge mit den tieriſchen Pflanzenparaſiten verbunden ſind, laſſen die auf animaliſche Koſt angewieſenen Pflanzen faſt noch beſſer als die Tierraubtiere und Tierparaſiten eine ſcharfe Scheidung in Raubpflanzen und pflanzliche Tierparaſiten zu.

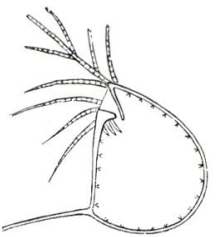
a) Fleiſchfreſſende Pflanzen[1]) (Tier-Raubpflanzen).

Mit der landläufigen Auffaſſung von der durchaus paſſiven Rolle, welche die Pflanze im Naturgetriebe ſpiele, ſteht wohl keine andere Erſcheinung ſo ſehr im Widerſpruch, als die bereits ſeit dem 18. Jahrhundert bekannte, aber erſt durch Charles Darwin[1]) genauer ſtudierte und in ſeiner Bedeutung gewürdigte Tatſache, daß es eine größere Zahl von Pflanzenarten — man ſchätzt ſie insgeſamt auf etwa 400 — aus verſchiedenen Familien gibt, die mehr oder weniger komplizierte Einrichtungen zum Fange von Inſekten beſitzen, deren lösliche Beſtandteile ſie dann reſorbieren und ſo einen Teil ihres Stickſtoffbedarfs decken. Gefunden werden ſolche Pflanzen vorwiegend auf ſtickſtoffarmem Torf- oder Moorboden. Die tatſächlich erfolgende Zerſetzung und Löſung der gefangenen Kadaver iſt durch zahlreiche Verſuche außer Frage geſtellt und ebenſo die Aufſaugung der gelöſten Stoffe, die dann in vielen Fällen auch eine erhöhte Produktion von Samen

1) Vgl. Darwin, Ch.: Inſektenfreſſende Pflanzen. Deutſch von Carus. Stuttgart 1877. Göbel, K.: Pflanzenbiologiſche Schilderungen. Bd. II. Marburg 1891, S. 51—214 (Inſektivoren, mit Literaturverzeichnis).



a.



b.

Abb. 25.
a. Blatt des Waſſerſchlauchs.
b. Ein Bläschen, vergrößert.

— bei Drosera bis zu mehr als dem Fünffachen der ungefütterten Pflanzen — zur Folge hatte.

Die Methoden, nach welchen der Fang der Tiere ſich vollzieht, ſind ſehr mannigfacher Art. Im allgemeinen pflegt man die drei Gruppen der Schlauchfänger, der Drüſenfänger und der Schließfänger zu unterſcheiden.

Zu den Schlauchfängern gehören in erſter Linie unſere einheimiſchen, auch ſonſt weitverbreiteten Waſſerſchlauchgewächſe oder Utricularia-Arten. Dieſelben beſitzen an ihren im Waſſer ſchwimmenden, fadenförmigen Stengeln zwiſchen den haarfein zerteilten Blättern eigentümliche, etwa linſengroße Bläschen (Abb. 25a), die, wie ſich bei näherer Unterſuchung herausſtellt, durch eine nach innen ſchlagende, von langen Borſtenhaaren umgebene Klappe geſchloſſen ſind (Abb. 25b). Dieſe Klappe iſt ſehr elaſtiſch und gibt bei dem geringſten Drucke nach, ſo daß kleine Waſſertiere, wie Muſchelkrebſe, Waſſerflöhe, Cyclops-Arten, Naiden uſw., die dagegenſtoßen, wohl leicht hinein, nicht aber wieder heraus können. Bis zu 24 kleine Krebschen hat man in einer einzigen ſolchen Blaſe beobachtet, in deren Innerem ſie dann nach wenigen Tagen zugrunde gehen und — unter Beihilfe von Bakterien — verweſen. Die hieraus ſich ergebenden gelöſten Subſtanzen werden von beſonderen ſtäbchenförmigen Saugzellen an der Innenwand der Blaſe reſorbiert. Die Utricularien müßten alſo ſtrenggenommen als Aasfreſſer bezeichnet werden, da ſie keine verdauenden Säfte, wie manche weiter unten zu beſprechenden Pflanzen, ausſcheiden. In den

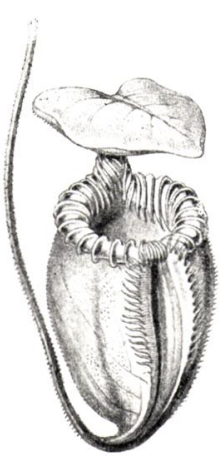


Abb. 26. Kanne von Nepenthes.

Abb. 27. Krug a. von Saracenia, b. von Darlingtonia.

Tropen finden sich unter den Utricularien auch Landpflanzen mit unzerteilten Blättern, die aber ebenfalls Fangblasen besitzen. Die rein tropische Gattung Genlisea zeigt im Bau ihres schlauchförmigen Fangapparates sogar einen Übergang zu den Einrichtungen der „Kannenträger". Ähnliche Fangvorrichtungen in Gestalt bläschenförmiger, von Blattabschnitten gebildeter und durch Klappenvorrichtung verschließbarer Hohlräume sind sodann auch von gewissen Lebermoosen (Pleurozia, Colurolejeunia) des tropischen Asiens bekannt.

Eine zweite Gruppe der Schlauchfänger umfaßt die sog. Kannenpflanzen im weiteren Sinne, d. h. tropische Pflanzen, deren Blattstiele unmittelbar unter der kleinen, oft deckelartigen Blattspreite zu einem weiten, schlauch- oder krugförmigen Behälter umgeformt sind (Abb. 26), der etwa halb mit einer meist von der Pflanze selbst aus besonderen Zellen am Grunde der Kannen ausgeschiedenen und dann oft sauer reagierenden, pepsinartige Fermente enthaltenden Flüssigkeit, seltener auch mit Regenwasser angefüllt ist. Durch grelle, meist rote, braune oder gesprenkelte Färbung pflegen diese Kannen, ganz wie Blüten, schon aus der Ferne sich bemerkbar zu machen; an den Innenrändern des Kruges, und zuweilen schon in einer als Wegweiser dienenden Längsbahn der Außenfläche desselben, wird reichlich Honig ausgeschieden, der von vielen Insekten begehrt ist. Unter dieser Honigzone

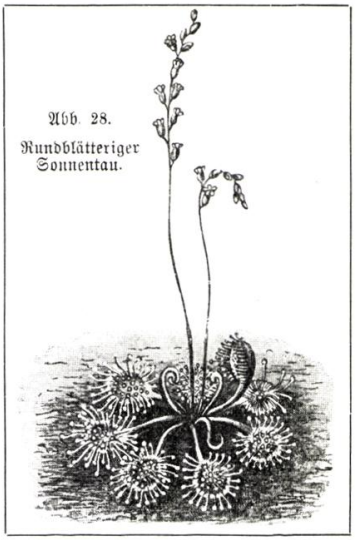


Abb. 28.
Rundblätteriger Sonnentau.

im Inneren des Kruges befindet ſich nun entweder eine durch Wachsausſcheidung ſpiegelblank „gebohnerte" Fläche (Nepenthes), von der die naſchenden Tierchen abrutſchen und in den waſſergefüllten Zuber fallen, oder es finden ſich hier gekrümmte, glatte Stachelorgane (Saracenia, manche Nepenthes), die ebenfalls das „Abſtürzen" bewirken und zugleich den etwa wieder emporkletternden Opfern den Ausweg verſperren. Die obere Öffnung des Kruges iſt durch die darüber lagernde Blattſpreite in der Regel vor dem Eindringen des Regens geſchützt und oft ſogar derart überhängend (Saracenia, Darlingtonia Abb. 27a und b), daß die Inſekten nur ſchwer den Ausweg finden können. Die in das Waſſer des Behälters gefallenen Tiere ertrinken und werden hier entweder von Spaltpilzen zerſetzt (Sarracenia, Darlingtonia), ſo daß ſich oft eine mehrere Zentimeter tiefe Schicht von zergehenden Inſektenleibern am Grunde der Kannen anſammelt, die eine Art flüſſigen Düngers bildet, oder es findet mit Hilfe der pepſinhaltigen ſauren Flüſſigkeit eine direkte „Verdauung" ſtatt (Nepenthes), deren gelöſte, ſtickſtoffhaltige Zerſetzungsprodukte dann von den Wandungen des Behälters aufgeſogen werden.

Von den ſog. Drüſenfängern beſitzt wohl das in Portugal und Marokko an dürren Orten verbreitete Taublatt (Drosophyllum lusitanicum), deſſen Stengel und lang linealiſche Blätter der ganzen Länge nach mit drüſigen, roten, eine klebrige, ſaure Flüſſigkeit ausſcheidenden Härchen beſetzt ſind, die einfachſte Fangvorrichtung. Das anfliegende oder aufkriechende Inſekt wird in kurzer Zeit von den ſich leicht ablöſenden Drüſentröpfchen beklebt und umfloſſen; es erſtickt und wird nun von ähnlichen, aber ungeſtielten Drüſengebilden zwiſchen den roten Klebdrüſen, die dann eine ſaure Flüſſigkeit ausſcheiden, zerſetzt und ausgeſogen. Von irgendwelchen Bewegungserſcheinungen an dieſen Drüſenorganen des Drosophyllum iſt alſo nichts wahrzunehmen. Anders bei den zahlreichen Arten des Sonnentaus (Drosera; Abb. 28), von denen ja auch drei einheimiſche Arten auf unſeren Mooren nicht ſelten ſind. Auch

hier ist die Blattspreite, die in diesem Falle eine rundliche oder spatelförmige Fläche darstellt, dicht mit langen, roten Drüsenhaaren besetzt, die an ihrer Spitze je ein wasserhelles, klebriges Tröpfchen ausgeschieden haben, so daß sie wie mit Tautröpfchen benetzt erscheinen. Sobald nun ein kleineres Insekt mit einer dieser am Ende ein Klebtröpfchen tragenden Wimpern des Blattes in Berührung kommt, bleibt es in der zähflüssigen, fadenziehenden Masse hängen und erstickt binnen kurzem dadurch, daß seine Stigmen durch den Saft verklebt werden. Die Borste selbst aber beginnt nach wenigen Minuten nach der Mitte des Blattes zu sich einwärts zu krümmen; es folgen nach und nach mit der gleichen Bewegung die Nachbarborsten, so daß nach 1—3 Stunden fast sämtliche Wimpern des Blattes sich um das Beutetier mit ihren Spitzen versammelt haben, reichlich saure, pepsinhaltige Flüssigkeit ausscheidend und so die Zersetzung des Kadavers gemeinschaftlich betreibend. Auch die Blattfläche selbst nimmt an dieser Einkrümmung teil, und einige australische Arten schließen sogar die Blätter mit großer Geschwindigkeit. Nach einigen Tagen ist der ganze Prozeß beendet, die verdauende, mit den löslichen Stoffen des Tierkörpers beladene Flüssigkeit wieder resorbiert, und die Wimpern nehmen zu neuem Fang ihre frühere Stellung ein. Die Reaktion auf Fremdkörper bei diesen Borsten der Drosera ist eine ganz ungemein empfindliche. Hat doch Darwin nachgewiesen, daß ihre Krümmung noch erfolgt, wenn sie von einem Haarstückchen von $^1/_5$ mm Länge oder einer Spur phosphorsauren Ammoniums von $^1/_{30\,000}$ mg Gewicht gereizt werden. Besonders hervorzuheben ist hierbei, daß jene wunderbaren Bewegungen der Fangborsten, wie auch die Ausscheidung des verdau-

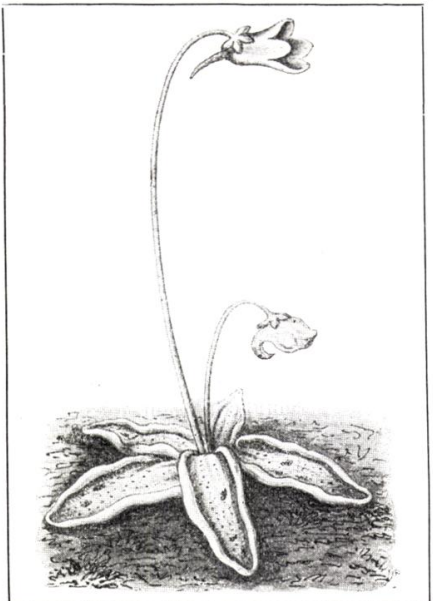


Abb. 29. Fettkraut (Pinguicula).

enden Pepſins, nur erfolgen, wenn das den Klebtröpfchen zum Opfer gefallene Objekt ein ſtickſtoffhaltiger Körper, alſo in der Regel ein Tier oder ein zur „Fütterung" dargereichtes Fleiſchſtückchen war, während dieſe Reaktionen, mit Ausnahme der vermehrten Flüſſigkeitsausſcheidung, ausbleiben, ſobald es ſich nur um ſtickſtofffreie Mineralſtoffe oder Pflanzenpartikel handelt.

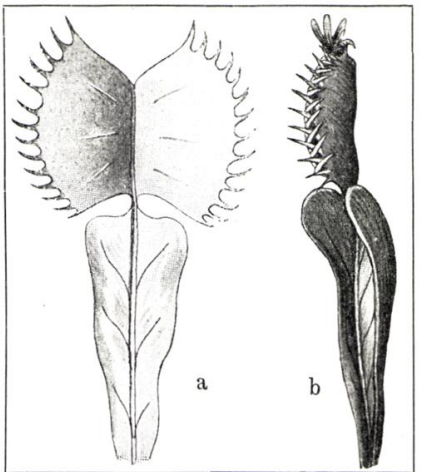


Abb. 30. Blatt der Venusfliegenfalle.
a. geöffnet, b. geſchloſſen.

Die dritte Hauptabteilung der fleiſchfreſſenden Pflanzen, die ſich eng an die „Drüſenfänger" anſchließt, iſt diejenige der „Schließfänger". In gewiſſem Sinne kann man ſchon das in unſeren Mooren wie in den Alpen ſo häufige Fettkraut (Pinguicula; Abb. 29) mit ſeiner grundſtändigen Roſette kahler, länglich elliptiſcher, hellgrüner Blätter hierher rechnen. Die ganze Oberfläche dieſer Blätter iſt mit zahlloſen pilzförmigen Drüschen beſetzt, die einen klebrigen und verdauenden Saft ausſcheiden, ſobald ſtickſtoffhaltige Körper darauf gelangen. Daneben aber beſitzt nun der ſchon ohnedies im Ruhezuſtand etwas nach oben aufgebogene Rand der Blätter die Fähigkeit, auf den Reiz der anfliegenden und feſtklebenden Inſekten ſich weiter umzurollen und das gefangene Tier behufs beſſerer Verdauung völlig einzuhüllen. Weit vollkommener als dieſer Apparat iſt derjenige der berühmten Venusfliegenfalle (Dionaea muscipula), einer ſüdamerikaniſchen Droſeracee, bei welcher die beiden Hälften der faſt kreisförmigen Blattfläche (Abb. 30a) auf geeigneten Reiz wie die Klappen einer Falle zuſammenſchlagen (Abb. 30b). Auch hier iſt die Blattfläche mit zahlloſen purpurnen Drüschen beſetzt, die aber nur in Funktion treten und verdauenden Saft abſondern, wenn ein ſtickſtoffhaltiger organiſcher Körper zwiſchen den Klappen gefangen iſt. Das Zuſammenklappen erfolgt, wenn eine der ſechs gelenkig auf der Blattfläche eingepflanzten, auf beide Blatthälften gleichmäßig verteilten, langen Wimperborſten (Taſtborſten) berührt wird, und zwar innerhalb weniger Sekunden,

wobei dann die lang zahnartig eingeſchnittenen Ränder der beiden Klappen nach dem Zuſammenlegen fingerartig ineinander greifen und ſo das Entrinnen der Beute, falls dieſe nicht zu groß und kräftig, verhindern. Der ganze Apparat zeigt alſo eine Arbeitsteilung, die den Drosera-Blättern noch fehlt: äußerſt empfindliche Sinnesborſten, die eine Bewegung der Blatthälften auslöſen; daneben einen Drüſenapparat auf den letzteren, der erſt in Funktion tritt, wenn tatſächlich Nährſtoffe zu verdauen ſind. Unorganiſche Partikelchen und ſtickſtofffreie Pflanzenteilchen bewirken wohl die Auslöſung des Klappenmechanismus, wobei die Sinnesborſten der Fläche ſich umlegen, nicht aber ein Funktionieren der Drüſenzellen. Vielmehr ſchlagen die beiden Blattflächen in dieſem Falle nach verhältnismäßig kurzer Zeit wieder auseinander, während ſie bei ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen 8—14 Tage lang geſchloſſen bleiben, bis die Verdauung vollendet und die aus der Zerſetzung reſultierende Flüſſigkeit reſorbiert iſt. Erwähnung verdient, daß auch in Deutſchland, wenn auch ſelten, eine ſonſt mehr dem Süden angehörige Droseracee vorkommt, die einen ähnlichen, doch nicht ganz ſo vollkommenen Fangmechanismus für kleinere Waſſertierchen beſitzt. Es iſt die hie und da in Teichen und Seen wurzellos ſchwimmende Aldrovanda vesiculosa.

Schließlich ſei noch bemerkt, daß auch ein im Pferdemiſt lebender Schimmelpilz (Arthrobotrys oligospora) kleine Rundwürmer (Anguilluliden) mit Schlingen ſeiner Mycelfäden fängt, die dann in das Innere des Wurmes hineinwuchern und ihn ausſaugen.

Von irgendwelchen Schutz- oder Abwehrmitteln der Tiere gegen den Fang durch die Pflanzen iſt bis jetzt nichts bekannt geworden; doch verdient es Erwähnung, daß namentlich in den Krügen der Saracenien vielfach die Larven von Fleiſchfliegen (Musca uſw.) beobachtet ſind, die ſich in dem zergehenden Inſektenbrei entwickelten. Da gerade der Saft der Saracenien keine oder nur geringe verdauende Eigenſchaften beſitzen ſoll, ſo wäre hier eine beſondere „Anpaſſung“ der Fliegenmaden wohl nicht anzunehmen. Andrerſeits ſind aber auch in den Krügen der indiſchen Nepenthes-Arten trotz deren ſtark verdauender Flüſſigkeit regelmäßig Larven von Fliegen und Mücken, ja ſelbſt von einem Netzflügler gefunden, die hier ihre geſamte Entwickelung durchmachen[1]). In dieſem Fall iſt dann neuerdings durch Jenſen

1) Nepenthes-Tiere. 1. Syſtematik von J. C. H. de Meijere-Hilverſum 2. Biologiſche Notizen von Hjalmar Jenſen-Buitenzorg in Ann. Jard. Bot. Buitenzorg, 3. Suppl. 1. Part. Leiden 1910. Günther, K.:

auch der Nachweis gelungen, daß die betreffenden Larven zum Schutze gegen das Verdautwerden „Antifermente" entwickelt haben.

b) Pflanzliche Tierparaſiten [1]).

Die Pflanzen, welche nach Art der tieriſchen Schmarotzer ihre Nahrung dem lebenden Tierkörper entnehmen und ihn hierdurch mehr oder weniger ſchädigen, gehören ſämtlich der Klaſſe der Pilze an. Die ungeheure Rolle, welche die tiefſtſtehende Gruppe derſelben, die der Spaltpilze oder Bakterien, in der geſamten organiſchen Welt und ſo auch im Organismus der Tiere mit Einſchluß des Menſchen ſpielt, iſt ja erſt in den letzten Jahrzehnten in ihrem vollen Umfange erkannt worden. Erinnert ſei hier nur an die furchtbaren Plagen der Peſt, des Typhus, der Pockenkrankheit, der Lepra, der Diphtheritis, des Scharlachs, der Maſern, der Cholera, der Tuberkuloſe, der Influenza, der Syphilis, des Milzbrands, des Rotlaufs, der Rotzkrankheit, die nebſt der „Roſe", der Aktinomykoſe oder Strahlenpilzkrankheit, der Zahnfäule, dem Mäuſetyphus und anderen Krankheiten ganz ausſchließlich auf dieſe Spaltpilze zurückzuführen ſind. Aber auch höhere Pilzformen aus ſehr verſchiedenen Gruppen treten vielfach als mehr oder minder ſchädliche Paraſiten der Tiere auf. Selbſt bei den Urtieren, den Rhizopoden und Infuſorien, ſind Pilze aus der Gruppe der Algenpilze oder Phycomyceten (Chytridium, Olpidium, Pythium uſw.) nachgewieſen. Das gleiche gilt von den Würmern und niederen Krebſen. Von Pilzen mancherlei Art werden ſodann die Inſekten befallen, bei denen ſich oft furchtbare, zum Teil zur Bekämpfung der Engerlinge, Heuſchrecken uſw. bereits künſtlich durch den Menſchen hervorgerufene Epidemien entwickeln, wie die berüchtigte Muscardine oder Seidenraupenkrankheit der Schmetterlinge (Isaria bassii, zu den Pyrenomyceten), die Pilzkrankheit durch Empusa- und Entomophthora-Arten (Algenpilze) der Mücken, Fliegen, Raupen Blattläuſe, Käfer, die Cordiceps-Krankheit (zu den Pyrenomyceten) der Schmetterlingsraupen, bei denen lange, hirſchgeweih- oder keulenartige Gebilde aus dem Kör-

Die lebenden Bewohner der Kannen der inſektenfreſſenden Pflanze Nepenthes destillatoria auf Ceylon in Zeitſchr. f. wiſſ. Inſektenbiologie IX, 1913.

1) de Bary, A.: Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Leipzig 1884. Oberſtein, O.: Mykoſen im Tierreich. Naturw. Wochenſchr. N. F. 12, 1913, p. 289—91. Cooke, M. C.: Vegetable wasps and plant worms. A popular history of entomogenous fungi, or fungi parasitic upon insects. London 1892. Zopf, W.: Die Pilze in: Schenk, Handb. d. Botan. IV, S. 507 ff., Breslau 1890.

per hervorwachſen (Abb. 31), und andere. Unter der durch Saprolegnia-Arten (Algenpilze) erzeugten Krankheit haben namentlich die Flußkrebſe („Krebspeſt", in Verbindung mit einer Bakterienart) und die Fiſche zu leiden. Schimmelartige Pilze (Aspergillus) verurſachen oft ſchwere Lungenentzündungen der Vögel, während die Meltaupilze teils als Soorpilz (Oidium albicans) im Munde der Kinder und Haustiere verbreitet ſind, teils als Kopfgrind (Achorion schönleini), Raſierflechte (Trichophyton tonsurans) uſw. die Haut des Menſchen und verſchiedener Säugetiere zerſtören. Auch in den Kalkſkeletten der Korallen, den Hornfaſern der Schwämme, in den Schalen der Seepocken, Schnecken und Muſcheln ſind vielfach Pilzwucherungen nachgewieſen; doch können vielleicht manche dieſer Vorkommniſſe, bei denen ja nicht das lebende Tier, ſondern nur deſſen mit organiſchen Stoffen durchſetztes Gehäuſe den Nahrungsſtoff bietet, mit gleichem Rechte auch als Synökie aufgefaßt werden.

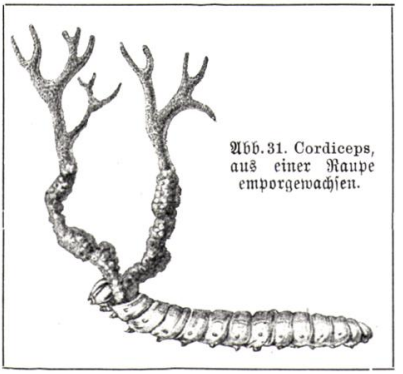


Abb. 31. Cordiceps, aus einer Raupe emporgewachſen.

II. Einſeitige Ausnutzung der anderen Partei ohne feindliche Abſicht.

1. Ausnutzung der Pflanzen durch die Tiere.

Wie die Pflanze dazu gezwungen iſt, in letzter Inſtanz für die geſamte Tierwelt das nötige organiſche Nahrungsmaterial herzugeben, ſo muß ſie es ſich bei ihrer geringer aktiven Wehrkraft auch gefallen laſſen, von den Tieren noch nach manchen anderen Richtungen für ihre Zwecke *ausgenutzt* zu werden. In der Regel ſtellt ſich dieſe Ausnutzung unter der Form des einfachen Bewohnens, alſo der *Synökie*, dar, doch gibt es auch zahlreiche Beiſpiele, in denen die Pflanze nur den *Stoff* zu liefern hat, deſſen ſich das Tier für ſeine Bauten bedient. Endlich kennen wir in einzelnen Fällen ſeitens der Tiere ein ſo ſouveränes Eingreifen in die Lebensſchickſale gewiſſer Pflanzenarten, wie wir es ſonſt nur vom Menſchen bei der Pflege ſeiner Kulturpflanzen zu ſehen gewohnt ſind.

Bei der ungeheuren Fülle von Verſtecken, welche die Pflanze in ihren verſchiedenen Teilen bietet, iſt es ohne weiteres verſtändlich, wenn die große Maſſe der Tiere den allſeitig drohenden Feinden durch möglichſte Ausnutzung dieſer Verſtecke zu entgehen ſucht. Selbſt größere Säugetiere, die ſich im Dickicht des Waldes bergen, können ganz wohl als Synöken desſelben betrachtet werden; mit noch viel mehr Recht aber gilt dies von allen den kleineren Tierarten, denen die Pflanze ſelbſt zum Wohnſitz dient. Viele von dieſen finden ja zugleich auch ihre Nahrung an oder in der Pflanze und ſcheiden daher hier aus; aber es gibt auch Formen, die auf rein animaliſche Koſt angewieſen ſind und dennoch den Schutz oder die Beihilfe der Pflanze begehren. Im Waſſer befeſtigen zahlreiche Inſekten, Schnecken und Fiſche ihre Eier an den dort wachſenden Pflanzen. Unter der lockeren Rinde der Bäume hauſen die Krabbenſpinnen, die Bücherſkorpione, die Skolopender und andere, in den Baumhöhlen die Fledermäuſe, die Wieſel und Wildkatzen. An den Zweigen hängen die Neſter der Weſpen und Ameiſen, und auch manche Vögel haben ihr Heim in den Höhlungen der Bäume aufgeſchlagen. Viele Säugetiere, wie die meiſten Affen, die Halbaffen, zahlreiche Nager, Marder und ſelbſt Beuteltiere führen neben der Hauptmaſſe der Vögel, zahlreichen Reptilien und Amphibien ein ſolches Baumleben, daß man ſie ebenfalls ohne Vorbehalt als Synöken derſelben bezeichnen kann.

Daneben zeigt die Verwertung der Pflanze zu rein „techniſchen Zwecken" namentlich ſeitens der höheren Tiere eine ziemliche Mannigfaltigkeit. Von den Weſpen wiſſen wir, daß ſie ihre Neſter aus zerkauten Pflanzenfaſern herſtellen; die Blattſchneidebienen und Mohnbienen verwenden Stücke von Laub- und Blütenblättern zu gleichem Zweck, und bei den Ameiſen herrſcht eine große Vielſeitigkeit in der Benutzung pflanzlichen Baumaterials. Noch mehr gilt dies von der Klaſſe der Vögel, die ſo ziemlich alles für ihren Neſtbau zu verwerten wiſſen, was die Pflanze an Stoffen hervorbringt, von den dürren Reiſern, dem Baſt und der Rinde bis zu den Grashalmen, dem Moos, den Flechten, den feinen Flughaaren der Weidenkätzchen, ja bis zu den Algen des Meeres. Einförmiger ſind im allgemeinen die Neſter der Säugetiere und Fiſche (Stichlinge); einer beſonderen Erwähnung bedürfen nur noch die Burgen und vor allem die gewaltigen Deichbauten der Biber, zu deren Herſtellung mannsdicke Bäume gefällt werden.

Eine höchſt ſeltſame Anwendung machen manche Krebſe (Hyas, Stenorhynchus uſw.) von den Rottangen des Meeres, indem ſie dieſelben abrupfen und an Häkchen ihres Chitinpanzers befeſtigen. Hier

Abb. 32. Spitzkrabbe (Hyas) mit Algenbeſatz.

treiben dieſe Tangzweige bald eine Haftſcheibe, mit der ſie auf dem Panzer ſich verankern, ſo daß nun der Krebs unter dem Schutz eines ihn verbergenden Algenbuſches (Abb. 32) ſeinem räuberiſchen Tagewerk nachgehen kann. Man könnte verſucht ſein, dabei von einer Synökie der Alge mit dem Krebs zu ſprechen, wenn nicht das aktive Verhalten des letzteren uns zwänge, hier die einfache, wenn auch raffinierte Ausnutzung der wehrloſen Pflanze als das Hauptmoment aufzufaſſen. Im Anſchluß hieran ſei auf gewiſſe baumbewohnende Ameiſen (Azteca- und Camponotus-Arten) hingewieſen, welche ihren Neſtern durch Bepflanzung mit Peperomien (Piperaceen), Araceen uſw. feſteren Halt geben und ſie vor den Sonnenſtrahlen ſchützen (Abb. 33).

In dieſelbe Kategorie der Ausnutzung der lebenden Pflanze, und zwar noch entſchiedener in einer an menſchliche Verhältniſſe erinnernden Weiſe, gehört der Getreidebau und die Pizzucht der Ameiſen. Von der mexikaniſchen Reisameiſe (Pogomyrmex barbatus) wurde berichtet, daß ſie auf dem breiten Glacis ihrer umfangreichen Erdneſter ein beſonderes Gras, Aristida oligantha, derart ausſäe und durch Ausjäten aller anderen Pflanzen beſchütze, daß jedes Neſt von einem ſchon aus der Ferne ſichtbaren Gürtel dieſes „Getreides" umgeben ſei. Zur Reifezeit ſollten dann die Früchte desſelben von den Ameiſen eingeſammelt und, nach

Abb. 33. Ameiſen-Baumneſt mit Pflanzen bewachſen.

Verwandlung der keimenden Körner durch Abbeißen der Wurzel in Malz, als Nahrung verwendet werden. Neuere Beobachter glauben indes, die Richtigkeit dieser Angaben anfechten zu sollen. Ueber jeden Zweifel erhaben aber sind die staunenswerten Pilzkulturen der Blattschneideameisen, mancher Termiten, Borkenkäfer (Xyleboriden) und Gallmücken (Dasyneura)[1]). Die Blattschneide- oder Sauba-Ameisen (Atta discigera, hystrix, cornuta usw.) sind in Südamerika schon lange gefürchtet wegen ihrer Gewohnheit, die Bäume und besonders auch mancherlei Kulturbäume, dadurch zu entlauben, daß sie große Stücke aus den Blättern herausschneiden und dieselben in ihre Wohnung tragen (Abb. 34). Lange Zeit war nicht zu ergründen, welchem Zwecke diese seltsame Gewohnheit dienen könne, da die Blätter augenscheinlich nicht gefressen wurden. Erst Alfred Möller[2]) gelang es, den Sachverhalt aufzuklären, indem er nachwies, daß diese Blattstücke von einer besonderen Sorte Arbeiter zerwirkt und als Pflanzenbrei in den Galerien des Baues aufgespeichert werden. In diesem magazinierten Pflanzenbrei nun entwickelt sich bald unter sorgfältiger Pflege der kleinsten, Pilzsporen und Pilzfäden herzutragenden Arbeitersorte in überaus üppiger Weise das Mycel (Hyphengewebe) eines zu den Agariciden gehörigen Pilzes (Rozites gongylophora), der überall da, wo er aus der Masse zutage tritt, massenhaft kleine Fadenanschwellungen (die sog. „Kohlrabihäufchen"; Abb. 35) bildet, die dann den Ameisen zur Nahrung dienen. Selbst beim Hochzeitsfluge nehmen die Weibchen der Sauba-Ameise ein Pilzklümpchen

Abb. 34. Blattschneideameisen mit Blattstücken.

1) Neger, F. W.: Die Ambrosiapilze. Ber. deutschen Bot. Ges. Bd. 26/27, 1908/9.

2) Vgl. Alfred Möller: Die Pilzgärten südamerikanischer Ameisen. Jena 1893.

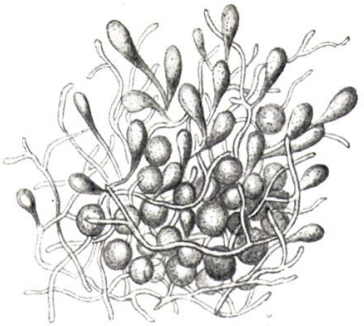


Abb. 35.
Kohlrabihäufchen einer Ameiſen-Pilzkultur.

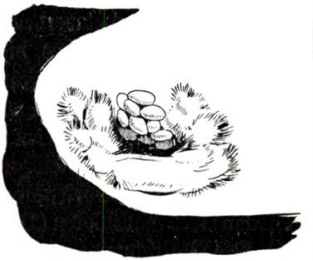


Abb. 36. Anlage eines Pilzgartens von Atta auf zerbiſſenen Eiern.

mit ſich, das ſie dann nach erfolgter Begattung bei Gründung einer neuen Kolonie über zerbiſſenen Eiern ausſpeien und fleißig mit gelben Tröpfchen aus dem After düngen (Abb. 36). Ähnlich wie die Sauba-Ameiſen verfahren die Haarameiſen (Apterostigma) und die Höckerameiſen (Cyphomyrmex) derſelben Gegenden, nur daß ſie ſtatt der Blätter Holzfaſern und Bohrmehl zur Kultur ihrer Pilze verwenden, und daß die letzteren meiſt noch nicht bis zur Bildung jener eigenartigen, als Zuchtprodukt aufzufaſſenden „Kohlrabihäufchen" vorgeſchritten ſind. Auch hier aber haben wir zweifellos in jener zerkauten, bei jedem Umzug ſorgfältig mitgeführten Pflanzenmaſſe gewiſſermaßen Kulturbeete zu erblicken, in denen die Lieblingsnahrung der Ameiſen nach allen Regeln der Kunſt gezüchtet wird.

Schließlich ſei darauf hingewieſen, daß das S. 58 erwähnte Vorkommen ſich entwickelnder Fliegen- und Mückenlarven in den Schläuchen der Kannenpflanzen ganz wohl als Kommenſalismus zwiſchen Tier und Pflanze aufgefaßt werden kann, indem jene Larven von den Stoffen zehren, welche die Pflanze für ſich ſelbſt als Nahrung zubereitet hat. Weniger richtig erſcheint es, ſie, wie wohl geſchehen, als „pflanzliche Eingeweidewürmer" oder aber als „Symbionten" anzuſprechen.

2. Ausnutzung der Tiere durch die Pflanzen.

Obwohl die Pflanze infolge der Fähigkeit, aus den Gaſen der Luft und den Salzen des Bodens ihren Körper aufzubauen, der freien Ortsbewegung entraten kann, ſoweit es ſich lediglich um die Frage der Ernährung handelt, ſo gibt es doch im Verlaufe ihres Geſamtlebens verſchiedene Phaſen, in denen wenigſtens gewiſſe Teile von ihr zur freien

Ortsbewegung befähigt sein müssen. Wie bekannt, kommt hierbei einesteils die Übertragung des Blütenstaubs auf die Narben anderer Blüten, anderenteils die Verbreitung der Sporen, Samen und Früchte in neue, von der Mutterpflanze entfernte Besiedelungsgebiete in Betracht. Für diesen Transport der bewegungsbedürftigen Teile nimmt die Pflanze, sofern sie nicht selbst durch besondere Schleuderapparate sich helfen kann, alle sich ihr darbietenden Kräfte, den Wind, das Wasser, vor allem aber die mit ihr denselben Bezirk bewohnenden Tiere in Anspruch. Letztere sind natürlich zu solchen Dienstleistungen in der Regel nur bereit, wenn ihnen ein entsprechender Lohn für die Ausführung des Transportes gewährt wird, wie in einem späteren Kapitel (vgl. S. 68) des näheren darzulegen ist. Zuweilen aber haben die Pflanzen es verstanden, auch ohne Gegenleistung die Tiere sich dienstbar zu machen, sie einfach auszunutzen, und diese Fälle sind es, die für uns hier allein in Betracht kommen.

a) Verbreitung der Samen und Früchte durch Anhaften.[1])

Von den Stubenfliegen und anderen Insekten ist bekannt, daß sie nicht selten am Rüssel, an den Tarsen usw. mancherlei Spaltpilze und Pilzsporen mit sich führen und hierdurch oft die Verbreiter schlimmer Krankheiten werden. Auch die Conidien des Honigtau ausscheidenden Mutterkornpilzes gelangen vornehmlich durch Fliegen und Käfer (Oedacantha melanura) in die Blüten des Getreides. Groß ist sodann die Zahl der Früchte, Samen und abgerissenen Pflanzenteile, die von den Wasservögeln auf ihren Wanderungen von einem See und Tümpel zum anderen verschleppt werden, sei es, daß schwimmende Samen an ihrem Gefieder hängenbleiben, sei es, daß sie am Ufer ihre Füße mit samenhaltigem Schlamm beschmutzen, oder wohl gar beim Emporfliegen ganze Büschel von Algen, Wasserlinsen, Charen, Wasserpest usw. mit in die Luft nehmen.

Von Pflanzen, deren Samen oder Früchte auf der Oberfläche des Wassers schwimmen und daher leicht dem Gefieder anhaften, sind zu nennen: die Froschkrautarten (Batrachium), der Wasserfenchel (Oenanthe phellandrium), das Tausendblatt (Myriophyllum), die Knöteriche (Polygonum), der Froschlöffel (Alisma), Pfeilkraut (Sagittaria), Igelskolbe (Sparganium) usw. Was aber die Reichhaltigkeit des Uferschlammes an Samen, namentlich einjähriger Ufer- und Sumpfpflanzen,

1) Vgl. Hildebrand, F.: Die Verbreitungsmittel der Pflanzen. Leipzig 1873. Huth, E.: Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Tiere. Bibl. bot. Heft 9, Kassel 1887.

wie Nasturtium, Veronica, Centunculus, Peplis, Limosella, Juncus uſw. betrifft, ſo konnte Darwin aus 220 g ſolchen Schlammes nicht weniger als 537 Keimpflanzen erziehen, und Kerner von Marilaun hat ähnliche Reſultate erhalten. Auch auf dem feſten Lande kann, beſonders nach Regen, an den Hufen, Zehen, Haaren, Federn der Tiere mit der anklebenden Erde eine Menge Samen verſchleppt werden, wie denn Darwin aus 200 g ſolchen Schlammes von den Füßen des Rebhuhnes 82 keimende Samen gewann, die der Hauptſache nach den verbreiteſten Unkräutern und Ackerpflanzen angehörten.

Während es ſich in den angeführten Fällen um eine mehr zufällige und jedenfalls nicht durch irgendwelche ſpezifiſche Einrichtungen geregelte Verſchleppung handelt, ſehen wir bei einem großen Teile der phanerogamiſchen Landpflanzen — man ſchätzt ſie auf mehr als ein Zehntel aller Phanerogamen — Vorkehrungen getroffen, die nur dem einen Zweck dienen, die Tiere als unfreiwillige Transport- und Zerſtreuungsmittel der Samen und Früchte in Anſpruch zu nehmen. Seltener wird dieſes Ziel durch Klebſtoffe erreicht, mit deren Hilfe die Samen und Früchte vorüberſtreichenden Tieren ſich anleimen, wie dies bei den mit klebriger Fleiſchwarze verſehenen, den Hufen der Schafe und Rinder anhaftenden Samen der Herbſtzeitloſe, den Samen der Kürbisgewächſe, Miſteln, Pittosporum, bei den Früchten des Beifuß, den mit klebrigen Drüſenhaaren beſetzten Fruchtkelchen der Salvia glutinosa oder dem klebrigen Perigon der auſtraliſchen Pisonia uſw. der Fall iſt. Weit häufiger findet dieſes Sichanheften an vorübergehende Tiere (und Menſchen) mit Hilfe von Klettvorrichtungen ſtatt, die ſich in der Regel als mit Widerhaken verſehene Borſten, aber auch als mächtige, an der Spitze klauenartig gebogene Greifhaken, als gerade Stechpfriemen, Stachelkämme uſw. darſtellen. In der Regel ſind die Früchte ſelbſt mit dieſen Haftapparat ausgeſtattet (Abb. 37), wie viele unſerer einheimiſchen Rauhblättler (Cynoglossum, Echinospermum), Doldenpflanzen (Caucalis, Orlaya, Sanicula, Torilis), Labkräuter (Galium, Asperula), Ampfer (Rumex), Schneckenkleearten (Medicago), Hexenkraut (Circaea), Ringelblume (Calendula), Zweizahn (Bidens), Nelkenwurz (Geum urbanum) uſw. vor Augen führen. In anderen Fällen iſt es der Fruchtkelch, der die Stacheln trägt (Marrubium, Agrimonia, Valeriana echinata) oder die Blätter des Hüllkelches (Klette Lappa, Xanthium, Centaurea). Bei den Gräſern wirken die in ſehr verſchiedener Weiſe mit Widerhaken, Stacheln uſw. verſehenen Spelzen als Klettorgane, oder die Grannen dienen zum Einbohren (Stipa, Aristida, Andropogon). Die braſilianiſche Strepto-

Abb. 37. Verſchiedene Blattfrüchte.

chaeta spicata ſtellt zur Reifezeit ſogar einen höchſt raffinierten Angelapparat dar. Beim kletternden Labkraut (Galium aparine) und dem Scharfkraut (Asperugo) iſt auch der Stengel mit Stacheln ausgerüſtet, ſo daß nicht nur die Früchte, ſondern ganze Stücke der Pflanze an den Transporttieren hängenbleiben. Am gefürchteſten ſind ſolche Früchte, die, am Boden liegend, entweder beim Darauftreten mit ſtarken Dornen ſich in den Fuß bohren, wie die Früchte des in den ungariſchen Steppen verbreiteten Tribulus orientalis, oder aber, wie die berüchtigten „Trampelkletten" (Harpagophyton) des Kaplandes, mit gewaltigen Krallen die Hufe der darauftretenden Springböcke und anderer Huftiere, unter Umſtänden wohl auch gar deren Schnauzen, umklammern und tagelang nicht wieder zu entfernen ſind. In ähnlicher Weiſe werden die Hufe der Weidetiere von den langen, elaſtiſchen, am Ende hakig gekrümmten Spangen der Martynia, einer in den Tropen weit verbreiteten Pedalinee, umgriffen. Sehr ſelten beſitzen die Samen ſelbſt Hakenborſten zum Transport (Stellaria glochidiata, Polygala glochidiata).

b) Synökie, Kommenſalismus.

Gegenüber dieſer weit verbreiteten Ausnutzung der Tiere als Verbreiter der Samen und Früchte iſt die eigentliche Synökie, die Benutzung der Tiere als Wohnungsſubſtrat, verhältnismäßig ſelten. Nur im Waſſer dürfte dieſe Art der Beziehungen zwiſchen den beiden Reichen einigermaßen verbreitet ſein. Hier ſehen wir ſchon im ſüßen Waſſer die Limnaeen und Paludinen, die Anodonten und Dreyßenen, oft auch gewiſſe Cyclopsarten (Cyclops bidentatus) reichlich mit grünen Algen verſchiedenſter Art bewachſen, und im Meere greift dieſe Erſcheinung noch auf zahlloſe andere Tierformen über. Von den Krebſen, die ſich freiwillig mit Algen bepflanzen, war ja ſchon früher (S. 61) die Rede, und auf den Korallenriffen ſpielen die Kalkalgen, die Ulven, und viele andere Algengruppen eine bedeutende Rolle. Eine reine Epökie

von Algen auf Tieren iſt auf dem Lande nur bei den Faultieren Braſiliens bekannt geworden, wo dieſelben in verſchiedenen Arten an den Haaren, und zwar in den Riſſen der Extrarinde (dreizehiges Faultier) oder in den Furchen der eigentlichen Rinde (zweizehiges Faultier) leben.

Noch ſeltener iſt die Erſcheinung des Kommenſalismus. Vielleicht könnte man hierher die Fäulnisbakterien in den Schläuchen der Saracenien rechnen, die die gefangenen Inſekten zerſetzen helfen und dort alſo mit den ſchmarotzenden Fliegenmaden die Nahrung teilen. Auch manche Bakterien (Bacterium coli), die in den Fäkalmaſſen des Dickdarmes leben, dürften nicht ſowohl als Paraſiten, wie als Kommenſalen anzuſprechen ſein.

III. Beziehungen der Tiere und Pflanzen mit Vorteil für beide Teile (Mutualismus).

Wenn es der Pflanze auch durch Ausbildung der Klettfrüchte gelungen iſt, die Tiere gewiſſermaßen wider Willen in ihren Dienſt zu zwingen, ſo läßt es die ungeheure Wichtigkeit, welche die Übertragung des Blütenſtaubs wie die Zerſtreuung der Samen und Früchte für die Pflanze hat, doch von vornherein begreiflich erſcheinen, daß noch ein zweites, weit wirkſameres und weniger dem Zufall unterworfenes Mittel zur Indienſtſtellung der Tiere zur Ausbildung gelangt iſt, nämlich die Anlockung der Tiere durch ihnen dargebotene Vorteile, wobei ihnen dann in irgendeiner Weiſe der gewünſchte Botendienſt auferlegt wird. Da jeder der beiden „Kontrahenten" hierbei ſozuſagen auf ſeine Rechnung kommt, ſo haben ſich dieſe Wechſelbeziehungen zwiſchen Tieren und Pflanzen im Laufe der Erdgeſchichte zu einer außerordentlichen Mannigfaltigkeit und Vollkommenheit entwickelt und gehören mit zu den anziehendſten Kapiteln der geſamten Biologie.

1. Die Beſtäubung der Blüten durch Tiere.[1])

Die Gründe, weshalb der Blütenſtaub einer Blüte auf die Narbe einer anderen Blüte übertragen werden muß, ſind bereits S. 3 kurz

1) Vgl. Kirchner, O.: Blumen und Inſekten, Leipzig 1911. Knuth, P.: Handbuch der Blütenbiologie, Leipzig 1898—1904 (noch nicht vollendet). Loew, E.: Blütenbiologiſche Floriſtik, Stuttgart 1894. Müller, H.: Die Befruchtung der Blumen durch Inſekten und die gegenſeitige Anpaſſung beider, Leipzig 1873. Derſelbe: Die Wechſelbeziehungen zwiſchen den Blumen und den ihre Kreuzung vermittelnden Inſekten in: Schenk, Handb. der Botan. I. S. 1—112, 1879. Derſelbe: Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Inſekten und ihre Anpaſſungen an dieſelben, Leipzig 1881. Spren-

erörtert worden. Von tieriſchen Vermittlern dieſer Pollenübertragung kommen in erſter Linie die Inſekten in Betracht, ſeltener die Schnekken und — in den Tropen — gewiſſe Vogelfamilien (Kolibris, Nektarinien). In der mitteleuropäiſchen Flora gehören etwa 19 Prozent aller Phanerogamen zu den „Windblütlern" und nahezu 80 Prozent zu den „Inſektenblütlern". Bereits im Jahre 1793 hat Conrad Sprengel in ſeinem Buche: „Das entdeckte Geheimnis der Natur in Bau und Befruchtung der Blumen" dieſe Verhältniſſe eingehend geſchildert; allein mehr als ein halbes Jahrhundert mußte vergehen, bis die von Sprengel entdeckten Tatſachen von ſeiten der Wiſſenſchaft anerkannt wurden.

Die Mittel, durch welche die Pflanze das Heer der Inſekten uſw. zum Beſuch ihrer Blüten heranzuziehen ſucht, beſtehen der Hauptſache nach in der Darbietung von Nahrungsmitteln. Daneben ſpielt die Gewährung von Obdach eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle. Als Anlockungsmittel und Wegweiſer kennen wir die Farben und den Duft der Blüten. Für die Erreichung des erſtrebten Zieles, den beſuchenden Inſekten die Übertragung des Blütenſtaubes auf die Narbe gewiſſermaßen aufzuzwingen, dienen mannigfache, oft ſehr raffinierte Vorrichtungen in Bau und Stellung der Blüten und ihrer Teile, die zu einer weitgehenden wechſelſeitigen Anpaſſung beſtimmter Blütenformen an beſtimmte Inſektenarten geführt haben.

a) Die von den Blüten dargebotenen Nahrungsmittel.

Nicht allzu häufig werden den beſuchenden Tieren feſte Gewebspartien der Blüte als Nahrung angeboten. Beſonders ausgeprägt iſt dieſe Methode bei der Beſtäubung der oſtindiſchen Freycinettia-Arten durch fruchtfreſſende Fledermäuſe (Pteropus), denen die großen, fleiſchigen, roſenrot gefärbten Hochblätter zur Nahrung dienen, ſowie bei braſilianiſchen Myrtaceen (Feijoa, Myrrhinum), welche den ſie beſuchenden Vögeln (Thamnophilus) die zuckerſüßen Blumenblätter ſogar in der Form einer zuſammengerollten Omelette darbieten. Seltener findet dieſer Modus auch für die Inſekten Anwendung. Es dürften hier zu nennen ſein gewiſſe ſchnell verwelkende und zergehende Blumenblätter (Villarsia, Tradescantia), die eiweißreichen ſog. „Futterhaare" in den Blüten mancher tropiſcher Orchideen, ſowie mancherlei fleiſchige Warzen, Schwielen uſw. im Inneren der Blüten (Portu-

gel, Chr. C.: Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen, 1793. Neu herausgegeben von P. Knuth, Leipzig 1894.

lak; Johanniskraut, Goldregen; manche Orchideen; innere Zellschicht des Perigons der Osterluzei, des Hüllblattes beim Aronsstab). Auch zarte Staubgefäßhaare (Tradescantia, Ackergauchheil, Königskerze) oder fleischige Wärzchen der äußeren Fruchtknotenwand (Lysimachia) werden verzehrt.

Ungleich verbreiteter sind diejenigen Blüten, welche einen Teil des Blütenstaubes für die Insekten opfern, um hierdurch die Übertragung des übrigbleibenden Teiles auf die Narbe zu erkaufen. Es gehören hierher vornehmlich solche Blüten, die infolge der Vermehrung ihrer Staubgefäße übergroße Mengen von Pollen hervorzubringen vermögen, wie beispielsweise die Mohngewächse, die Anemonen (zum Teil), das Sonnenröschen (Helianthemum), die Rosen. Neben diesen Pflanzen mit reinen Pollenblüten wären noch viele andere aufzuführen, deren Blütenstaub ebenfalls von den Insekten verzehrt oder eingesammelt wird, die aber außerdem noch durch die später zu besprechende Darbietung von Honig den Besuch der Kerbtiere zu steigern suchen.

Sehr merkwürdig sind diejenigen Fälle, in denen nicht der im Überfluß erzeugte Blütenstaub, sondern ein Teil der im Inneren des Fruchtknotens sich ausbildenden Samenanlagen von der Pflanze geopfert wird, um die Bestäubung zu erzielen. In gewissem Sinne gilt dies schon von manchen unserer einheimischen Nelkenarten (Silene nutans, inflata, Lychnis flos cuculi, Saponaria), indem die sie besuchenden kleinen Eulen (Dianthoecia, Mamestra) nicht nur den Honig saugen, sondern auch mit langer Legeröhre ihre Eier in die Blüte legen, worauf die jungen Larven im Inneren des Fruchtknotens einen Teil des jungen Samens auffressen. Auch beim Wundklee, Blasenstrauch (Colutea) usw. geschieht Ähnliches seitens gewisser Bläulinge. Besonderes Interesse aber hat von jeher die Bestäubung der nordamerikanischen Yucca-Arten wie der formenreichen Gruppe der Feigenbäume hervorgerufen. Bei den zu den Liliaceen gehörigen, durch große, weiße, glockenförmige Blüten ausgezeichneten Yucca-Arten handelt es sich um kleine Motten aus der Gattung Pronuba, welche die Bestäubung vermitteln. Die Weibchen fliegen abends in die weitgeöffneten Blüten, packen mit dem eigentümlich verlängerten Endgliede ihrer Kiefertaster einen mächtigen Klumpen Blütenstaub und begeben sich mit demselben in eine andere Blüte. Hier nun legen sie mit langer Legeröhre ihre Eier in das Innere des Stempels, klettern dann zur Spitze desselben und stopfen dort den großen Pollenklumpen tief in den Narbentrichter (Abb. 38), auf diese Weise die Befruchtung und Fortentwickelung der für die Jungen zum Fraß bestimmten Samenknospen im Inneren des Stem-

pels herbeiführend. Da ein einzelnes Räupchen bis zur vollen Entwickelung nur 18 bis 20 Samen aufzehrt, der Fruchtknoten deren aber etwa 200 enthält, so bleibt selbst bei der Ablage von 5 und mehr Eiern immer noch eine stattliche Anzahl von unversehrten und zur vollen Reife gelangenden Samenanlagen übrig. Jedenfalls ist festgestellt, daß die Yuccamotten allein für die Übertragung des Blütenstaubes auf die Narbe in Frage kommen und für diese Funktion unentbehrlich sind, da die Yuccablüten niemals Früchte ansetzen, wo jene Motten fehlen.

Abb. 38. Yucca-Blüte, von Yucca-Motte bestäubt (vordere Blumenblätter entfernt).

Noch komplizierter ist die Bestäubung der Feigen, die bekanntlich keine einzelne Blüte darstellen, sondern einen ganzen, im Inneren eines krug- oder urnenförmig ausgehöhlten, an der Spitze noch durch kleine Hochblättchen geschlossenen Zweiges befindlichen Blütenstand. Dieser Blütenstand enthält bei dem gemeinen südeuropäischen Feigenbaum (Ficus carica) bei den meisten Exemplaren nur Stempelblüten (Abb. 39 d, e), doch finden sich auch Bäume, deren Urnen außerdem — nahe der Mündung — noch einfach gebaute Staubgefäßblüten besitzen (Abb. 39 a, b), in welchem Falle der Griffel der zugleich in diesen Feigen vorhandenen Stempelblüten von auffallender Kürze ist (Abb. 39 c). Die Bestäubung wird nun durch kleine Hautflügler aus der Gruppe der Chalcidier herbeigeführt, und zwar bei der in Rede stehenden südeuropäischen Feigenart durch Blastophaga grossorum. Die

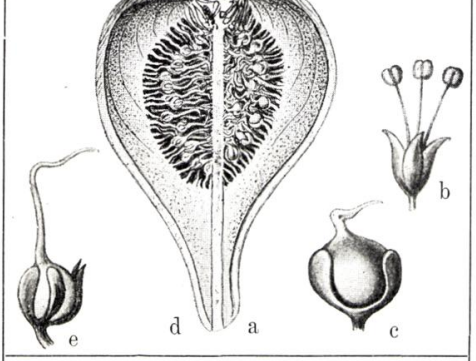


Abb. 39. a Schnitt durch eine halbe Feige mit männlichen und weiblichen Blüten (b u. c Einzelblüten), d Schnitt durch eine halbe Feige mit nur weibl. Blüten (e einzelne weibl. Blüte).

Tierchen kriechen in das Innere der Feigenurne und legen, falls es ſich um eine derjenigen Urnen handelt, in der die kurzgriffligen weiblichen Blüten und die Staubgefäßblüten ſtehen, mit ihrem Legebohrer durch den Griffelkanal ein Ei in den Fruchtknoten, der darauf zu einer die Raupe umhüllenden und nährenden Galle auswächſt. Beim Verlaſſen der Urne durch das Gatter der kleinen Hochblätter der Mündung beladet ſich das Inſekt mit dem Pollen der hier befindlichen Staubblätter und überträgt denſelben in die Urnen anderer Bäume, die vielleicht den erſt beſchriebenen Bau — nur mit langgriffligen Stempelblüten, ohne Staubgefäßblüten — beſitzen. Indem das Tierchen hier herumklettert, um in gleicher Weiſe ſeine Eier durch den Griffelkanal in den Fruchtknoten zu ſenken, beſtäubt es dieſe Blüten; ſeine Bemühungen betreffs der Eiablage bleiben aber in dieſem Falle inſofern erfolglos, als der Griffel dieſer Blüten für das Ausmaß der Legeröhre zu lang iſt: Die Eier bleiben im Griffelkanal ſtecken und gehen zugrunde, ſo daß die durch den miteingeführten Pollen befruchteten Samenknoſpen ſich ohne irgendwelche Schädigung entwickeln können. Der ganze komplizierte Mechanismus charakteriſiert ſich, im Gegenſatz zur Yuccablüte, als eine höchſt raffinierte und vortrefflich funktionierende Arbeitsteilung: Die kurzgriffligen Blüten in den auch Staubgefäße enthaltenden Urnen werden einfach den beſuchenden Inſekten als Nahrung für ihre Jungen geopfert; dagegen iſt dann aber in den übrigen, ſtaubgefäßloſen Urnen durch Verlängerung des Griffelkanals der Stempel dafür geſorgt, daß jede Schädigung unmöglich wird und die Samen zur Entwickelung gelangen. Der Unterſchied zwiſchen den gewöhnlichen, nur Urnen mit langgriffligen weiblichen Blüten tragenden Ficusbäumen und den Staubgefäße und kurzgriffligе weibliche Blüten in ihren Urnen beſitzenden, als Caprificus bezeichneten Bäumen war bereits den Alten bekannt. Auch iſt es an vielen Orten von alters her Sitte — ohne daß man natürlich den tieferen Zuſammenhang ahnte —, zur Hervorbringung ſamenhaltiger Feigen die gewöhnlichen Feigenbäume mit abgeſchnittenen Zweigen des Caprificus zu behängen („Caprification"), wodurch ja, wie wir jetzt wiſſen, das Überwandern der aus den Caprificus hervorkriechenden Chalcidier in die Ficusurnen und deren Befruchtung erleichtert wird. In Kalifornien gelang es nicht, ſchmackhafte Feigen zu gewinnen, bis durch Überführung des Caprificus und ſeiner Bewohner auch dort die Bildung reifer Samen in den Urnen ermöglicht war. Bei den Hunderten anderer Ficusarten exiſtieren augenſcheinlich im weſentlichen ähnliche, wenn auch vielfachen Modifikationen unterworfene Beſtäubungseinrichtungen.

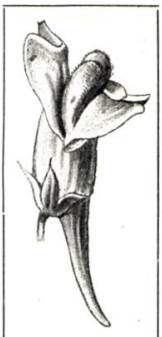


Abb. 40. Spornblüte des Leinkrauts.

Das bei weitem häufigste Nahrungsmittel, welches die Blüten den Insekten darbieten, ist der Nektar oder Blütenhonig, eine Lösung von Traubenzucker und Rohrzucker. Gegen 90% aller auf Insektenbesuch angewiesenen Pflanzen produzieren ihn. Er wird nur selten diosmotisch ausgeschieden, sondern quillt in der Regel aus den Spaltöffnungen umgewandelter, als Nektarien bezeichneter Gewebsteile sehr verschiedener Blütenorgane hervor, wo er entweder als feiner Überzug bzw. in Form von Tröpfchen hängenbleibt, oder aber — bei größeren Mengen — in besonderen Saftbehältern (manche Sporne, z. B. Viola, Linaria; Abb. 40) sich ansammelt. In der Mehrzahl der Fälle sind es die Blumen- bzw. Perigonblätter, welche am Grunde oder in besonderen Ausstackungen (Spornen) derartige Nektarien tragen (viele Ranunculaceen, Geisblattgewächse, Alpenrosen, Baldriane, Sonnentaugewächse, die Liliaceen, Amaryllidaceen, Orchideen usw.; Abb. 41a) oder ganz in solche umgewandelt sind (Nigella, Sturmhut, Nieswurz, Trollius, manche Anemonen usw.; Abb. 41b). Aber auch an den Staubgefäßen ist die Bildung von Nektarien nicht selten (Tulpe, Herbstzeitlose, Storchschnabel, Heidelbeere, Alsineen, Sileneen) und ebenso an verschiedenen Teilen des Stempels („Stempelpolster" der Doldenpflanzen, des Spindelbaums, des Efeus, des Steinbrechs; Wülste am Grunde des Fruchtknotens bei Gentianeen usw.) und des Blütenbodens (Prunus-Arten, Himbeere, Erdbeere, Labiaten, Borraginaceen, Scrophulariaceen). Bei der Kapuzinerkresse scheidet sogar der in einen langen Sporn ausgezogene Kelch den Blütenhonig aus.

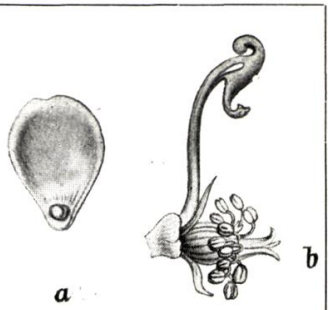


Abb. 41. Nektarien: a) vom Hahnenfuß, b) vom Sturmhut.

Verhältnismäßig selten ist der Fall, daß die Blüten vorwiegend nur schützende und zum Teil auch besonders warme[1]) Unterkunft bieten, woneben dann höchstens noch einige saftreiche Zellen der Innenwand der Behausung als Nahrung

1) Bei Arum kann die Temperatur innerhalb des Blütenstandshochblatts bis 16° über die Lufttemperatur steigen.

zur Verfügung geſtellt werden. Es gehören hierher vor allem die von einem großen Hochblatte umſchloſſenen Blütenſtände der Aroideen (Abb. 42) und die Blüten der Oſterluzeigewächſe. In beiden Gruppen ſind es namentlich kleine Fliegen- oder vielmehr Mückenarten, wie Psychoda, Chironomus, Ceratopogon uſw., welche oft in großer Zahl in dieſe lang krugförmigen Behälter eindringen und hier in ganz eigenartiger Weiſe zur Übertragung des Blütenſtaubes auf die Narbe anderer Blütenſtände bzw. Blüten gezwungen werden. Man hat die Vorrichtungen beim Aronsſtab und der Oſterluzei wohl als Keſſelfallen bezeichnet. Bei den Oſterluzeigewächſen (Abb. 43 a, b) ſehen wir die langröhrige Blumenkrone im Inneren mit ſteifen, abwärts gerichteten Haaren beſetzt, die, nach dem Prinzip der bekannten Mauſefallen, wohl das Hineinkriechen, nicht aber das Herauskriechen der kleinen Mücken ermöglichen. Am Boden der Blüte können die letzteren zunächſt nur zur Narbe gelangen, da die tief im Grunde ſtehenden Staubbeutel vorerſt noch durch die Narbenläppchen überdeckt ſind. Iſt aber die Narbe durch den mitgebrachten Blütenſtaub von den Mücken beſtäubt, ſo rollen ſich die Narbenläppchen aufwärts um und geſtatten den Zugang auch zu den Staubbeuteln, mit deren Pollen die überall einen Ausweg ſuchenden Tierchen ſich nunmehr bepudern. Iſt dies geſchehen, ſo vertrocknen die Haare der Blumenkronenröhre und geſtatten den Mücken freien Ausgang, die darauf in einer anderen Blüte das Spiel von neuem beginnen. Ähnlich ſind die Verhältniſſe bei den Blütenſtänden des Aronsſtabs, nur daß hier das den freien Ausflug hemmende Hindernis aus zwei Kränzen der

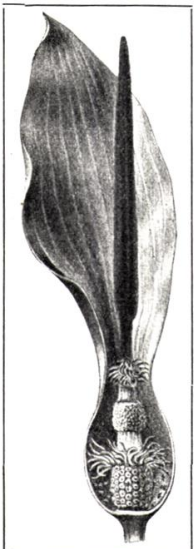


Abb. 42. Keſſelfalle vom Aronſtab, längsgeſchnitten.

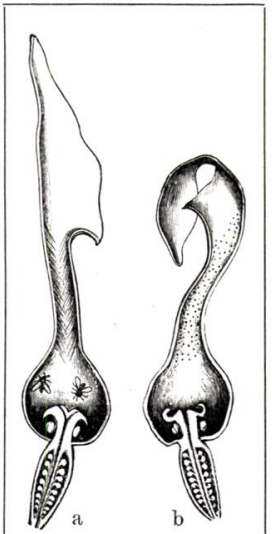


Abb. 43. Keſſelfalle der Oſterluzei: a) vor, b) nach der Beſtäubung.

Blütenstandsachse ansitzender, fleischiger Borsten gebildet wird. Dieselben sind so angebracht, daß die Mücken zunächst durch beide hindurch zu den am Grunde der Blütenstandsachse sitzenden weiblichen Blüten vordringen, dann, nach Bestäubung derselben und Vertrocknen des unteren Borstenkranzes, in die darüber liegende Region der hier ringförmig die Achse umschließenden Staubgefäße aufsteigen, wo sie sich frisch mit Pollen beladen und nun erst durch den jetzt ebenfalls vertrocknenden oberen Borstenkranz ins Freie gelangen können.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß die Blüten der Passionsblumen durch Ausbildung eines eigenartigen Reusenwerkes den besuchenden Kolibris außer Honig auch gefangene Insekten liefern, während die brasilianische Maregravia nepenthoides ihnen besondere Honigkrüge inmitten des einem umgekehrten Kronleuchter gleichenden Blütenstandes darbieten.

b) Die Anlockungsmittel der Blüten.

Als Anlockungsmittel haben, wie schon bemerkt, die Farben der Blüten zu gelten, sowie die Düfte, welche sie ausströmen.

Diejenigen Organe, welche als die hauptsächlichsten Träger der Farben erscheinen, gewissermaßen also die „Aushängeschilder" der Blüten darstellen, sind die Blumenblätter bzw. Perigonblätter. Vielfach sind jedoch auch die Kelchblätter lebhaft gefärbt, besonders dann, wenn etwa die Blumenblätter völlig in unscheinbare Nektarien umgewandelt sind (Sturmhut, Nieswurz, manche Anemonen usw.). Daneben finden sich nicht selten weithin scheinende Hochblätter (Astrantia, Cornus mas, Edelweiß, Wachtelweizen, Poincettia, Bougainvillea), leuchtende Staubgefäße (Weiden, Wiesenraute, echte Akazien, Metrosideros-Arten usw.), ja selbst farbige Blütenstiele und Blütenstandachsen (Andromeda, Eryngium). Wo die einzelne Blüte zu unscheinbar ist, um die Aufmerksamkeit der Insekten auf größere Entfernungen zu erregen, tritt in außerordentlich vielen Fällen eine Häufung, eine enge Vergesellschaftung zahlreicher Blüten ein, wodurch dann derselbe Effekt wie durch eine einzige große Blüte hervorgerufen wird. Ja diese Methode scheint sogar in bezug auf Bestäubung und Samenproduktion die vorteilhaftere zu sein, da gerade diejenige Pflanzenfamilie, welche in bezug auf die Anordnung vieler kleiner Blüten zu einem großen, scheinenden „Körbchen" am vollkommensten organisiert ist, die Familie der Korbblütler oder Compositen, bei weitem die größte unter allen Phanerogamen ist und wohl nahezu $^1/_{10}$ aller Blütenpflanzen umfaßt. Neben den Compositen haben namentlich noch die Dol-

denpflanzen ihre Blüten zu einer weithin ſcheinenden Fläche vereinigt. Nicht ſelten werden dieſe Blütenſtände dadurch noch auffallender geſtaltet, daß die Blüten des Randes größere und auch wohl anders gefärbte und geformte Blumenblätter beſitzen, wie diejenigen der Mitte (ſtrahlende Blüten vieler Doldenpflanzen, des Schneeballs, der Skabioſen, Iberis uſw., zungenförmige Randblüten der Compoſiten, große Röhrenblüten der Kornblume). Lebhafte Farbenkontraſte (Rand- und Scheibenblüten der Compoſiten, verſchiedene Färbung von Schiffchen und Fahne der Schmetterlingsblütler, rote Nebenkrone der weißen Narziſſe) erhöhen daneben oft die Wirkſamkeit des Anlockungsmittels. Umfärbung der Blüte, wie ſie z. B. beim Lungenkraut (Pulmonaria) nach der Beſtäubung von rot nach blau eintritt, zeigen den Inſekten bisweilen ſchon aus der Ferne an, wo ihr Beſuch noch erwünſcht und erfolgreich iſt: Nur die roten Blüten des Lungenkrautes werden von den ſie beſtäubenden Anthophora pilipes eines Beſuches gewürdigt.

In bezug auf die verſchiedenen Farben mag nur kurz bemerkt werden, daß blaue und violette Blüten von den Hummeln und Bienen bevorzugt werden, ſcharlachrote von den Faltern und Kolibris. Gelbe Blüten werden vornehmlich von Blütenſtaub ſammelnden Inſekten aufgeſucht, während die weiße und blaßgelbe Färbung häufig bei denjenigen Pflanzen zu finden iſt, welche auf den Beſuch der Abend- und Nachtfalter angewieſen ſind. Grüngelbe, ſowie ſchmutzige, trübe Färbungen in braun, violett und rot deuten auf Anpaſſung an verſchiedene Fliegengruppen. Bald nachdem die Beſtäubung vollzogen, pflegen die Blumenblätter als nunmehr überflüſſig zu welken und abzufallen. Sehr bezeichnend für ihre Aufgabe erſcheint es, daß ſie an unbefruchteten Blüten erheblich länger friſch bleiben, als an befruchteten.

Die Düfte der Blüten haben die Farbenwirkung der Blumenblätter augenſcheinlich zu unterſtützen, wirken auch zweifellos in der Regel auf weit größere Entfernungen, wie die Farben. Sie ſind von ſehr verſchiedener Art, ſogar oft bei ſehr nahen verwandten Formen. Aasgerüche finden ſich namentlich bei vielen Araceen, Ariſtolochien, Raffleſiaceen und Asclepiadeen (mit den Stapelia-Arten vom Kap) für die Gruppe der Aas- und Fleiſchfliegen. Beſonders durchdringend pflegen die Düfte derjenigen Blüten zu ſein, welche für den Beſuch der Nachtſchmetterlinge eingerichtet ſind; auch beginnt hier das Ausſtrömen der Gerüche erſt in den Abendſtunden. Der Blütenduft iſt nicht zu verwechſeln mit den ſehr verſchiedenen Düften, welche von vielen Pflanzen als Abwehrmittel gegen Weidetiere erzeugt werden (vgl. S. 46) und meiſt einen völlig anderen Charakter haben als die

Blütendüfte. So beſitzt die Koriandерpflanze einen ausgeſprochenen Wanzengeruch, der Schierling einen unangenehmen Mäuſegeruch, trotzdem die Blüten nach Honig duften. Am auffallendſten iſt dieſer Gegenſatz wohl bei gewiſſen Laucharten, deren widerlicher Knoblauchgeruch in manchen Fällen, wie beim Allium odoratissimum der Sahara, zunächſt von dem wunderbaren Vanilleduft der Blüten vollkommen übertäubt wird.

c) Vorrichtungen in den Blüten zur Sicherung der Beſtäubung durch die Tiere.

Die mannigfachen Aufwendungen, welche die Pflanzen gemacht, um die Inſekten zum Beſuche der Blüten zu veranlaſſen, wären natürlich zwecklos, wenn ſich nun nicht noch des weiteren Einrichtungen herausgebildet hätten, welche dahin zielen, daß die Inſekten bei dem Genuß der von der Pflanze gebotenen Nahrung zugleich auch die begehrte Übertragung des Blütenſtaubes auf die Narben anderer Blüten beſorgen, und zwar nicht nur gelegentlich und zufällig, ſondern mit möglichſter Regelmäßigkeit.

Bei der ungeheuren Mannigfaltigkeit der Inſektenwelt in Größe, Form, Mundwerkzeugen und Lebensgewohnheiten, und bei der im früheren bereits angedeuteten Verſchiedenheit der dargebotenen Genußmittel und deren Lagerung in der Blüte liegt es auf der Hand, daß jene Einrichtungen, welche eine Sicherung des Beſtäubungseffektes erſtreben, ebenfalls eine ſchier unüberſehbare Mannigfaltigkeit aufweiſen. Wir werden uns daher begnügen müſſen, nur einige allgemeine Geſichtspunkte hervorzuheben.

Bereits die Stellung der Blüte an ihrer Achſe iſt für die Art ihrer Beſucher nicht unweſentlich. Aufrechte Blüten, wie die der Dolden, Ranunkeln, Nelken, Skabioſen uſw., ſind auch den Käfern, Fliegen, Tagfaltern, Weſpen uſw. zugänglich, ſchräg abwärts gerichtete nur ſolchen, die keines Stützpunktes bedürfen und den Honig ſchwebend entnehmen, wie die Nachtfalter, Schwärmer, Schwebfliegen und Kolibris. Oft treten Drehungen des Blütenſtiels (Cytisus) oder des Fruchtknotens (die meiſten Orchideen) auf, um den Blüten die für den Anflug der Inſekten gewünſchte Stellung zu geben, und viele Blüten werden abwärts geſenkt, ſobald die Beſtäubung geſchehen iſt (Papilionaceen, Oſterluzei).

Von weit größerer Bedeutung als die Stellung der Blüten iſt ſodann das Fehlen oder Vorhandenſein des Nektars, die offene oder verſteckte Lage des letzteren und die hiermit in enger Beziehung ſtehende Form der Blumenkrone.

Die Form der reinen Pollenblumen (vgl. S. 70) ist in der Regel die einer aufrechten, flachen Schüssel, in welcher der etwa schon vor dem Insektenbesuch abfallende Blütenstaub wie in einer Schale aufgefangen werden kann. Als Besucher derselben sind vor allem zahlreiche kleine Blütenkäfer (Meligethes, Anthobium, Dasytes) zu nennen; aber auch Schwebfliegen, Waffenfliegen und echte Musciden, Blasenfüße und kurzrüsselige Bienen (Prosopis) stellen sich ein und finden in dem Pollen ihre Nahrung, sich dabei über und über mit dem feinen Staube bepudernd und ihn so auf die nächste Blüte übertragend, wo er zum Teil an den Narben abgestreift wird.

In bezug auf den Nektar ist vor allem zu unterscheiden, ob er offen zutage liegt, oder aber mehr oder weniger verborgen ist. Im ersteren Falle haben die Blüten im allgemeinen eine strahlig symmetrische, flach schüsselartige Form (Doldenpflanzen, Labkräuter, Ahorne, Linden, Kreuzdorn, Goldmilz, Moschuskraut usw.); ihre Farbe ist oftmals weiß oder grünlich. Als Besucher stellen sich namentlich die Blütenkäfer (Telephorus, Dasytes, Trichius, Anthrenus, Meligethes usw.) und kurzrüsselige Fliegen ein. Ist der Nektar nicht mehr völlig frei, sondern teilweise durch Haare, Schüppchen usw. verdeckt, wie bei den Kätzchen der Weiden, dem Kern- und Steinobst, den Mieren, vielen Kreuzblütlern, Sedum-Arten usw., so treten neben den Fliegen auch noch kurzrüsselige Bienen als Besucher hinzu, namentlich bei den gelben Blüten.

Liegt der Nektar, wie dies bei der großen Mehrzahl der Insektenblüten der Fall, völlig versteckt am Grunde einer mehr oder weniger glockig, röhrig oder trichterförmig vertieften Blumenkrone, so können im allgemeinen nur Insekten mit längeren Saugapparaten zu ihm gelangen. Ein großer Teil der hierher gehörigen Blüten zeigt trotz des Ausschlusses der Käfer, Wespen, kurzrüsseligen Fliegen und Bienen doch noch keine so spezifischen Einrichtungen, daß nicht jede Insektenart mit etwas längerem Rüssel den Nektar auffinden und zugleich die Bestäubung ausführen könnte. So ist es beispielsweise bei der großen Familie der Korbblütler (und der Kardengewächse), bei denen die Gesamtheit der Blüten eines Körbchens als Anflugsfläche dient, so auch bei zahlreichen andern, meist glockig oder röhrig geformten, vorwiegend rot oder blau gefärbten Blumen, wie dem Vergißmeinnicht, dem Flachs, Immergrün, Weiderich, den Sauerklee- und Storchschnabelarten, den Malven, Weidenröschen, kurzröhrigen Lippenblütlern (Thymus) und anderen. Neben langrüsseligen Fliegen und Bienen kommen auch Schmetterlinge beim Besuch dieser Blüten in Betracht.

Die höchste Stufe wechselseitiger Anpassung ist aber erst dort erreicht, wo die Blüte infolge ihrer spezifischen Einrichtungen der Hauptsache nach nur einer Insektengruppe oder gar nur ganz bestimmten Arten derselben angepaßt ist, meist also nur diesen die Entnahme des Nektars ermöglicht und ihnen dabei in ganz bestimmter Weise die Übertragung des Blütenstaubs auf die Narbe auferlegt. Von solchen „Blumen mit beschränktem Besucherkreis" lassen sich wieder drei Gruppen unterscheiden: die Fliegenblumen, die Bienen-(Hymenopteren)blumen und die Falterblumen.

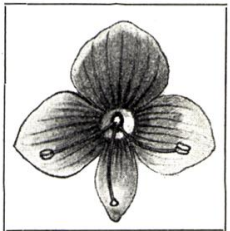


Abb. 44.
Blüte des Ehrenpreis.

Die Fliegenblumen zeigen, entsprechend den verschiedenen Körperdimensionen, Saugapparaten und Lebensgewohnheiten der Großfliegen, Aasfliegen und Kleinfliegen eine weitgehende Verschiedenheit ihres Baus. Speziell von Schwebfliegen unter den Großfliegen werden besucht die zierlichen, fast strahlig symmetrischen, weiß, rötlich oder himmelblau gefärbten Blüten der Ehrenpreisarten (Abb. 44), wobei die 2 Staubgefäße als Anflugstangen dienen, des Hexenkrauts (Circaea) und vieler Steinbrecharten, ferner die trübgefärbten Blüten der Euphorbien, die eine Ausscheidung von Nektar nur vortäuschenden sog. Täuschblumen (Parnassia), denen sich andere Täuschblumen (z. B. Einbeere) mit dem Besuche von Mücken und Kotfliegen anschließen. Die im späteren noch zu besprechenden „Klemmfallenblumen" (Vincetoxicum) werden von Blumenfliegen, Aasfliegen, Fleischfliegen und Raupenfliegen, einige (Asclepias) auch von Bienen besucht, während die S. 74 beschriebenen Kesselfallen (Aristolochia, Arum) ausschließlich die Kleinmücken (namentlich Psychoda) anlocken.

Nicht minder groß ist die Mannigfaltigkeit der Hymenopterenblumen, insonderheit der Bienenblumen, neben denen die Wespenblumen (einige Orchideen, wie Listera und Epipactis, Scrophularia, Feigenbaum [vgl. S. 71]) nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die Bienenblumen sind stets durch röhrigen Bau und oft durch rote, blaue oder violette Farben ausgezeichnet. Viele besitzen noch eine strahlige Symmetrie, so die engröhrigen der Rauhblättler (Anchusa, Lycopsis, Lithospermum, Pulmonaria) und Primeln, und die weiteröhrigen, das Eindringen des ganzen Insektenkörpers gestattenden der Kürbisgewächse, Glockenblumen, Fingerhutarten, Gentiana acaulis, Herbstzeitlose, Schwertlilien, Kaiserkrone usw. Auch hängende, mit Anklammerungsvorrichtungen versehene Blüten, wie die des Schneeglöckchens, des

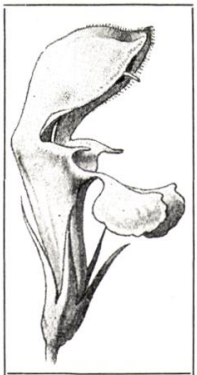


Abb. 45. Lippenblüte (Taubneſſel).

Beinwells (Symphitum), des Heidekrauts, gehören hierher. Häufiger aber iſt die Blüte zweiſeitig ſymmetriſch ausgebildet, wie dies ſchon beim Erdrauch, Lerchenſporn und Ritterſporn, in typiſcher Form aber bei den großen Familien der Lippenblütler (einſchließlich vieler Braunwurzgewächſe), der Orchideen und der Schmetterlingsblütler in die Erſcheinung tritt. Als „Anflugbrett" dient bei den beiden erſtgenannten Blütenformen (Abb. 45, 46) die meiſt noch durch beſondere, den Weg zum Nektar anzeigende „Saftmale" ausgezeichnete Unterlippe (Honiglippe der Orchideen); ſie trägt bei den ſog. maskierten Blüten (Löwenmaul, Leinkraut; vgl. Abb. 40) noch eine den Schlund verſchließende Vorwölbung (Gaumen), ſo daß nur beſonders ſtarke und ſchwere Inſekten mit ihrem Rüſſel bis zum Honig vordringen können. Oft finden ſich für den angeſammelten Nektar beſondere Spornbehälter (Leinkraut, Veilchen, viele Orchideen) ausgebildet. Im Gegenſatz zu der aus verwachſenen Blumenblättern gebildeten Blumenkronenröhre der Lippenblütler und Braunwurzgewächſe beſitzen die Orchideen und ebenſo die Veilchen freie Blumenblätter. Dasſelbe gilt von der Schmetterlingsblüte, deren Anflugsſtelle die zwei, durch die Schwere des Inſekts ſich nebſt dem Schiffchen ſenkenden Flügel darſtellen; ſie erſcheint gewiſſermaßen als die Umkehrung der Lippenblüte, inſofern ſich bei ihr, im Gegenſatz zu dieſer, die Befruchtungsorgane im unteren Abſchnitt der Blüte befinden und dadurch die Anheftung des Blütenſtaubs an der Bauchſeite des Inſekts bewirken, während bei den Lippenblütlern dieſe Anheftung an Kopf und Rücken erfolgt. Erwähnt ſeien ſchließlich noch als beſondere Formen der Bienenblumen die ſog. „Umwanderungsblüten", bei denen die Inſekten, um zu den durch Deckel, borſtenförmige Nebenkrone uſw. verſperrten Nektar zu gelangen, zu kreisförmiger Wanderung in der Blüte gezwungen werden (Nigella, Paſſionsblumen), und die den Keſſelfallen der Fliegenblumen verwandten „Immenfallen" (manche Orchideen, wie Cypripedium, Catasetum uſw.).

Abb. 46. Orchideenblüte.

Die Falterblumen endlich ſind in erſter

Linie durch die große Länge des zum Nektar führenden Weges ausgezeichnet, so daß eben nur Insekten mit besonders langem Rüssel bis zum Honig vordringen können (Abb. 47). Ein solcher kann allerdings auch bei gewissen Bienen vorhanden sein, so daß diese bei vielen Blumen den Faltern Konkurrenz zu machen vermögen, wie bei den Primeln, Gentianen, Nachtkerzen, Levkojen, Silene-Arten usw. Daneben ergibt sich aus der Geringfügigkeit der im Einzelfalle in Betracht kommenden Längenunterschiede daß unter zwei nahen verwandten Pflanzenarten die eine noch ganz wohl die Bienen befriedigen kann (Trifolium pratense, Viola canina), während die andere mit etwas längerem Nektarzugang (Trifolium alpestre, Viola calcarata) nur noch Faltern das Vordringen bis zu den Honigvorräten ermöglicht. Die meisten Falterblumen haben starken Geruch, die Tagfalterblumen brennende, meist rote Farben, die Nachtfalterblumen mehr lichte bis weiße Farben. Viele sind strahlig symmetrisch, engröhrig wie die Phlox-Arten und manche Enziane, oder mit freien, aber trotzdem zu langer Röhre vereinigten Blumenblättern, wie die Hauptmasse der Nelkengewächse (Dianthus, Silene, Viscaria, Agrostemma usw.). Andere sind zweiseitig symmetrisch und dann oft mit einem langen Sporn versehen (Gymnadenia, Anacamptis, Centranthus). Die längsten Blumenkronenröhren bzw. Sporne besitzen zweifellos die für Schwärmer eingerichteten Blüten, die Geisblattarten, Winden, Petunien, Gardenien, Nicotiana, Mirabilis, Platanthera (Abb. 48), ja eine madagassische Orchidee, das Angraecum sesquipedale, hat sogar einen Sporn von über 40 cm Länge und kann somit seines Nektars nur von einem Schwärmer beraubt werden, dessen Rüssel den unseres Windenschwärmers noch um das Mehrfache übertrifft.

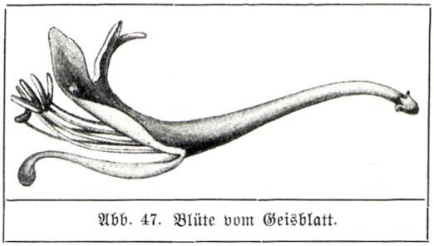


Abb. 47. Blüte vom Geisblatt.

Es versteht sich von selbst, daß die im vorstehenden gegebene Klassifikation der Blü-

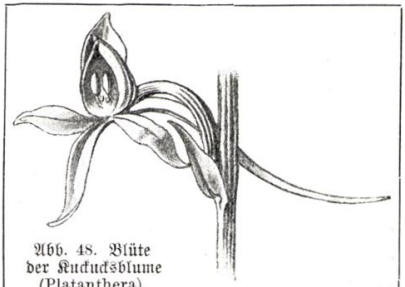


Abb. 48. Blüte der Kuckucksblume (Platanthera).

ten nach ihren Beſuchern für die große Mehrzahl der Blüten nur bedingte Geltung hat und in der Natur keineswegs ſo ſcharf ausgeprägt iſt, als es hier der Überſichtlichkeit halber geſchildert wurde. Auch mag noch ausdrücklich betont werden, daß die verſchiedenen Anpaſſungen an den Inſektenbeſuch zu der *natürlichen Verwandtſchaft* der Pflanzenformen nur verhältnismäßig geringe Beziehungen zeigen, da in ein und derſelben Familie vielfach Arten mit völlig verſchiedenem Beſtäubungsmodus auftreten. So ſind, um nur einige Beiſpiele zu nennen, in der Familie der Ranunculaceen gewiſſe Arten der Gattung Thalictrum *windblütig*, andere Arten dieſer Gattung nebſt den Anemonen und Clematis-Arten *Pollenblumen*, während die Hauptmaſſe der Ranunculaceen in ihren Blüten *Nektar* erzeugt und in den Gattungen Aquilegia, Delphinium, Aconitum, Nigella ſogar ausgeſprochene *Bienenblumen* ausgebildet hat. In der Familie der Braunwurzgewächſe finden wir nebeneinander reine *Pollenblumen* (Verbascum), *Fliegenblumen* (Veronica), *Weſpenblumen* (Scrophularia), *Bienen-* bzw. *Hummelblumen* (Antirrhinum, Linaria, Digitalis, Melampyrum) und *Falterblumen* (Alectorolophus-Arten, Erinus), und Ähnliches gilt von anderen Familien.

Neben der Lagerungsſtätte des Nektars und der allgemeinen Form der Blumenkrone kommen ſchließlich im Inneren des von ihr umſchloſſenen Raumes noch mannigfache Einrichtungen für den Beſuch der Inſekten in Betracht, die in Geſtalt von *Vorſprüngen*, *Leiſten*, *Haardickichten*, *Borſtenkränzen* uſw. dazu beſtimmt ſind, dem eindringenden Rüſſel nur *denjenigen Weg* zum Honig in der Tiefe zu erlauben, der mit Sicherheit gleichzeitig auch die *Beladung* mit *Blütenſtaub*, bzw. das *Abſtreifen desſelben* an der *Narbe* herbeizuführen geeignet iſt.

Die wichtigſte Rolle beim Beſtäubungsvorgang ſpielen natürlich die *Staubgefäße* und *Stempel* in der Blüte, ihre *Stellung*, ihr *Bau*, ihr *geſamtes Verhalten* bei dem jeweiligen Beſtäubungsmodus.

Daß die *Staubgefäße* teils nur ſparſam, teils überreichlich Blütenſtaub produzieren, wurde bereits S. 70 hervorgehoben. Der *Pollen* iſt in der Regel pulverförmig und ſtaubig, ſeltener breiig oder gar zu einem maſſigen Klumpen (Pollinarien der Orchideen und Asclepiadeen) vereinigt. Die mit ihm in Berührung kommenden Inſekten werden entweder über und über von demſelben bepudert (Doldenpflanzen, Skabioſen, Nelken, Roſen, Mohn, Anemonen, Magnolien, Araceen, Oſterluzei uſw.), oder es ſind Vorrichtungen getroffen, durch welche nur beſtimmte Stellen des Körpers, der Rüſſel, der Kopf, die Schultern, die Ober- bzw. Unterſeite des Abdomens, mit ihm beſtäubt,

belegt oder beklebt werden. So wird beispielsweise die Unterseite des Insektenkörpers mit Pollen behaftet bei den Scheibenblüten der Kompositen, dem Ehrenpreis, Sturmhut, Natterkopf, den Schmetterlingsblütlern (vgl. S. 80) usw., die Oberseite der Bienen bzw. Hummeln bei den Lippenblütlern, Braunwurzgewächsen, den Schwertlilien und anderen. Bei der Nachtkerze wird der Kopf der Schmetterlinge mit Blütenstaub bepudert, und ähnlich heften sich die Blütenstaubklumpen der Orchideen an die Stirn der Bienen (Abb. 49), während sie bei den Asclepiadeen an den Krallen der besuchenden Fliegen und Hautflügler hängenbleiben.

Abb. 49 Pollinarien einer Orchis an der Stirn einer Biene.

Selbstverständlich ist die Stellung der Staubgefäße durchweg eine solche in der Blüte, daß die honigsuchenden Tiere mit deren Pollen in Berührung kommen müssen, wobei vielfach zur Zeit der Reife des Staubbeutels Lagenveränderungen, Drehungen usw. zur Erreichung dieses Zweckes beobachtet werden, wenn nicht gar besondere Mechanismen ausgebildet sind, welche in oft überraschender Weise dafür sorgen, daß der Pollen gerade dann und nur dann in Aktion tritt, wenn ein Insekt zum Naschen des Honigs die Blüte besucht. Die Mannigfaltigkeit dieser Bestäubungsmechanismen ist groß. So wird der staub- oder pulverförmige Pollen vielfach durch besondere Streu-, Schlag- und Schleuderapparate aus den Antheren entleert, wenn die Blütenteile durch ein Insekt in ihrer Lage verändert bzw. erschüttert werden.

Besonders häufig unter den Streuapparaten sind die Streuzangen, deren Mechanismus darauf beruht, daß etwa zwei muschelförmig gehöhlte Staubbeutel (Abb. 50), wie bei Scrophularia, Pedicularis, Rhinanthus, Lathraea usw., mit ihren Höhlungen so gegeneinander liegen, daß der aus den Fächern austretende und in den Höhlungen sich ansammelnde Blütenstaub nur dann herausfallen kann, wenn die beiden Schalen selbst oder die sie tragenden Staubfäden durch den sich dazwischen schiebenden Rüssel des Insekts auseinander gebogen werden. Staubbeutel, die sich nicht durch Längsspalt, sondern mit Löchern öffnen (Vaccinium-Arten, Pirola, Cyclamen usw.) werden wohl als Streubüchsen bezeichnet (Abb. 51). Sie besitzen oft eigentümliche

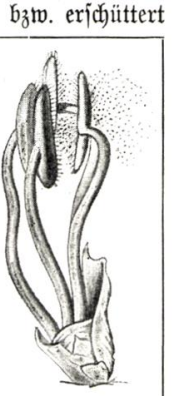


Abb. 50. Streuzangen von Pedicularis.

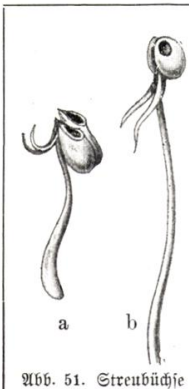


Abb. 51. Streubüchse a) der Bärentraube, b) der Glockenseide.

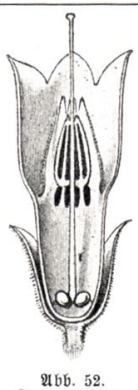


Abb. 52. Streukegel des Beinwell.

Fortsätze und Hörner, an welche die Insekten anstoßen, wobei dann der lockere Pollen partienweise durch die Erschütterung aus den Porenlöchern des Staubbeutelfaches herausfällt. Sogenannte Streukegel endlich findet man bei vielen Borraginaceen (Borrago, Symphitum, Cerinthe; Abb. 52) und bei den Soldanellen. Die quirlig angeordneten Staubbeutel sind hier zu einem Hohlkegel vereinigt, wobei das Herausfallen des Blütenstaubes aus den schlitzförmigen Öffnungen der Antherenfächer teils durch Anpressen an den Griffel (Soldanella), teils durch Lagerung der Schlitze gegeneinander so lange verhindert wird, bis durch das eindringende Insekt eine Verschiebung stattfindet. Beim Stiefmütterchen ist dieser Mechanismus insofern abgeändert, als hier die Erschütterung des Streukegels nicht direkt, sondern durch Heben des auf federndem Griffel befindlichen Narbenkopfes seitens des zum Sporn der Blüte vordringenden Rüssels bewirkt wird.

Schlagapparate entstehen häufig dadurch, daß die Staubfäden auf Reiz eine schnelle schlagende Bewegung ausführen, wie bei der Berberitze, wo die Staubgefäße zunächst in den schalenförmigen Blumenblättern verborgen liegen, durch Berührung des Staubfadens an seiner Basis aber nach innen schlagen. Ähnlich ist es bei den Opuntien. Komplizierter erscheint der Apparat der Salbeiarten, wo die schlagbaumartigen, am Grunde zu einem Plättchen vereinigten zwei Staubgefäße gelenkig an kleinen seitlichen Trägern befestigt sind, so daß sie eine schaukelnde Bewegung ausführen können. Stößt nun der Rüssel des besuchenden Insekts beim Eindringen in das Innere gegen das unpaare Plättchen der Staubgefäße, so schlagen diese mit ihrem oberen Teil nach vorn über und bestäuben so den Rücken des Insekts (Abb. 53a, b).

Mannigfacher Art sind sodann die Schleuderapparate, bei welchen der Blütenstaub durch die Federkraft gespannter Gewebe emporgeschleudert wird. Bei einer persischen Crucianella-Art schleudert der nach Öffnen der Blüte infolge von Druckbefreiung plötzlich sich streckende

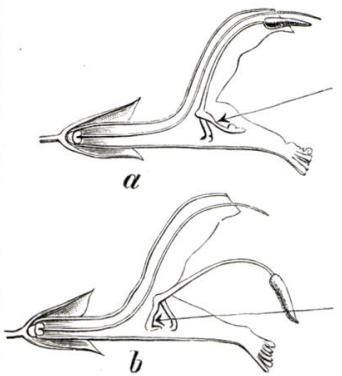


Abb. 53. Schlagapparat der Salbeiblüte.

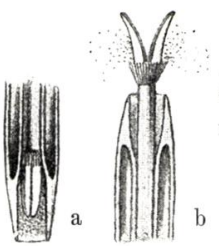


Abb. 54. Schleuderapparat der Kornblume.

Abb. 55. Griffelbürste der Erbse.

Griffel mit seiner kopfigen Narbe den über und neben ihr angesammelten Pollen in die Luft. Bei der Kornblume (Abb. 54a, b), der Eselsdistel (Onopordon) und anderen Korbblütlern verkürzen sich auf Reiz die Staubfäden der fünf den mit Kranzbürste oder Endschopf versehenen Griffel ringförmig bzw. hohlzylindrisch umschließenden Staubbeutel, ziehen also den Hohlzylinder abwärts, so daß hierdurch der auf der Innenfläche des Hohlzylinders ausgetretene Pollen seitens der Kranzbürste wie durch einen Kanonenwischer herausgefegt wird In ähnlicher Weise wird auch bei den Erbsen, Bohnen, Wicken, Platterbsen usw. der Blütenstaub, der sich an der Spitze des Schiffchens angesammelt hat, durch eine Griffelbürste (Abb. 55) herausgefegt; der auslösende Mechanismus besteht aber hier nicht in einer Verkürzung der Staubfäden, sondern in einer Charnierverbindung zwischen Schiffchen und Flügel der Blüte, welche bewirkt, daß das Schiffchen sich senkt und die Staubgefäße mitsamt dem Griffel heraustreten läßt, sobald die Flügel durch die Last des aufgeflogenen Insekts beschwert werden. Bei vielen anderen Schmetterlingsblütlern, wie beim Besenstrauch (Abb. 56), Ginster, Schneckenklee, Traganth, Ulex usw., erscheint der Apparat noch dadurch ver-

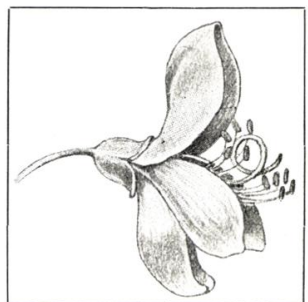


Abb. 56. Uhrfederapparat des Besenstrauchs.

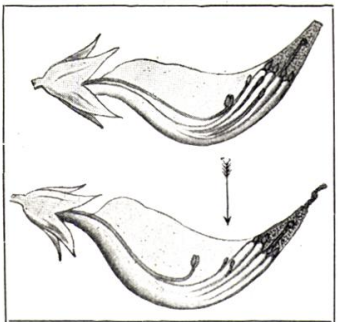


Abb. 57. Nudelpumpapparat des Hornklees.

vollkommnet, daß Staubgefäße und Griffel im Inneren des Schiffchens uhrfederartig gespannt sind und nun, beim Herabklappen des Schiffchens frei geworden, den Blütenstaub mit großer Kraft gegen die Unterseite des sie besuchenden Insekts schleudern.

Durch eine geringe Abänderung der soeben geschilderten Vorrichtungen erhalten wir den Pumpapparat, wie er ebenfalls bei vielen Schmetterlingsblütlern (Honigklee, Wundklee, Hauhechel, Lupine, Coronilla usw.) entwickelt ist. Der wesentliche Unterschied besteht nur darin, daß hier der Pollen nicht staubförmig, sondern breiartig-teigig ist, und daß die Staubgefäße nebst Griffel beim Senken des Schiffchens nicht aus demselben heraustreten, sondern mit ihren Vorderenden mehr nach vorn in die äußerste Spitze des Schiffchens gedrängt werden. Sie üben hierdurch auf den dort angesammelten breiigen Blütenstaub einen Druck aus, so daß er als feiner wurst- oder nudelförmiger Zylinder aus der Spitze des Schiffchens herausgepreßt (Abb. 57) und der Unterseite des Insekts angeklebt wird.

Besonderes Interesse hat von jeher die Bestäubung der Orchideen erregt, bei denen die Pollenkörnchen jedes Staubbeutelfaches durch Klebstoff zu einem soliden, ovalen oder keulenförmigen Klumpen, dem Pollinarium, verbunden sind (Abb. 58 a, b, c). Diese Blütenstaubklumpen bleiben zunächst in den schlitzförmig sich öffnenden Staubbeuteln verborgen, stehen aber an ihrem unteren, verjüngten oder gestielten Ende mit einer Klebscheibe (Rostellum) in Verbindung, die stets eine solche Lage hat, daß die auf der Honiglippe anfliegenden und ihren Rüssel in die Tiefe senkenden Insekten mit ihrem Kopfe daran stoßen. Die Klebscheibe haftet dann alsbald dem Insekt an, so daß die Pollenklumpen aus den Staubbeutelfächern herausgezogen werden und nun dem davonfliegenden Insekt wie zwei Stirnhörner ansitzen (vgl. Abb. 49). Im einzelnen herrschen hier große Verschiedenheiten; das Prinzip aber, auf dessen Klarstellung es bei unseren Darlegungen allein ankommt, ist überall im wesentlichen das gleiche.

Noch bei einer anderen Pflanzenfamilie, derjenigen der Asclepiadaceen, findet sich eine solche Vereinigung der Pollenkörnchen zu kompakten Massen oder Pollinarien. Dieselben sind aber nicht weich

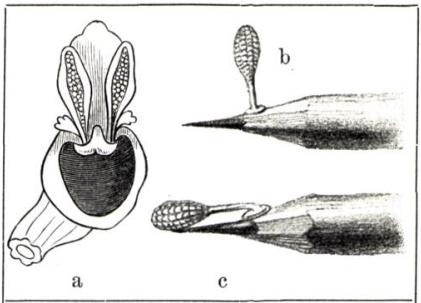


Abb. 58. a) Narbe und Staubbeutel des Knabenkrauts, b) u. c) Pollinarien mittels einer Bleifeder aus den Pollensäcken herausgezogen.

und klebrig wie diejenigen der Orchideen, sondern hart und trocken, und statt der Klebscheibe sehen wir am Grunde der langgestielten, zwei verschiedenen Staubbeuteln entstammenden Pollinarien ein unpaares, beide verbindendes hornartiges Blättchen, das zweispaltig ist und infolge dieser Beschaffenheit die Fähigkeit besitzt, die Fußkrallen bzw. den Rüssel der besuchenden Insekten in diesem Spalt einzuklemmen. Es hat daher den Namen „Klemmkörper" erhalten. Die Klemmkörper sind in der sehr seltsam gebauten, von einer mächtigen, glatten Narbenplatte zum großen Teil überdeckten Blüte so in der Tiefe schlitzförmiger Höhlungen angebracht, daß die Krallen (bzw. Rüsselspitze) der besuchenden Insekten beim Eingreifen in diese Schlitze von den Klemmkörpern wie von Fußangeln gepackt werden, wodurch dann beim Abfliegen des Tieres der Klemmapparat mitsamt den an ihm befestigten Pollensäcken aus der Blüte herausgerissen und alsbald auf die Narbe einer anderen Blüte übertragen wird.

Wenn durch diese und ähnliche Vorrichtungen erreicht wird, daß das honigsuchende Tier bei Gelegenheit der Bewirtung nun auch wirklich mit Pollen sich bestäubt, so ist in analoger Weise durch mancherlei Mittel dafür gesorgt, daß der entnommene Blütenstaub tatsächlich dahin gelangt, wohin die Pflanze ihn zu haben wünscht, nämlich auf die Narbe einer anderen Blüte. Zum Festhalten des Pollens ist die Narbe oft federig gefranst, oder sie trägt dicht gereihte zarte Papillen, in denen sich der pulverförmige Blütenstaub wie in einer Bürste oder in Samt fängt. In anderen Fällen ist die Narbe mit Klebstoff überzogen, so daß der darüber streifende Pollen an ihr hängenbleibt. Das Problem, das zu lösen war, besteht nun im wesentlichen darin, daß dieselbe Körperstelle des Insekts, die vordem mit Pollen belegt wurde, in der dann besuchten Blüte mit den aufnahmefähigen Narbenflächen in Berührung kommt. Häufig wird dies durch einen einfachen Platzwechsel von Staubbeuteln und Narben erreicht. So verdeckt beim Studentenröschen (Parnassia) zunächst eins der fünf Staubgefäße nach dem anderen die Narbe und macht die Bestäubung derselben unmög-

Abb. 59. Blüte vom Studentenröschen; der letzte Staubbeutel überdeckt die Narbe.

lich. Sobald aber der letzte Staubbeutel (Abb. 59) abgefallen, wird die Narbe frei und kann nun erst bestäubt werden. Ähnlich ist es bei der Spornblume (Centhranthus), die aber nur ein Staubgefäß besitzt, und bei der Waldbalsamine (Impatiens), wo die fünf eine Kappe bildenden Staubgefäße erst abfallen müssen, bevor die Narbe entblößt ist. Bei den Nelkengewächsen, den Steinbrecharten, manchen Gentianen usw. stehen die 2—5 Narbenstrahlen anfangs zusammengeklappt und aufgerichtet. Sobald aber die Staubbeutel der die Honigzugänge flankierenden Staubgefäße abgefallen sind, *spreizen* die Narbenlappen sich *wagerecht aus* und nehmen mit ihren Enden nunmehr denselben Platz ein, an dem vorher die Staubbeutel standen. Bei den Salbeiarten biegt sich der anfangs ganz in der Oberlippe verborgene Griffel später tief bogenförmig *abwärts*, so daß seine zwei Narbenblättchen jetzt etwa dort stehen, wohin die schaukelnden Staubgefäße mit ihren Staubbeuteln gelangen, wenn sie durch den in die Tiefe dringenden Rüssel der Hummel in Tätigkeit gesetzt werden. Ein ähnlicher *Platzwechsel* der Narben und Staubbeutel findet sich noch bei vielen anderen Pflanzen, wie bei der Nieswurz, dem Geisblatt, dem schmalblättrigen Weidenröschen, der Tollkirsche, dem Bilsenkraut, der Braunwurz usw., während bei noch wieder anderen Formen Staubbeutel und Narbe in verschiedenen Blüten derselben Art *von vornherein* eine derart verschiedene Stellung haben, daß die besuchenden Insekten in der einen Blüte den Blütenstaub aufnehmen, in der anderen aber ihn an der hier die gleiche Stellung einnehmenden Narbe abstäuben (Heterostylie der Primeln, Hottonia, Pulmonaria, Linum, Oxalis, Lythrum usw.; Abb. 60). Bei vielen Korbblütlern, Skabiosen, Doldenpflanzen pflegen sich die Narben erst völlig zu entwickeln, wenn die benachbarten Staubgefäße abgefallen oder verschrumpft sind, so daß also die Oberflächen dieser Blütenstände *anfangs* vornehmlich nur die Staubbeutel, *später* an Stelle dessen die Narben den Besuchern entgegenstrecken. Zuweilen wird durch nachträgliche *Erweiterung* der Blumenkrone ein ähnlicher Wechsel von Aufnahme und Abgabe des Pollens erreicht, so bei verschiedenen Kreuzblütlern, deren Eingangsöffnung anfangs so eng ist, daß das eindringende Insekt die Narbe in der Mitte streifen muß,

während bei weiterem Öffnen nur die mehr peripheriſch geſtellten Staubbeutel berührt werden. Bei der Haſelwurz (Asarum) ſind anfangs die drei Perigonzipfel derart eingeſchlagen, daß für die beſuchenden kleinen Fliegen nur drei enge Eingangsſpalten vorhanden ſind, durch die ſie notwendig zur Narbe gelangen, während ſpäter die Zipfel aufklappen und ſo freien Zugang zum Honig und zum Pollen, ohne den Umweg über die Narbe, gewähren. Bei mehreren Braunwurzgewächſen (z. B. Mimulus) und Utricu-lariaceen ſtellt ſich der untere Zipfel der zweilappigen Narbe in der engen Blumenkronenröhre dem eindringenden Rüſſel derart in den Weg, daß der an letzterem haftende Pollen notwendig dort abgeſtreift werden muß. Darauf *klappt* dieſer Narbenzipfel gegen den oberen *zuſammen*, ſo daß nun die in der Tiefe angebrachten Staubbeutel den Rüſſel aufs neue beſtäuben können, ohne daß beim Herausziehen dieſer Blütenſtaub mit der Narbe in Berührung kommt. In etwas abweichender Weiſe wird bei dem gemeinen Stiefmütterchen durch eine am Griffelkopf angebrachte Klappe die Narbe nach der Beſtäubung geſchloſſen, um die Beſtäubung durch den Pollen der eigenen Blüte zu verhüten. Bei der Übertragung der Pollinarien der Orchideen auf die Narbe erfahren die der Stirn hörnerartig anſitzenden Stiele der Pollenklumpen durch Austrocknen eine derartige *Drehung* und Neigung nach vorn (vgl. Abb. 58 b und c), daß die Spitze der Klumpen bei der nächſten Blüte direkt auf die Mitte der breitflächigen, klebrigen Narbe trifft, und hier zum Teil hängenbleibt, während das Inſekt ſeinen Rüſſel in die Tiefe ſenkt.

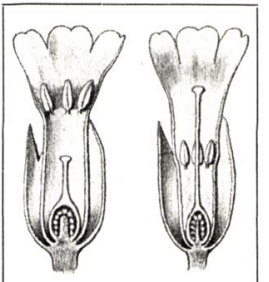


Abb. 60. Heteroſtylie zweier Primelblüten.

Durch ſolche und zahlreiche andere Anpaſſungen, deren Mannigfaltigkeit in dieſer kurzen Überſicht nur in großen, allgemeinen Zügen angedeutet werden konnte, haben die phanerogamiſchen Pflanzen es im Laufe ihrer phylogenetiſchen Entwickelung in der Tat erreicht, daß die für eine „Auffriſchung des Blutes“ ſo wichtige Vereinigung von Geſchlechtszellen *verſchiedener* Exemplare mit einer ſtaunenswerten Regelmäßigkeit und Sicherheit durch das Medium der Inſekten und anderer blütenbeſuchender Tiere ſich vollzieht. Im Anfang war es vermutlich nur überſchüſſiger Blütenſtaub, der den Tieren geboten wurde. Sodann kam es zur Ausbildung von Nektarien ſowohl an den Staubgefäß- wie an den Stempelblüten, d. h. zu einem Stadium, wie es heute

etwa noch die Weiden zeigen. Daneben scheint die Vereinigung beider Befruchtungsorgane in der nämlichen Blüte schon früh als besonders vorteilhaft sich herausgestellt zu haben. Es folgte die Umfärbung der Blütenhüllen zu bunten Aushängeschildern, die Entwickelung der Düfte, bis dann schließlich — wohl erst am Anfang der Tertiärzeit — die unendliche Reihe der Spezialisierungen und der Anpassungen an ganz bestimmte Tiergruppen sich herausbildete, die es uns heute oft schon auf den ersten Blick ermöglichen, zu sagen, ob wir es mit einer Käfer- oder Fliegenblume, einer Blume für Bienen-, Falter- oder Kolibribesuch zu tun haben.

d) Die Anpassungen der Insekten an die Blüten.

Es liegt auf der Hand, daß so langwierige und tiefgreifende Anpassungsprozesse zur Herstellung von regelmäßigen Wechselbeziehungen zwischen Tier und Pflanze nicht an den Blüten und ihren Organen allein zum Ausdruck kamen, sondern daß in ähnlicher Weise auch die Besucher der Blüten sowohl im Bau ihrer Organe wie in ihren Gewohnheiten und Instinkten beeinflußt wurden. Die aus sehr verschiedenen Kieferteilen hervorgegangenen und daher sehr verschiedenen Bau zeigenden Saugapparate zur Aufnahme des Honigs bei Käfern, Fliegen, Bienen und Schmetterlingen (Abb. 61) müssen ganz ausschließlich als solche Anpassungen an den Besuch der Blüten angesehen werden. Namentlich in der Gruppe der echten Apiden kann man noch an einer Reihe verschiedener Typen (Prosopis — Andrena — Halictus — Anthophora) die allmähliche Ausgestaltung von Unterlippe und Unterkiefern bis zu dem auf der Höhe der Entwickelung stehenden Saugrüssel der Bienen und Hummeln verfolgen. Bei manchen Bockkäfern (Leptura, Strangalia) erscheinen Kopf- und Halsschild für den Blütenbesuch verlängert, bei den südbrasilianischen Nemognatha-Arten sind die Laden der Unterkiefer sogar zu einem 12 mm langen Saugrohr ausgebildet. Neben den kurzrüsseligen Musciden mit ihren fleischigen Tupfpolstern der Unterlippe kennen wir die langen Saugrohre der Bombyliiden, Conopiden, Rhingien und anderer, und während der Rollrüssel der Eulen meist nur eine beschränkte Länge besitzt, kann er bei manchen Schwärmern (z. B. Macrosilia cluentius aus Brasilien) eine Länge bis zu 20 cm und wahrscheinlich noch mehr (vgl. S. 81) erreichen, so

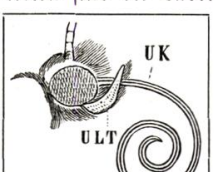


Abb. 61. Rüssel eines Tagfalters.

daß er bis auf den Grund der tiefſten Blumenkronenröhren vorzudringen vermag.

Abb. 62. Honigbiene mit Pollenklumpen (vergrößert).

Auch die Behaarung des Körpers, die für das Auffangen des Blütenſtaubes von großer Wichtigkeit iſt, dürfte in Ausbildung und Lokaliſation vielfach durch die beſonderen Verhältniſſe der zu beſuchenden Blüten beeinflußt ſein. Beſonders gilt dies von denjenigen Inſekten, die neben dem Honig auch Blütenſtaub begehren oder wohl gar in beſonderen Sammelapparaten für ihre Brut eintragen. Bekannt iſt es ja, daß die gemeine Honigbiene am erſten Tarſus der Hinterbeine einen vollſtändigen Bürſtenapparat für den Pollen beſitzt, und daß dieſer Pollen dann, zum Klumpen geballt, in einer ſchaufelförmigen, durch ſtarre Borſten überdeckten Vertiefung der Außenſeite der Hinterbeinſchienen, dem ſog. Körbchen, aufgeſpeichert und ſo nach Hauſe getragen wird (Abb. 62). Ganz die gleichen Apparate finden wir bei den Hummeln. Bei anderen Apiden ſind dieſe Einrichtungen weniger vollkommen und beſchränken ſich im allgemeinen auf ſtärkeren, oft mehr oder weniger borſtenförmigen Haarbeſatz an beſtimmten Stellen des Körpers, wonach man dann wohl Schenkelſammler (Halictus, Andrena, Dasypoda uſw.), Schienenſammler (z. B. Eucera, Anthophora) und Bauchſammler (Osmia, Anthidium, Megachile uſw.) zu unterſcheiden pflegt.

2. Die Verbreitung der Samen und Früchte durch Darbietung von Nahrung.

Lernten wir in den Klettvorrichtungen ein Mittel kennen, durch welches manche Pflanzen, ohne Gegenleiſtung zu bieten, das Tier zum Transport ihrer Samen und Früchte zwingen, ſobald es durch Zufall in ihren Bereich kommt, ſo haben wir uns nunmehr mit der jedenfalls noch ſicherer zum Ziele führenden Methode anderer Pflanzen zu beſchäftigen, entſprechend der Heranziehung der Inſekten zur Pollenübertragung, durch Darbietung von Nahrungsmaterial und unter Ausbildung ſinnfälliger Anlockungsmittel die Tiere gewiſſermaſſer zu freiwilliger Dienſtleiſtung bei der Zerſtreuung der Samen zu veranlaſſen.

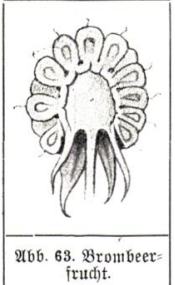


Abb. 63. Brombeerfrucht.

Da die Fruchtſchale vornehmlich nur dem Schutze des reifenden Samens dient und für die weiteren Schickſale des reifen Samens ohne Bedeutung iſt, ſo kann ſie ohne Bedenken geopfert werden, vorausgeſetzt, daß hierbei die Samen im Inneren vor etwaigen weiteren Gelüſten der Tiere geſichert ſind. Nach dieſem Prinzip iſt der Bau der ſog. Beerenfrüchte eingerichtet. Die Fruchtknotenwand wird beim Reifen mehr und mehr ſaftig oder fleiſchig, ſüß und wohlſchmeckend. Zur Anlockung entwickeln ſich nicht ſelten wohlriechende Äther (Erdbeere, Himbeere, Quitte, Ananas uſw.), und die äußere Schicht der Schale zeigt lebhafte Farben, am häufigſten rot (Kirſchen, Schneeball, Geisblatt, Vogelbeere, Johannisbeere, Traubenholunder, Berberitze, Mehlbeere, Stechpalme, Kellerhals, Maiblume, Spargel uſw.), ſeltener ſchwarzblau (Schlehe, Faulbaum, Holunderflieder, Weintraube, Bickbeere, Wacholder uſw.), weiß (Schneebeere, Miſtel) oder grün (Weintraube, Kartoffelbeere, Stachelbeere). Zur Steigerung der Sichtbarkeit ſind dieſe ſcheinenden Früchte oft in Trauben oder Trugdolden angeordnet, oder gar, gleich den Blüten der Korbblüttler, zu „Sammelfrüchten" vereinigt (Himbeere, Brombeere; Abb. 63) und bleiben, im Gegenſatz zu anderen Früchten, auch dann noch am Baume hängen, wenn die Blätter längſt abgefallen ſind, und die animaliſche Nahrung der Beerenfreſſer knapp zu werden beginnt. An wertvollen Eiweißſtoffen enthalten die Fruchtſchalen verhältnismäßig wenig. Als Beſucher werden in erſter Linie die beerenfreſſenden Vögel, die Droſſeln, Rotkehlchen, Fruchttauben uſw., herangezogen, die ſich von dem Fruchtfleiſche nähren; aber auch fliegende Hunde (für Feigen, Anonen, Bilbergien uſw.), Palmenroller (für Kaffeefrüchte), Affen uſw. kommen dabei in Frage. Die eingeſchloſſenen Samen ſind in der Regel durch ſteinharte Samenſchalen geſchützt, ſo daß ſie entweder achtlos zur Seite geworfen werden (Sperlinge — Kirſchkerne), oder aber beim Verſchlucktwerden der ganzen Beeren der Einwirkung der Verdauungsſäfte widerſtehen und unverändert teils aus dem Kropf, teils mit dem Kot ausgeſchieden werden. Dieſe letztere Art der Verbreitung der Samen erſcheint um ſo vorteilhafter, als hierdurch zugleich für die Keimung eine Portion ſtickſtoffhaltiger Dungſtoffe dem ſich entwickelnden Pflänzchen beigegeben wird.

Dieſes allgemeine Schema kann nun im einzelnen mannigfache Abänderungen erleiden. Statt der Fruchtknotenwand können auch andere Organe in der Umgegend des Stempels fleiſchig und ſchmackhaft wer-

den, wie der Blütenbodenkegel bei der Erdbeere, der Blütenbodentrichter bei der Roſe (Hagebutte) und dem Kernobſt, das Perigon bei der Maulbeere, der „Samenmantel" beim Spindelbaum (Evonymus) und bei der Muskatnuß. Bei der Maulbeere (Abb. 64) iſt ein ganzer Blütenſtand zu einer „Scheinbeere" vereinigt, und dasſelbe iſt in noch höherem Maße der Fall bei den Feigen, die eine fleiſchig gewordene Blütenſtandsachſe mit zahlreichen Blüten im Inneren darſtellen. Die Samen ſind nicht immer durch die Härte und Feſtigkeit der Samenſchalen geſchützt, ſondern oft durch eine innere, holzig werdende Schicht der Fruchtſchale, wie bei der Walnuß und den Steinfrüchten (Kirſche, Pflaume, Pfirſich uſw.); auch durch Bitterſtoffe und ſchlechten Geſchmack der Samenſchale kann das Verzehren der Samen verhindert werden (Apfelſine).

Wie bei dem Beſtäubungsakt für den Transport des Pollens zuweilen ſelbſt die Samenknoſpen und Samen geopfert werden (Yucca, Ficusarten), ſo auch iſt für die Verbreitung mancher Früchte der Samen ſelbſt das den Tieren zum Fraße dargebotene Objekt. Nur in Anbetracht der im früheren (S. 13) beſprochenen ungeheuer hohen Vernichtungsziffer der Keime iſt es verſtändlich, daß ſelbſt bei einer ſcheinbar ſo unrationellen Methode die Pflanze doch noch zweifellos beſſer fährt, als wenn die Samen oder Früchte alle unmittelbar auf dem Boden der Mutterpflanze ihre Heimſtätte aufſchlagen müßten. Die einzige „Anpaſſung", die hier den Pflanzen zugute kommt und augenſcheinlich bewirkt, daß trotz des zum Freſſen Geeignetſeins zahlloſe Samen dieſem Schickſal entgehen und fern von der Mutterpflanze zum Keimen gelangen, dürfte darin beſtehen, daß die Früchte, deren Samen verſpeiſt zu werden pflegen, auffallend glatt und rund ſind (Eicheln, Haſelnüſſe, Zirbelnüſſe), ſo daß ſie den Klauen der Säugetiere und Vögel, der Eichhörnchen, Haſelmäuſe, Eichelhäher, Nußhäher uſw., leicht entgleiten und dann im Laub und Moos des Untergrundes deren weiteren Nachſtellungen entgehen. Auch weiß man beiſpielsweiſe von den Eichhörnchen und Hähern, daß ſie ſich hier und da im Walde Magazine anlegen, ohne dieſelben jedoch immer wieder auffinden zu können oder aufzuſuchen. Ein ähnliches Entgleiten und Verſtreuen dürfte auch bei vielen kleineren Sämereien ſtattfinden, die den Finken, Hänflingen, Stieglitzen, Meiſen uſw. zur Nahrung dienen.

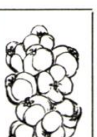


Abb. 64. Maulbeere.

Auch Inſekten und zwar ſpeziell die Ameiſen beteiligen ſich vielfach an der Verbreitung mancher Samen. Von einheimiſchen Ameiſen beſitzt namentlich die Raſenameiſe

(Tetramorium caespitum) eine große Liebhaberei für Samen und häuft davon eine Menge in ihren Vorratskammern an. Die in Betracht kommenden Samen[1]) zeichnen sich faſt alle durch ein beſonders großes, der Schale äußerlich anhaftendes, fleiſchiges Wärzchen, die Samen- oder Nabelſchwiele, aus, die von den Ameiſen allein begehrt wird, während ſie den Samen ſelbſt unverſehrt laſſen. Neben den Samen des Gartenveilchens, des Wachtelweizens, der Möhringie uſw. werden vor allem diejenigen des Schöllkrautes von den Ameiſen weithin verſchleppt und häufig gerade an ſolche Stellen, wie Mauerritzen uſw., an denen der Samen ohne fremde Hilfe wohl ſchwerlich ſich hätte anſiedeln können. Grasſamen werden namentlich von der ſüdeuropäiſchen Atta barbara in großen Mengen eingeſammelt.

Die Schnecken ſpielen bei der Verbreitung der Pilzſporen eine wichtige Rolle, ja Verſuche haben gezeigt, daß die Sporen vieler Hutpilze überhaupt erſt dann keimen, wenn ſie vorher den Darm der Schnecken paſſiert haben.

3. Symbioſe von Tieren und Pflanzen.

Wenn wir unter Symbioſe ein Sichaneinanderſchließen zweier Individuen verſchiedener Organiſation verſtehen, durch das beiden Beteiligten annähernd gleiche Vorteile erwachſen, ſo dürfen wir auch zwiſchen Pflanze und Tier eine Reihe ſolcher Symbioſen annehmen, die ſich dann ſehr natürlich in zwei Gruppen ſcheiden, nämlich in ſolche, bei denen die Pflanze der „Wirt", das Tier ſozuſagen der hilfreiche Gaſt iſt, und in ſolche, bei denen das Umgekehrte der Fall.

a) Tieriſche Gäſte in Pflanzen.[2])

In erſter Linie kommen hier diejenigen Pflanzen in Betracht, die mit den verſchiedenen Gruppen der Ameiſen in irgendwelche regel-

1) Vgl. Sernander, R.: Entwurf einer Monographie der europäiſchen Myrmecochoren. Kgl. Svenske Ak. Handb. Bd. 41, 1907.

2) Vgl. Delpino, F.: Funzione mirmecofila nel regno vegetale, Bologna 1886—89. Derſelbe: Piante formicarie in: Bull. orto bot. Napoli, Bd. 1, 1899—1903. Huth, E.: Ameiſen als Pflanzenſchutz. Verzeichnis der bisher bekannten myrmecophilen Pflanzen, Berlin 1886. Schimper, W.: Die Wechſelbeziehungen zwiſchen Pflanzen und Ameiſen im tropiſchen Amerika, Jena 1888. Treub, M.: Sur le Myrmecodia echinata. Ann. jardin de Buitenzorg III und VII. 1883 und 1888. Warburg, O.: Über Ameiſenpflanzen (Myrmecophyten) in: Biolog. Centralblatt Bd. 12, 1892. v. Ihering, H.: Die Ameiſen von Rio Grande do Sul in: Berlin. Natw. Zeitſchr. Bd. 39, 1894.

mäßigen Wechſelbeziehungen getreten ſind. Die Zahl dieſer Ameiſenpflanzen" oder Myrmecophilen im weiteſten Sinne iſt eine ſehr beträchtliche, da man bereits gegen 3000 Arten derſelben kennt. Bei der Mehrzahl handelt es ſich indes nur um verhältnismäßig lockere Beziehungen, indem ſich das Wechſelverhältnis darauf beſchränkt, daß die Pflanzen an den verſchiedenſten Organen, die nicht zur Blüte gehören, wie Blattſtielen, Blättern, Nebenblättern uſw., Honig ausſcheidende Drüſen, ſog. extranuptiale Nektarien, ausbilden, die von den Ameiſen ausgebeutet werden, wofür ſie dann als Gegendienſt die Pflanze von allerlei ſchädigendem Ungeziefer befreien. Schon bei vielen einheimiſchen Pflanzen, wie den Pappeln, dem Schneeball, Holunder, den Syringen, Wicken, Pflaumen, Mandeln uſw., ſind derartige Nektarien, vielfach ſogar mit wegweiſenden „Saftmalen", zu beobachten. In der oberitalieniſchen Tiefebene pflegt man am Fuße der Obſtbäume alte, mit Ameiſen beſiedelte Eichenſtümpfe zu befeſtigen, und die Chineſen der Provinz Canton ſchützen ihre Orangenbäume durch Anbringen von Neſtern baumbewohnender Ameiſen gegen Raupenfraß. Selbſt manche Gallen haben es merkwürdigerweiſe verſtanden, durch Honig- und Zuckerausſcheidung (Cynips quercus melliariae, Mellophorus bagoti in Mexiko und andere) oder klebrige Säfte (Cynips calycis, Aphilotrix sieboldi) die Ameiſen als Schutzgarde heranzuziehen.

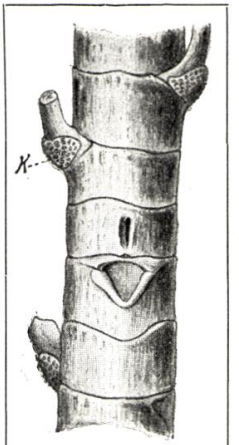


Abb. 65. Stamm von Cecropia mit Ausgangsöffnung für Ameiſen.

Ein weſentlich intimeres Verhältnis glaubte man längere Zeit dort zu erkennen, wo den Schutzameiſen außer Nahrung auch Wohnung ſeitens der Pflanze geboten wird. Dies iſt z. B. der Fall bei den im ganzen wärmeren Amerika verbreiteten Imba-uba-Bäumen oder Cecropien aus der Familie der Urticaceen. Im Stamme dieſer Bäume hauſen gewiſſe kleine Ameiſenarten aus den Gattungen Azteca und Crematogaster, die aus einer von der Pflanze ſelbſt durch weicheres Gewebe präformierten, dann von den Ameiſen gemachten ſchlitzförmigen Öffnung jedes Stengelgliedes (Abb. 65) nach außen gelangen können und dann mit Erfolg, die am Stamme emporkletternden Blattſchneideameiſen (Atta) bekämpfen ſollten, welche, wie S. 63 geſchildert, die Blätter des Baumes für ihre Pilzkulturen einernten wollen. Neuere Beobachtungen

Abb. 66. Myrmecodia-Knolle im Längsſchnitt.

machen es indes wahrſcheinlich, daß der vermeintlichen „Schutzgarde", obwohl ſie noch durch beſondere kleine Kölbchen (Müllerſche Körperchen) am Grunde der jungen Blattſtiele gefüttert wird, doch nicht die Rolle zufällt, die man ihr zuſchrieb, ſondern daß dieſe Ameiſen wohl mehr in die Kategorie der Raum- und Nahrungsſchmarotzer zu rechnen ſind. Nicht weſentlich anders dürften die Verhältniſſe bei den anderen Wohnpflanzen der Ameiſen liegen, ſo namentlich bei gewiſſen amerikaniſchen Acacia-Arten (Acacia cornigera, sphaerocephala), in deren nahe der Spitze mit Ausgangsöffnung verſehenen Rieſenſtacheln ſich Arten der Gattung Pseudomyrma anzuſiedeln pflegen, ſo auch bei Clerodendron fistulosum (Verbenacee) von Borneo, in deſſen Stamm als „Schutzameiſe" die Colobopsis clerodendri hauſt, bei der Palmenart Korthalsia, deren blaſig erweiterte Blattuten, bei der Palmenart Calamus annectens, deren zwei unterſte, ganz dem Stamm ſich anlegende Blattfiedern den Ameiſen Herberge gewähren, und bei vielen anderen Pflanzen aus den Familien der Euphorbiaceen, Myriſticaceen, Melaſtomaceen uſw. — Beſonderes Intereſſe erweckten auch gewiſſe oſtaſiatiſche, etwa $^3/_4$ Meter hohe, ſtrauchige oder krautige Epiphyten aus der Familie der Rubiaceen (Myrmecodia, Hydnophytum), deren unteres, dem Baume aufſitzendes Stammſtück zu einer oft faſt kopfgroßen Knolle angeſchwollen iſt (Abb. 66). Beim Durchſchneiden erſieht man, daß das fleiſchige Gewebe dieſer Knollen von einem vielverſchlungenen Labyrinth von Gängen und Kanälen durchzogen iſt, die von ſehr biſſigen Ameiſen (vorwiegend Irridomyrmex cordata und Cremastogaster deformatus) bewohnt ſind und auch frei mit der Außenwelt kommunizierende Öffnungen beſitzen. Auch hier ſcheint die urſprüngliche Annahme, daß es ſich bei dieſer eigenartigen Bildung um eine von der Pflanze ſpeziell dieſen Gäſten angepaßte und den normalen Ameiſenbauten etwa in alten Holzſtümpfen ungemein ähnliche „Ameiſenwohnung" handle, der Auffaſſung weichen zu müſſen, daß jene merkwürdige Knolle mit ihrem Kanallabyrinth in erſter Linie ein für die Pflanze ſelbſt nützliches Luftreſervoir darſtelle, das erſt nachträglich von den Ameiſen in ingeniöſer Weiſe für ihre eigenen Zwecke ausgenutzt wird. Jedenfalls bedarf die ganze Frage der Symbioſe zwiſchen

Pflanzen und Ameiſen einer erneuten, auf ſorgfältige Beobachtung geſtützten Prüfung.

Neben den Ameiſen wird man gewiſſe Rädertiere und Milben vielleicht als Symbionten der Pflanzen bezeichnen dürfen. In bezug auf die Rädertiere iſt es bekannt, daß manche Arten, namentlich aus der Gattung Callidina, oft in größeren Mengen in den eigentümlich urnenförmig geſtalteten Blattgebilden (Amphigaſtrien) gewiſſer Lebermooſe (Frullania) hauſen. Man nimmt an, daß dieſe Tierchen ſich von den in die Urne geratenen mancherlei Mikroorganismen, wie Sporen, Algenzellen, Infuſorien uſw., nähren und dann durch ihren Dünger der Pflanze Vorteil gewähren. Bei gewiſſen Arten Braſiliens ſind die kappenförmigen Amphigaſtrien ſogar genau der Geſtalt der ſie bewohnenden Rädertierchen angepaßt.

Eine ziemlich weit verbreitete Symbioſe ſcheint zwiſchen gewiſſen blattbewohnenden Milben[1]) (Eriophyes) und vielen Holzgewächſen zu beſtehen. Auf den Blättern dieſer Holzgewächſe findet man ſehr mannigfache kleine Verſtecke und Behälter ausgebildet, die ausnahmslos von Milben bewohnt werden und daher den Namen Acarodomatien erhalten haben. Sie beſtehen teils in dichten Haarſchöpfen in den Winkeln der Nerven auf der Blattunterſeite, wie bei den Linden (Abb. 67), Erlen, Ulmen, Ahornen, Haſelnüſſen, teils aus Umbiegungen des Blattrandes bzw. ſeiner Zähne, wie bei den Eichen, teils endlich aus kleinen Grübchen oder Täſchchen mit und ohne Haarbildungen, wie beim Kaffee, manchen Kreuzdorn- und Geißblattarten. Verſuche haben ergeben, daß die Milben bereits auf den Keimpflanzen wie an den Samen vorhanden ſind; anderſeits ließ ſich feſtſtellen, daß die Acarodomatien auch zur Ausbildung gelangen, wenn jegliche Milbeninfektion verhindert wurde. Dagegen iſt der Nutzen, den die Milben den Blättern gewähren, bisher wohl kaum genügend klargeſtellt. Lundſtröm glaubt, daß ſie vor allem eine Säuberung des Blattes von Pilzkeimen und anderen Unreinigkeiten bewirken; doch iſt es nicht ausgeſchloſſen, daß es ſich daneben auch um einen Schutz gegen Tiere handelt. In den Tropen ſcheint die Entwickelung der Acarodomatien ebenfalls weit verbreitet zu ſein (viele Rubiaceen, Bignoniaceen, Lauraceen uſw.).

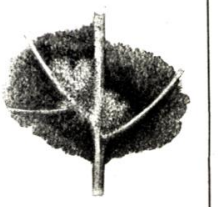


Abb 67. Acarodomatien auf der Unterſeite eines Lindenblattes.

1) Lundſtröm, A. N.: Die Anpaſſung der Pflanzen an Tiere, Upſala 1887.

b) Pflanzliche Gäste in Tieren.[1])

Schon seit langem kannte man eine Reihe grün gefärbter Tierformen im süßen Waſſer, wie gewiſſe Amöben (Amoeba viridis), Infuſorien (Euglena viridis, Stentor polymorphus, Bursaria), Schwämme (Spongilla fluviatilis, lacustris uſw.), Süßwaſſerpolypen (Hydra viridis), Würmer (Vortex viridis), deren Farbſtoff auffallende Übereinſtimmung mit demjenigen der Chlorophyllkörper zeigt; aber erſt ſeit etwa 30 Jahren wiſſen wir, daß es ſich bei dieſen Tieren, ähnlich wie bei zahlreichen Meerestieren aus den Gruppen der Radiolarien, Hydrozoen, Aktinien uſw., um eine höchſt merkwürdige Symbioſe jener Tierarten mit gewiſſen Algenformen (Chlorella bzw. Protococcus) handelt, die in den Geweben der Tiere ihren ſtändigen Wohnſitz aufgeſchlagen haben (Abb. 68). Die Anſicht, daß den beſiedelten Tieren von der Alge auch Nahrungsſtoffe zugeführt werden, wird neuerdings zwar beſtritten, doch wird ihnen der ſeitens der Alge ausgeſchiedene Sauerſtoff immerhin von einigem Nutzen ſein. Für die Algenzellen aber iſt infolge des tieriſchen Stoffwechſels beſtändig für eine reiche Zufuhr von Kohlenſäure geſorgt, und ebenſo dürfte ihr Stickſtoffbedarf von ſeiten der ſie umgebenden animaliſchen Gewebe gedeckt werden. Merkwürdig erſcheint es, daß dieſe Algenzellen von den tieriſchen Säften nicht verdaut werden, woraus man wohl auf eine diesbezügliche Anpaſſung ſchließen muß. Von einigen Tierſpezies (z. B. Hydra) hat man übrigens die ſymbiotiſchen Algenzellen iſoliert und gezüchtet, wodurch ihre Identität mit gewiſſen, auch ſonſt im Süßwaſſer verbreiteten Algen (Chlorella) erwieſen wurde; auch leben die Algenzellen noch längere Zeit fort, wenn

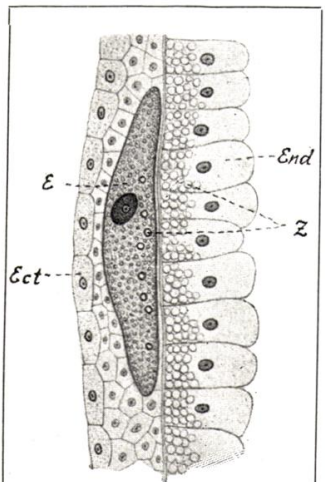


Abb. 68. Querſchnitt durch die Haut des grünen Süßwaſſerpolypen mit Algenzellen (*Z*).

1) Vgl. Brandt, K.: Über die morphologiſche und phyſiologiſche Bedeutung des Chlorophylls bei den Tieren. Mitt. Zool. Stat. Neapel, IV, 1883. (Mit Literaturverz.) — Hertwig, O.: Die Symbioſe oder das Genoſſenſchaftsleben im Tierreich. Jena 1883.

das Tier bereits abgeſtorben iſt. Im übrigen laſſen ſich manche Abſtufungen in der Ausbildung dieſer Art der Symbioſe unterſcheiden. So ſind beim Süßwaſſerſchwamm (Spongilla fluviatilis uſw.) durchaus noch nicht alle Individuen mit Algenzellen beſetzt, ſo daß man grüne und gelbe Exemplare unterſcheiden kann. Bei Hydra hingegen, und noch mehr bei Convoluta roscoffiensis, einer Turbellarie, ſind ſämtliche Exemplare der Art gleicherweiſe von den Algen infiziert, weil bei ihnen, im Gegenſatz zu den Spongillen, ein Teil der Algenzellen vom Entoderm aus bereits in das Ei einwandert, ehe es den Körper verläßt. Die Verſuche, farbloſe Hydra viridis ohne Zoochlorellen zu züchten, ſind daher erſt in jüngſter Zeit gelungen.

Neuerdings iſt durch Buchner[1]) auch eine Symbioſe zwiſchen Pilzen und Schildläuſen, in deren Innerem ſie leben, nachgewieſen.

Unter den Meerestieren zeigen namentlich die Radiolarien und zahlreiche Seeanemonen (Actinia-, Anthea-, Adamsia-, Sagartia-Arten uſw.), aber auch manche Schwämme, Meduſen, Würmer, ja ſelbſt Stachelhäuter eine ähnliche Symbioſe mit Algen. Die letzteren beſitzen aber hier nicht einen grünen, ſondern einen gelben Farbſtoff und werden als Zooxanthellen bezeichnet. Bei den Radiolarien befinden ſie ſich in der die Zentralkapſel umgebenden Gallerthülle, bei den Seeanemonen in den Zellen der die Leibeshöhle auskleidenden Entodermſchicht. Ihre Beziehungen zu den Wirtstieren dürften die gleichen ſein wie die der chlorophyllgrünen Algen in den Süßwaſſerbewohnern.

Von anderen, weniger innigen Symbioſen zwiſchen Tier und Pflanze ſei noch der durch Kammerer[2]) bekannt gewordenen Libellenlarven (Aeshna) gedacht, die in einem häufig zum Wäſcheſpülen benutzten Weiher dicht mit grünen, auf der Haut haftenden Algenfäden (Oedogonium) bewachſen waren. Wie Verſuche ergaben, war für die Larven augenſcheinlich die durch den Algenbeſatz geſteigerte Sauerſtoffzufuhr von Vorteil, während für die Alge eine geſteigerte Nahrungsaufnahme infolge der Ortsbewegung anzunehmen iſt.

1) Buchner, P.: Studien an intrazellulären Symbionten. 1. Die Symbionten der Hemipteren. Arch. f. Protiſtenkunde Bd. 26, 1912.

2) Kammerer, F.: Symbioſe zwiſchen Libellenlarve und Fadenalge. Arch. f. Entw.-Geſch. Bd. 25, 1907.

Druck von B. G. Teubner in Leipzig.

Schaffen und Schauen

Zweite Auflage **Ein Führer ins Leben** Zweite Auflage

1. Band: **Von deutscher Art und Arbeit**

2. Band: **Des Menschen Sein und Werden**

Unter Mitwirkung von

R. Bürkner · J. Cohn · H. Dade · R. Deutsch · A. Dominicus · K. Dove · E. Fuchs
P. Klopfer · E. Koerber · O. Lyon · E. Maier · Gustav Maier · E. v. Maltzahn
† A. v. Reinhardt · F. A. Schmidt · O. Schnabel · G. Schwamborn
G. Steinhausen · E. Teichmann · A. Thimm · E. Wentscher · A. Witting
G. Wolff · Th. Zielinski · Mit 8 allegorischen Zeichnungen von Alois Kolb

Jeder Band in Leinwand gebunden M. 5.—

Nach übereinstimmendem Urteile von Männern des öffentlichen Lebens und der Schule, von Zeitungen und Zeitschriften der verschiedensten Richtungen löst „Schaffen und Schauen" in erfolgreichster Weise die Aufgabe, die deutsche Jugend in die Wirklichkeit des Lebens einzuführen und sie doch in idealem Lichte sehen zu lehren.

Bei der Wahl des Berufes hat sich „Schaffen und Schauen" als ein weitblickender Berater bewährt, der einen Überblick gewinnen läßt über all die Kräfte, die das Leben unseres Volkes und des Einzelnen in Staat, Wirtschaft und Technik, in Wissenschaft, Weltanschauung und Kunst bestimmen.

Zu tüchtigen Bürgern unsere gebildete deutsche Jugend werden zu lassen, kann „Schaffen und Schauen" helfen, weil es nicht Kenntnis der Formen, sondern Einblick in das Wesen und Einsicht in die inneren Zusammenhänge unseres nationalen Lebens gibt und zeigt, wie mit ihm das Leben des Einzelnen aufs engste verflochten ist.

Im ersten Bande werden das deutsche Land als Boden deutscher Kultur, das deutsche Volk in seiner Eigenart, das Deutsche Reich in seinem Werden, die deutsche Volkswirtschaft nach ihren Grundlagen und in ihren wichtigsten Zweigen, der Staat und seine Aufgaben, für Wehr und Recht, für Bildung wie für Förderung und Ordnung des sozialen Lebens zu sorgen, die bedeutsamsten wirtschaftspolitischen Fragen und die wesentlichsten staatsbürgerlichen Bestrebungen, endlich die wichtigsten Berufsarten behandelt.

Im zweiten Bande werden erörtert die Stellung des Menschen in der Natur, die Grundbedingungen und Äußerungen seines leiblichen und seines geistigen Daseins, das Werden unserer geistigen Kultur, Wesen und Aufgaben der wissenschaftlichen Forschung im allgemeinen wie der Geistes- und Naturwissenschaften im besonderen, die Bedeutung der Philosophie, Religion und Kunst als Erfüllung tiefwurzelnder menschlicher Lebensbedürfnisse und endlich zusammenfassend die Gestaltung der Lebensführung auf den in dem Werke dargestellten Grundlagen.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Von K. Kraepelin erschienen im gleichen Verlage:

Als I. Teil zu vorliegendem Werke:

„Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander"

Die Beziehungen der Tiere zueinander 2., verbesserte Auflage. Mit 64 Abbildungen. 1913. (Aus Natur und Geisteswelt. Bd. 426.) Geh. M. 1.—, geb. M. 1.25.

Der vorliegende I. Band des Kraepelinschen Werkes behandelt in großen Zügen auf Grund der neuesten Ergebnisse der Forschung und der Kritik den interessantesten und wichtigsten Teil der allgemeinen Biologie: Die Beziehung der Geschlechter zueinander, Brutpflege und Familienleben der Tiere, die Erscheinungen der Vergesellschaftung, des Staatenwesens, die Schutzeinrichtungen, die Formen des Parasitismus und der Symbiose.

Einführung in die Biologie zum Gebrauch an höheren Schulen und zum Selbstunterricht. 3. Auflage. Mit 344 Abbildungen, 5 mehrfarbigen Tafeln und 2 Karten. In Leinwand geb. M. 4.80.

„Gerade dieses Buch zeigt, von welch unschätzbarer Bedeutung die Biologie nicht nur für unsere allgemeine Bildung, sondern auch für unsere ganze Weltauffassung ist; es ist geradezu ein Kompendium der allgemeinen Biologie. Jeder Gebildete wird durch das Lesen desselben wohl das erstrebte allgemeine Verständnis erlangen, selbst wenn nur ein Teil der angeführten Tatsachen ihm im Gedächtnis haften bleibt. Das Buch füllt tatsächlich eine Lücke aus und sollte in der Bibliothek niemandes fehlen, der in der Naturwissenschaft die Grundlage unserer heutigen Bildung sieht." **(Die Umschau.)**

Exkursionsflora für Nord- und Mitteldeutschland. Ein Taschenbuch der im Gebiete einheimischen und häufiger kultivierten Gefäßpflanzen für Schüler und Laien. 7. verb. Auflage. Mit 616 Holzschnitten. 1910. In Leinwand geb. M. 4.50.

Das Werk soll den Schüler und ebenso den Laien in den Stand setzen, die Namen der beim Unterricht vorliegenden oder auf seinen Exkursionen gesammelten Pflanzen allein und ohne Hilfe eines Lehrmeisters aufzufinden. Diesem Ziele der möglichst leichten und sicheren Bestimmung sind alle anderen Gesichtspunkte untergeordnet.

„Das Buch soll dem Privatinteresse dienen und das leisten, was die Schule unmöglich leisten kann. Die Tabellen sind erschöpfend, die Charakteristiken der Pflanzen äußerst anschaulich und knapp. Durch Verbesserungen ist diese 7. Auflage des erprobten Werkchens noch wertvoller als die übrigen geworden." **(Die Lehrerin.)**

Leitfaden für den botanischen Unterricht an mittleren und höheren Schulen und zum Selbststudium. 8., neu bearbeitete Auflage. Mit 407 Abbildungen und 14 mehrfarbigen Tafeln. gr. 8. 1913. In Leinwand geb. M. 3.60.

Inhalt: Einleitung. I. Abschnitt: Die Organe der Pflanze. 1. Die Wurzel. 2. Der Stengel. 3. Die Blätter. 4. Die Blüten und Früchte. 5. Die Haare. II. Abschnitt: Die bekanntesten heimischen Pflanzen und die Verschiedenheit ihres Blütenbaus. III. Abschnitt: Systematik. 1. Kreis: Blütenpflanzen. Anhang: Die wichtigsten ausländischen Nutzpflanzen. 2. Kreis: Farnpflanzen. 3. Kreis: Moose. 4. Kreis: Thalluspflanzen. IV. Abschnitt: Die wichtigsten Lebenserscheinungen der Pflanze. Register.

Leitfaden für den zoologischen Unterricht in den unteren und mittleren Klassen der höheren Schulen. 6. Auflage. Mit 536 Abbildungen und 9 farbigen Tafeln. 1911. In Leinwand geb. I. Teil: **Wirbeltiere.** M. 2.40. II. Teil: **Wirbellose und Anthropologie.** M. 2.80. In einem Band M. 4.80.

„Die ‚biologischen' Gruppencharakteristiken sind z. T. wahre Muster der Kunst, mit wenig Worten viel zu sagen. Ich verweise z. B. nur auf den kurzen Abschnitt über den ‚Flug der Vögel', der aus der übergroßen Menge des auf diesem Gebiet sicher Festgestellten mit richtigem Takt das gibt, was für die entsprechenden Altersstufen verwendbar ist, und dieses Tatsachenmaterial einfach und klar zur Darstellung bringt. Ähnliche Sicherheit der Auswahl und Feinheit der Darstellung kann man bei den anderen Tierklassen herausfinden." **(Monatshefte für den naturwissenschaftlichen Unterricht.)**

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Dr. K. Kraepelin: Naturstudien

(Mit Zeichnungen von O. Schwindrazheim)

„Zu den Meistern der volkstümlichen Darstellung gehört unstreitig Dr. Karl Kraepelin, der mit seinen Naturstudien ein Volksbuch im wahren Sinne des Wortes geschaffen hat; denn sie sind so recht geeignet, die lern- und wißbegierige Jugend sowohl wie auch den erwachsenen Mann des Volkes zum naturwissenschaftlichen Denken anzuregen und ihnen die Natur mit ihrem Leben und Werden näher zu bringen. Immer beginnt er seine in Form der Unterredung gegebenen Erörterungen mit dem einzelnen Fall und leitet allmählich zu allgemeinen Gesichtspunkten über das gesetzmäßige Walten in der Natur hin; dabei vermeidet er jede Schablone, so daß die dialogische Form niemals ermüdend auf den Leser wirkt, sondern im Gegenteil anregend." (Neue Bahnen.)

Im Hause. Plaudereien in der Dämmerstunde. 4. Auflage. Geb. M. 3.20.

In den „Naturstudien im Hause" wird das Wasser in allen seinen verschiedenen Formen und Wirkungen in der Natur besprochen, in ähnlicher Weise das Salz und die Steinkohlen, Mineralien und Sand. Zoologische Betrachtungen knüpfen sich an den Kanarienvogel und Goldfisch, an die Stubenfliege und Spinne wie an den treuen Karo an. Zu botanischen Bemerkungen geben die Blattpflanzen wie das Pelargonium Anlaß, auch die kleinsten und „modernsten" Lebewesen, die Pilze und Bakterien, werden nicht vergessen.

Im Garten. Plaudereien am Sonntagnachmittag. 3. Auflage. Geb. M. 3.60.

In diesem Bändchen wird alles, was im Garten an pflanzlichen und tierischen Objekten die Aufmerksamkeit fesselt, in zwangloser Plauderei besprochen: Frühlingspflanzen. — Herbarium. — Regenwürmer. — Einrichtung der Beete. — Küchenkräuter. — Giftpflanzen. — Maikäfer. — Einfluß des Lichtes auf die Tiere. — Leuchtende Tiere. — Saftstrom. — Pfropfen. — Okulieren. — Grasmücke. — Wanderflug. — Pilze des Gartens. — Blattwespen. — Schutzmittel der Tiere. — Unkräuter. — Schutzmittel der Pflanzen gegen Tiere. — Kröten. — Farbenwechsel. — Brutpflege. — Schutzmittel der Pflanzen gegen Wärme, Licht, Regen, Wind. — Blattläuse. — Tier- und Nutzpflanzen. — Züchtung. — Nester und Wespen usw.

In Wald und Feld. Spaziergangs-Plaudereien. 3. Auflage. Geb. M. 3.60.

Dieses Bändchen möchte Interesse für die mannigfachen Erscheinungen und Geschehnisse da draußen „in Wald und Feld" erwecken. Besprochen werden: Laubfall. — Immergrüne Pflanzen. — Wirbeltierleben im Winter. — Rauhfrost. — Flechten. — Lebensgemeinschaften. — Insektenleben im Winter. — Moose. — Anpassung der Pflanzen und Tiere an den Wald. — Gesteine. — Versteinerungen. — Vogelleben im Frühling. — Forstschädlinge. — Forstkultur. — Moor und Sumpf. — Das Tierleben im Süßwasser. — Wasserpflanzen. — Insektenleben im Sommer. — Brutpflege. — Kornfeld. — Fruchtfolge. — Bedeutung des Waldes für das Klima und für die Menschen.

In der Sommerfrische. Reise-Plaudereien. 2. Auflage. Geb. M. 3.60.

In diesem Werkchen zieht der Verfasser die Naturobjekte und Naturerscheinungen in den Bereich seiner Besprechung, die bei der weitverbreiteten Sitte der Ferienreisen und Sommerfrischen vielen Tausenden von Familien nahetreten, ohne daß dabei der Wunsch nach tieferem Verständnis des Gesehenen befriedigt würde. Es soll somit ein weitgehendes Interesse für die Probleme des Seins und Geschehens in der Zeit erwecken, die gerade der ungebundenen Muße inmitten einer an neuen, ungewohnten Erscheinungen so reichen Umgebung dient, wie sie das Gebirge, das Meer für jeden bietet, der zum erstenmal deren Zauber auf sich wirken läßt.

In fernen Zonen. Ein Buch für die reifere Jugend. Geb. M. 3.60.

Der Verfasser glaubte in einem letzten, abschließenden Bande auch die so andersartige Welt ferner Zonen der Jugend in zwangloser Plaudereien näher bringen zu sollen. Als Grundlage hierzu dienten ihm, wie dies für eine lebendige Schilderung unerläßlich, die Beobachtungen und Erfahrungen seiner eigenen Reisen, die dann nach Möglichkeit zur Herausarbeitung allgemeiner Gesichtspunkte verwertet wurden.

Volksausgabe. Eine Auswahl aus des Verfassers Naturstudien „im Hause", „im Garten" und „in Wald und Feld". Veranstaltet vom Hamburger Jugendschriften-Ausschuß. 2. Auflage. Geb. M. 1.—

Aus Natur und Geisteswelt

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinw. gebunden M. 1.25

Experimentelle Biologie. Von Dr. Curt Thesing. Mit zahlreichen Abbildungen. 2 Bände auch in 1 Band geb.

Band I: Experimentelle Zellforschung. (Bd. 336.)
Band II: Regeneration, Transplantation und verwandte Gebiete. Mit 69 Abbildungen und 1 Tafel. (Bd. 337.)

Die Anwendung des Experimentes zur Aufhellung biologischer Fragen ist im wesentlichen eine Errungenschaft der letzten Jahrzehnte. Während die Biologie bis dahin eine rein beschreibende Wissenschaft war, wird sie durch Einführung der experimentellen Methode zu der Strenge einer exakten Wissenschaft gleich Physik und Chemie erhoben. Die Arbeit, die in dieser Weise bisher geleistet ist, erstreckt sich in gleicher Weise auf Zellforschung, spezielle Entwicklungsgeschichte, wie auch auf die stammesgeschichtliche Entwicklung der Organismen. Allerdings haben wir erst die kürzeste Wegstrecke zurückgelegt und zahlreiche Fragen harren noch der Beantwortung. Das vorliegende kleine Werk will nun in knapper, auch dem Laien verständlicher Darstellung einen Überblick über den heutigen Stand der Forschung vermitteln. Der erste Band soll experimentelle Zellforschung und Entwicklungsgeschichte umfassen. Der vorliegende zweite Band gibt einen Überblick über die Erscheinungen der Regeneration und Transplantation, die namentlich in neuester Zeit für die Medizin eine so überraschende Bedeutung gewonnen haben. Dabei fallen auch interessante Streiflichter auf Entwicklungsgeschichte und Vererbungsproblem. Ein dritter Band soll dem Einfluß der Umgebung auf Gestalt und Lebensgewohnheiten der Organismen gewidmet sein. Jeder Teil bildet ein selbständiges Ganzes.

Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen. Von Professor Dr. Ernst Küster. Mit 38 Abb. (Bd. 112).

Gibt eine kurze Übersicht über die wichtigsten Formen der vegetativen Vermehrung und beschäftigt sich eingehend mit der Sexualität der Pflanzen, deren überraschend vielfache und mannigfaltige Äußerungen, ihre große Verbreitung im Pflanzenreich und ihre in allen Einzelheiten erkennbare Übereinstimmung mit der Sexualität der Tiere zur Darstellung gelangen.

Werden und Vergehen der Pflanzen. Von Professor Dr. Paul Eisevius. Mit 24 Abb. (Bd. 173).

Behandelt in leichtfaßlicher Weise alles, was uns allgemein an der Pflanze interessiert, ihre äußere Entwicklung, ihren inneren Bau, die wichtigsten Lebensvorgänge, wie Nahrungsaufnahme und Atmung, Blühen, Reifen und Verwelken, gibt eine Übersicht über das Pflanzenreich in Urzeit und Gegenwart und unterrichtet über Pflanzenvermehrung und Pflanzenzüchtung. Das Büchlein stellt somit eine kleine „Botanik des praktischen Lebens" dar.

Die Pflanzenwelt des Mikroskops. Von Bürgerschullehrer E. Reukauf. Mit 100 Abb. in 165 Einzeldarstellungen nach Zeichnungen des Verfassers. (Bd. 181).

Will auch den Unkundigen einen Begriff geben von dem staunenswerten Formenreichtum des mikroskopischen Pflanzenlebens, will den Blick besonders auf die dem unbewaffneten Auge völlig verborgenen Erscheinungsformen des Schönen lenken, aber auch den Ursachen der auffallenden Lebenserscheinungen nachzufragen lehren, wie endlich dem Praktiker durch ausführlichere Besprechung, namentlich der für die Garten- und Landwirtschaft wichtigen mikroskopischen Schädlinge dienen. Um auch zu selbständigem Beobachten und Forschen anzuregen, werden die mikroskopischen Untersuchungen und die Beschaffung geeigneten Materials besonders behandelt.

Die fleischfressenden Pflanzen. Von Dr. A. Wagner. Mit 82 Abb. (Bd. 344.)

Schildert in anziehender für jeden verständlicher Darstellung auf Grund der neuesten wissenschaftlichen Ergebnisse die Geschichte unseres Wissens von den fleischfressenden Pflanzen, ihre Gattungen, ihre Verbreitungen, sowie den mannigfaltigen physiologischen Mechanismus ihrer Fang- und Verdauungsorgane, um endlich die allgemeine biologische Bedeutung der Carnivorie zu beleuchten.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Einführung in die allgemeine Biologie. Von W. T. Sedgwick und E. B. Wilson. Autorisierte Übersetzung nach der 2. Auflage von Dr. R. Thesing. Mit 126 Abb. [X u. 298 S.] gr. 8. 1913. Geh. M. 6.—, in Leinw. geb. M. 7.—

Die Fundamente der Entstehung der Arten. Zwei in den Jahren 1842 und 1844 verfaßte Essays. Von Charles Darwin. Herausgeg. von seinem Sohn Francis Darwin. Deutsche Übersetzung von Maria Semon. Mit 1 Porträt Charles Darwins und 1 Faksimiletafel. [VIII u. 326 S.] gr. 8. 1911. Geh. M. 4.—, in Leinw. geb. M. 5.—

Experimentelle Zoologie. Von Th. Hunt Morgan, Prof. an der Columbia-Universität New York. Deutsche, vom Verfasser autorisierte, vermehrte und verbesserte Ausgabe, übersetzt von Helene Rhumbler. Mit zahlreichen Abbildungen und einer farbigen Tafel. [X u. 570 S.] gr. 8. 1909. Geh. M. 11.—, in Leinw. geb. M. 12.—

Blumen und Insekten, ihre Anpassungen aneinander u. ihre gegenseitige Abhängigkeit. Von Dr. O. v. Kirchner, Prof. a. d. Kgl. Landwirtsch. Anstalt Hohenheim (Württemberg). Mit 2 Tafeln u. 159 Abb. gr. 8. 1911. [VI u. 436 S.] Geh. M. 6.60, in Leinw. geb. M. 7.50.

Instinkt und Gewohnheit. Von C. Lloyd Morgan, F. R. S., Professor der Zoologie am University College in Bristol. Autorisierte deutsche Übersetzung von Maria Semon. Mit 1 Titelbild. [VII u. 306 S.] gr. 8. 1909. Geh. M. 5.—, in Leinw. geb. M. 6.—

Das Verhalten der niederen Organismen unter natürlichen und experimentellen Bedingungen. Von H. S. Jennings, Prof. an der John Hopkins University in Baltimore. Deutsch von Dr. E. Mangold. Mit 144 Figuren [XIII u. 578 S.] gr. 8. 1910. Geh. M. 9.—, in Leinw. geb. M. 10.—

Einführung in die Physiologie der Einzelligen (Protozoen). Von Dr. S. von Prowazek, Zool. Assistent am Seemannskrankenhaus und Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten in Hamburg. Mit 51 Abbildungen. [IV u. 172 S.] gr. 8. 1910. In Leinw. geb. M. 6.—

Planktonkunde. Von Dr. A. Steuer, Prof. der Zoologie a. d. Univ. Innsbruck. Mit 365 Abb. und 1 farbigen Tafel. [XV u. 723 S.] gr. 8. 1910. In Leinw. geb. M. 26.—

Kleine Ausgabe: Leitfaden der Planktonkunde. Mit 279 Abbildungen und 1 farbigen Tafel. [IV u. 382 S.] gr. 8. 1911. Geh. M. 7.—, in Leinw. geb. M. 8.—

Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen. Für den Gebrauch in zoologischen, botanischen, medizinischen und landwirtschaftlichen Laboratorien. Von Dr. Ernst Küster, Privatdozent für Botanik in Halle a. S. 2. Aufl. Mit 26 Abbildungen. [VI u. 255 S.] gr. 8. 1913. Geh. M. 8.—, in Leinw. geb. M. 8.60.

Die Metamorphose der Insekten. Von Prof. Dr. P. Deegener, Privatdozent und Assistent am Zoologischen Institut der Universität Berlin. [IV u. 56 S.] gr. 8. 1909. Steif geh. M. 2.—

Die Kultur der Gegenwart, ihre Entwicklung und ihre Ziele

Herausgegeben von Professor **Paul Hinneberg.** Teil III, Abteilung IV, Band 2:

Zellen- und Gewebelehre
Morphologie und Entwicklungsgeschichte

1. Botanischer Teil. Unter Red. von †**E. Strasburger**-Bonn. Mit 153 Abb. [VIII u. 340 S.] Lex.-8. Geh. M. 10,—, in Leinw. geb. M. 12.—, in Halbfranz geb. M. 14.—

Inhalt: Kap. 1: Pflanzliche Zellen- und Gewebelehre. Von †E. Strasburger. Kap. 2: Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen. Von W. Benecke.

2. Zoologischer Teil. Unter Red. von **O. Hertwig**-Berlin. Mit 413 Abb. [VIII u. 538 S.] Lex.-8. Geh. M. 16.—, in Leinw. geb. M. 18.—, in Halbfranz geb. M. 20.—

Inhalt: Kap. 3: Die einzelligen Organismen. Von R. Hertwig. Kap. 4: Zellen und Gewebe des Tierkörpers. Von H. Poll. Kap. 5: Allgemeine und experimentelle Morphologie u. Entwicklungslehre der Tiere. Von O. Hertwig. Kap. 6: Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Wirbellosen. Von K. Heider. Kap. 7: Die Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Von F. Keibel. Kap. 8: Morphologie der Wirbeltiere. Von E. Gaupp.

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Jeder Band ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich. — Werke, die mehrere Bände umfassen, sind auch in einem Band gebunden vorrätig.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25

Verzeichnis der bisher erschienenen Bände innerhalb der Wissenschaften alphabetisch geordnet.

Aus Theologie u. Philosophie, Pädagogik u. Bildungswesen erschienen:

Amerikanisches Bildungswesen siehe Techn. Hochschulen, Universitäten, Volksschule.

Ästhetik. Von Prof. Dr. R. Hamann. (Bd. 345.)

Aufgaben und Ziele des Menschenlebens. Von Dr. J. Unold. 3. Aufl. (Bd. 12.)
— siehe auch Ethik.

Bildungswesen, Das deutsche, in seiner geschichtlichen Entwicklung. Von weil. Prof. Dr. Fr. Paulsen. 3. Aufl. Von Prof. Dr. W. Münch. Mit Bildn. Paulsens. (Bd. 100.)

Buddhas Leben und Lehre. Von weil. Prof. Dr. R. Pischel. 2. Aufl. von Prof. Dr. H. Lüders. Mit 1 Taf. (Bd. 109.)

Calvin, Johann. Von Pfarrer Dr. G. Soeder. Mit Bildn. (Bd. 247.)

Christentum. Aus der Werdezeit des Chr. Studien und Charakteristiken. Von Prof. Dr. J. Geffcken. 2. Aufl. (Bd. 54.)

Christentum und Weltgeschichte. Von Prof. D. Dr. K. Sell. 2. Bde. (Bd. 297, 298.)
— siehe auch Jesus, Mystik im Christentum.

Deutsches Ringen nach Kraft und Schönheit. Aus den literar. Zeugn. eines Jahrh. gesammelt. Von Turninspektor K. Möller. 2 Bde. Bd. II in Vorb. (Bd. 188, 189.)

Einführung in die Philosophie, Theologie siehe Philosophie, Theologie.

Entstehung der Welt und der Erde. Von Prof. Dr. B. Weinstein. 2. Aufl. (Bd. 223.)

Erziehung, Moderne, in Haus und Schule. Von J. Tews. 2. Aufl. (Bd. 159.)
— siehe auch Großstadtpädagogik und Schulkämpfe der Gegenwart.

Ethik. Prinzipien der E. Von E. Wentscher. (Bd. 397.)
— siehe auch Aufgaben und Ziele des Menschenlebens, sittliche Lebensanschauungen, Willensfreiheit.

Fortbildungsschulwesen, Das deutsche. Von Dir. Dr. F. Schilling. (Bd. 256.)

Fröbel, Friedrich. Leben und Wirken. Von A. v. Portugall. Mit 5 Taf. (Bd 82.)

Großstadtpädagogik. Von J. Tews. (Bd. 327.)
— siehe auch Erziehung, Moderne, und Schulkämpfe der Gegenwart.

Heidentum siehe Mystik.

Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor Dr. O. Flügel. Mit Bildn. (Bd. 164.)

Hilfsschulwesen. Von Rektor Dr. B. Maennel. (Bd. 73.)

Hochschulen siehe Techn. Hochschulen und Universitäten.

Hypnotismus und Suggestion. Von Dr. E. Trömner. 2. Aufl. (Bd. 199.)

Jesuiten, Die. Eine histor. Skizze. Von Prof. D. H. Boehmer. 3. Aufl. (Bd. 49.)

Jesus und seine Zeitgenossen. Geschichtliches und Erbauliches. Von Pastor C. Bonhoff. (Bd. 89.)
— **Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu.** Von Pfarrer D. Dr. P. Mehlhorn. 2. Aufl. (Bd. 137.)
— **Die Gleichnisse Jesu.** Zugl. Anleitung zu quellenmäßigem Verständnis der Evangelien. Von Prof. D. Dr. Weinel. 3. Aufl. (Bd. 46.)

Israelit. Religion. Die Grundzüge der israel. Religionsgeschichte. V. weil. Prof. Dr. Fr. Giesebrecht. 2. Aufl. (Bd. 52.)

Jugendfürsorge. Von Waisenhausdirektor Dr. J. Petersen. 2 Bde. (Bd. 161, 162.)

Kant, Immanuel. Darstellung und Würdigung. Von Prof. Dr. O. Külpe. 3. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 146.)

Knabenhandarbeit, Die, in der heutigen Erziehung. Von Sem.-Dir. Dr. A. Papst. Mit 21 Abb. u. Titelbild. (Bd. 140.)

Lehrerbildung siehe Volksschule und Lehrerbildung der Ver. Staaten.

Luther im Lichte der neueren Forschung. Ein krit. Bericht. Von Prof. D. H. Boehmer. 3. Aufl. Mit 2 Bildn. (Bd. 113.)

Mädchenschule, Die höhere, in Deutschland. Von Oberlehrerin M. Martin. (Bd. 65.)

Mechanik des Geisteslebens. Von Prof. Dr. M. Verworn. 3. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 200.)
— siehe auch Psychologie.
Mission, Die evangelische. Von Pastor S. Baudert. (Bd. 406.)
Mittelschule siehe Volks- u. Mittelschule.
Mystik im Heidentum und Christentum. Von Prof. Dr. Edv. Lehmann. (Bd. 217.)
Mythologie, Germanische. Von Prof. Dr. J. von Negelein. 2. Aufl. (Bd. 95.)
Pädagogik, Allgemeine. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. 4. Aufl. (Bd. 33.)
Pädagogik, Experimentelle, mit bes. Rücks. auf die Erzieh. durch die Tat. Von Dr. W. A. Lay. 2. Aufl. Mit 2 Abb. (Bd. 224.)
— siehe auch Erziehung, Großstadtpädagogik u. Psychologie des Kindes.
Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. H. Frh. v. Soden. 3. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan u. 6 Ansichten. (Bd. 6.)
Palästina und seine Kultur in fünf Jahrtausenden. Von Dr. P. Thomsen. Mit 36 Abb. (Bd. 260.)
Paulus, Der Apostel, u. sein Werk. Von Prof. Dr. E. Vischer. (Bd. 309.)
Pestalozzi. Leben und Ideen. Von Prof. Dr. P. Natorp. 2. Aufl. Mit Bildn. u. Brieffaks. (Bd. 250.)
Philosophie, Die. Einführung in die Wissenschaft, ihr Wesen und ihre Probleme. Von Realschuldir. H. Richert. 2. Aufl. (Bd. 186.)
— **Einführung in die Philosophie.** Von Prof. Dr. R. Richter. 3. Aufl. von Dr. M. Brahn. (Bd. 155.)
— **Führende Denker.** Geschichtl. Einleitung in die Philosophie. Von Prof. Dr. J. Cohn. 2. Aufl. Mit 6 Bildn. (Bd. 176.)
— siehe auch Weltanschauung.
Philosophie der Gegenwart, Die, in Deutschland. Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Von Prof. Dr. O. Külpe. 5. Aufl. (Bd. 41.)
Psychologie siehe Seele des Menschen.
— siehe auch Mechanik des Geisteslebens.
Psychologie des Kindes. Von Prof. Dr. R. Gaupp. 3. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 213.)
— siehe auch Pädagogik.
Religion. Die Stellung der R. im Geistesleben. Von Lic. Dr. P. Kalweit. (Bd. 225.)
— **Religion und Naturwissenschaft in Kampf und Frieden.** Ein geschichtl. Rückblick. Von Dr. A. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)
— **Die relig. Strömungen der Gegenwart.** Von Superintend. D. A. H. Braasch. 2. Aufl. (Bd. 66.)
Rousseau. Von Prof. Dr. P. Hensel. 2. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 180.)
Schopenhauer. Persönlichkeit, Lehre, Bedeutung. Von Realschuldir. H. Richert. 2. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 81.)
Schule siehe Fortbildungsschulwesen, Hilfsschulwesen, Hochschule, Mädchenschule, Mittelschule, Volksschule und die folgenden Bände.
Schulhygiene. Von Prof. Dr. L. Burgerstein. 3. Aufl. Mit 33 Fig. (Bd. 96.)
Schulkämpfe der Gegenwart. Von J. Tews. 2. Aufl. (Bd. 111.)
— siehe auch Erziehung, Moderne, und Großstadtpädagogik.
Schulwesen. Geschichte des deutschen Sch. Von Oberrealschuldir. Dr. K. Knabe. (Bd. 85.)
Seele des Menschen, Die. Von Prof. Dr. J. Rehmke. 4. Aufl. (Bd. 36.)
— siehe auch Psychologie.
Sittliche Lebensanschauungen der Gegenwart. Von weil. Prof. Dr. O. Kirn. 2. Aufl. (Bd. 177.)
— siehe auch Ethik.
Spencer, Herbert. Von Dr. K. Schwarze. Mit Bildn. (Bd. 245.)
Student, Der Leipziger, von 1409 bis 1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)
Technische Hochschulen in Nordamerika. Von Prof. S. Müller. Mit zahlr. Abb., Karte u. Lageplan. (Bd. 190.)
Testament, Neues. Der Text des N. T. nach seiner geschichtl. Entwicklung. Von Div.-Pfarrer A. Pott. Mit 8 Taf. (Bd. 134.)
— siehe auch Jesus.
Theologie. Einführung in die Theologie. Von Pastor M. Cornils. (Bd. 347.)
Über Universitäten und Universitätsstudium. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. (Bd. 411.)
Universität, Die amerikanische. Von PH. D. E. D. Perry. Mit 22 Abb. (Bd. 206.)
— siehe auch Student.
Unterrichtswesen, Das deutsche, der Gegenwart. Von Oberrealschuldir. Dr. K. Knabe. (Bd. 299.)
Volksbildungswesen, Das moderne. Bücher- und Lesehallen, Volkshochschulen und verwandte Bildungseinrichtungen in den wichtigsten Kulturländern seit der Mitte des 19. Jahrhunderts. Von Stadtbibliothekar Dr. G. Fritz. Mit 14 Abb. (Bd. 266.)
Volks- und Mittelschule, Die preußische. Entwicklung und Ziele. Von Geh. Reg.- u. Schulrat Dr. Sachse. (Bd. 432.)
Volksschule und Lehrerbildung der Vereinigten Staaten. Von Dir. Dr. F. Kuypers. Mit 48 Abb. u. Titelbild. (Bd. 150.)

Weltanschauung, Griechische. Von Privatdoz. Dr. M. Wundt. (Bd. 329.)
Weltanschauungen, Die, der großen Philosophen der Neuzeit. Von weil. Prof. Dr. L. Busse. 5. Aufl., herausg. von Prof. Dr. R. Falckenberg. (Bd. 56.)
— siehe auch Philosophie.

Willensfreiheit. Das Problem der W. Von Prof. Dr. G. F. Lipps. (Bd. 383.)
— siehe auch Ethik.
Zeichenkunst. Der Weg zur Z. Von Dr. E. Weber. Mit Abb. (Bd. 430.)

Weitere Bände sind in Vorbereitung

Aus Sprachkunde, Literaturgeschichte und Kunst erschienen:

Architektur siehe Baukunst und Renaissancearchitektur.
Ästhetik. Von Prof. Dr. R. Hamann. (Bd. 345.)
Bau und Leben der bildenden Kunst. Von Dir. Prof. Dr. Th. Volbehr. 2. Aufl. Mit 44 Abb. (Bd. 68.)
Baukunde siehe Abtlg. Technik.
Baukunst. Deutsche B. im Mittelalter. Von Prof. Dr. A. Matthaei. 3. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 8.)
— **Deutsche Baukunst seit dem Mittelalter bis z. Ausg. des 18. Jahrh.** Von Prof. Dr. A. Matthaei. Mit 62 Abb. und 3 Tafeln. (Bd. 326.)
— **Deutsche Baukunst im 19. Jahrh.** Von Prof. Dr. A. Matthaei. Mit Abb. (Bd. 453.)
— **Kultur des Wohnhauses, Die.** Von Reg.-Baumeister a. D. G. Langen. Mit Abb. (Bd. 434.)
Beethoven siehe Haydn.
Björnson siehe Ibsen.
Dekorative Kunst des Altertums. Von Dr. Fr. Poulsen. Mit Abb. (Bd. 454.)
Drama, Das. Von Dr. B. Busse. Mit Abb. 2 Bde.
Bd. I: Von der Antike zum französ. Klassizismus. (Bd. 287.)
Bd. II: Von Versailles bis Weimar. (Bd. 288.)
— siehe auch Shakespeare, Lessing, Schiller und Theater.
Drama, Das deutsche, des 19. Jahrh. In s. Entwickl. dargest. von Prof. Dr. G. Witkowski. 4. Aufl. Mit Bildn. Hebbels. (Bd. 51.)
— siehe auch Hebbel, Hauptmann.
Dürer, Albrecht. Von Dr. R. Wustmann. Mit 33 Abb. (Bd. 97.)
Französische Roman, Der, und die Novelle. Von O. Flake. (Bd. 377.)
Frauendichtung. Geschichte der deutschen F. seit 1800. V. Dr. H. Spiero. (Bd. 300.)
Griechische Kunst. Die Blütezeit der g. K. im Spiegel der Reliefsarkophage. Eine Einführung in die griech. Plastik. Von Dr. H. Wachtler. Mit 8 Taf. u. 32 Abb. (Bd. 272.)
— siehe auch Dekorative Kunst.
Harmonium siehe Tasteninstrumente.
Hauptmann, Gerhart. Von Prof. Dr. E. Sulger-Gebing. Mit 1 Bildn. (Bd. 283.)
Haydn, Mozart, Beethoven. Von Prof. Dr. T. Krebs. 2. Aufl. Mit 4 Bildn. (Bd. 92.)
Hebbel, Friedrich. Von Prof. Dr. O. Walzel. Mit 1 Bildn. (Bd. 408.)
Ibsen, Björnson und ihre Zeitgenossen. Von weil. Prof. Dr. B. Kahle. 2. Aufl. von Dr. Morgenstern. Mit 7 Bildn. (Bd. 193.)
Impressionismus. Die Maler des I. Von Prof. Dr. B. Lázár. Mit 32 Abb. u. 1 farb. Tafel. (Bd. 395.)
Klavier siehe Tasteninstrumente.
Kunst, Deutsche, im täglichen Leben bis zum Schlusse des 18. Jahrh. Von Prof. Dr. B. Haendcke. Mit 63 Abb. (Bd. 198.)
Kunst, Kirchliche, und Denkmalspflege. Vorträge. 2 Bde. Mit Abb. (Bd. 400/1.)
Kunst siehe auch Griechische, Ostasiatische Kunst.
Kunstpflege in Haus und Heimat. Von Superint. R. Bürkner. 2. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 77.)
Lessing. V. Dr. Ch. Schrempf. (Bd. 403.)
Lyrik. Geschichte der deutschen L. seit Claudius. Von Dr. H. Spiero. (Bd. 254.)
— siehe auch Minnesang und Volkslied.
Maler siehe Impressionismus.
Malerei, Die deutsche, im 19. Jahrh. Von Prof. Dr. R. Hamann. 2 Bände Text, 2 Bände Abbildgn. (Bd. 448—451.)
Malerei, Niederländische, im 17. Jahrh. Von Dr. H. Jantzen. Mit zahlr. Abb.
— siehe auch Rembrandt. (Bd. 373.)
Michelangelo. Einführung in das Verständn. s. Werke. Von Prof. Dr. E. Hildebrandt. Mit 44 Abb. (Bd. 392.)
Minnesang. Von Dr. J. W. Bruinier. (Bd. 404.)
Mozart siehe Haydn.
Musik. Geschichte der Musik siehe Haydn, Mozart, Beethoven, Wagner.
— **Die Grundlagen der Tonkunst.** Versuch e. genet. Darstellung der allgem. Musiklehre. Von Prof. Dr. H. Rietsch. (Bd. 178.)

Musikal. Kompositionsformen. Von S. G. Kallenberg. 2 Bde.
Bd. I: Die elementaren Tonverbindungen als Grundlage der Harmonielehre. (Bd. 412.)
Bd. II: Kontrapunktik und Formenlehre. (Bd. 413.)

Musikal. Romantik. Die Blütezeit der m. R. in Deutschland. Von Dr. E. Istel. Mit Silhouette. (Bd. 239.)

Mythologie, Germanische. Von Prof. Dr. J. v. Negelein. (Bd. 95.)
— siehe auch Volkssage, Deutsche.

Novelle siehe Roman.

Orchester. Die Instrumente des Orch. Von Prof. Dr. Fr. Volbach. Mit 60 Abb. (Bd. 384.)
— **Das moderne Orchester in seiner Entwicklung.** Von Prof. Dr. Fr. Volbach. Mit Partiturbeisp. u. 3 Taf. (Bd. 308.)

Orgel siehe Tasteninstrumente.

Ostasiatische Kunst und ihr Einfluß auf Europa. Von Dir. Prof. Dr. R. Graul. Mit 49 Abb. (Bd. 87.)

Personennamen, Die deutschen. Von Dir. A. Bähnisch. (Bd. 296.)

Plastik siehe Griechische Kunst.

Rembrandt. Von Prof. Dr. P. Schubring. Mit 50 Abb. (Bd. 158.)

Renaissancearchitektur in Italien I. Von Dr. P. Frankl. Mit 12 Taf. u. 27 Textabb. (Bd. 381.)

Rhetorik. Von Dr. E. Geißler. I. Richtlinien für die Kunst des Sprechens. 2. Aufl. (Bd. 455.)
— — II. Anweisungen zur Kunst der Rede. (Bd. 456.)
— siehe auch Sprechen.

Roman. Der französische Roman und die Novelle. Von O. Flake. (Bd. 377.)

Romantik, Deutsche. Von Prof. Dr. O. Walzel. 2. Aufl. (Bd. 232.)

Romantik siehe auch Musikal. Romantik.

Schiller. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. Mit Bildn. 2. Aufl. (Bd. 74.)

Shakespeare und seine Zeit. Von Prof. Dr. E. Sieper. Mit 3 Taf. u. 3 Textabb. 2. Aufl. (Bd. 185.)

Sprachbau. Die Haupttypen des menschlichen S. Von weil. Prof. Dr. F. N. Finck. (Bd. 268.)

Sprachstämme des Erdkreises. Von weil. Prof. Dr. F. N. Finck. (Bd. 267.)

Sprechen. Wie wir sprechen. Von Dr. E. Richter. (Bd. 354.)
— siehe auch Rhetorik.

Stile. Die Entwicklungsgeschichte der Stile in der bildenden Kunst. Von Dr. E. Cohn-Wiener. 2 Bde.
Bd. I: Vom Altertum bis zur Gotik. Mit 57 Abb. (Bd. 317.)
Bd. II: Von der Renaissance b. z. Gegenwart. Mit 31 Abb. (Bd. 318.)

Tasteninstrumente. Klavier, Orgel, Harmonium. Das Wesen der T. Von Prof. Dr. O. Bie. (Bd. 325.)

Theater, Das. Schauspielhaus und Schauspielkunst vom griech. Altert. bis auf die Gegenwart. Von Dr. Chr. Gaehde. 2. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 230.)

Tonkunst siehe Musik.

Volkslied, Das deutsche. Über Wesen und Werden deutschen Volksgesanges. Von Dr. J. W. Bruinier. 5. Aufl. (Bd. 7.)

Volkssage, Die deutsche. Von Dr. O. Böckel. (Bd. 262.)
— siehe auch Mythologie, German.

Wagner. Das Kunstwerk Richard Wagners. Von Dr. E. Istel. Mit Bildn. (Bd. 330.)
— siehe auch Musikal. Romantik.

Weitere Bände sind in Vorbereitung.

Aus Kultur, Geschichte u. Geographie, Recht u. Wirtschaft erschienen:

Alpen, Die. Von H. Reishauer. Mit 26 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 276.)

Altertum, Das, im Leben der Gegenwart. Von Prof. Dr. P. Cauer. (Bd. 356.)

Amerika. Geschichte der Vereinigten Staaten von A. Von Prof. Dr. E. Daenell. (Bd. 147.)
— **Aus dem amerikan. Wirtschaftsleben.** Von Prof. J. L. Laughlin. Mit 9 graph Darstellungen. (Bd. 127.)
— siehe ferner Lehrerbildung, Volksschule, Techn. Hochschulen, Universitäten Amerikas in Abtlg. Bildungswesen.

Amerikaner, Die. Von N. M. Butler. Deutsch von Prof. Dr. W. Paszkowski. (Bd. 319.)

Angestellte siehe Kaufmännische A.

Antike Wirtschaftsgeschichte. Von Dr. O. Neurath. (Bd. 258.)

Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. Von Prof. O. v. Zwiedineck-Südenhorst. 2. Aufl. (Bd. 78.)
— siehe auch soziale Bewegung.

Australien und Neuseeland. Land, Leute und Wirtschaft. Von Prof. Dr. R. Schachner. (Bd. 366.)

Bauernhaus. Kulturgeschichte des deutschen B. Von Reg.-Baumeister Chr. Rauch. 2. Aufl. Mit 70 Abb. (Bd. 121.)

Bauernstand. Geschichte des deutschen B. Von Prof. Dr. H. Gerdes. Mit 21 Abb. (Bd. 320.)

Bevölkerungslehre. Von Prof. Dr. M. Haushofer. (Bd. 50.)

Buch. Wie ein Buch entsteht. Von Prof. A. W. Unger. 3. Aufl. Mit 7 Taf. u. 26 Abb (Bd. 175.)

— **Das Buchgewerbe und die Kultur.** 6 Vorträge, gehalten i. A. des Deutschen Buchgewerbevereins. Mit 1 Abb. (Bd. 182.)

— siehe auch Schrift- und Buchwesen.

Byzantinische Charakterköpfe. Von Privatdoz. Dr. K. Dieterich. Mit 2 Bildn. (Bd. 244.)

Charakterbilder aus deutscher Geschichte siehe Von Luther zu Bismarck.

Deutsch: Deutsches Bauernhaus s. Bauernhaus.— Deutscher Bauernstand s. Bauernstand. — Deutsches Dorf s. Dorf. — Deutsche Einheit s. Vom Bund zum Reich. — Deutsches Frauenleben s. Frauenleben. — Deutsche Geschichte s. Geschichte. — Deutscher Handel s. Handel .— Deutsches Haus s. Haus. — Deutsche Kolonien s. Kolonien. — Deutsche Landwirtschaft s. Landwirtschaft. — Deutsche Reichsversicherung s. Reichsversicherung. — Deutsche Schiffahrt s. Schiffahrt. — Deutsches Schulwesen s. Schulwesen. — Deutsche Städte s. Städte. — Deutsche Verfassung, Verfassungsrecht s. Verfassung, Verfassungsrecht. — Deutsche Volksfeste, Volksstämme, Volkstrachten s. Volksfeste usw. — Deutsches Weidwerk s. Weidwerk. — Deutsches Wirtschaftsleben s. Wirtschaftsleben. — Deutsches Zivilprozeßrecht s. Zivilprozeßrecht.

Deutschtum im Ausland, Das. Von Prof. Dr. R. Hoeniger. (Bd. 402.)

Dorf, Das deutsche. Von R. Mielke. 2. Aufl. Mit 51 Abb. (Bd. 192.)

Ehe und Eherecht. Von Prof. Dr. L. Wahrmund. (Bd. 115.)

Eisenbahnwesen, Das. Von Eisenbahnbau- u. Betriebsinsp. a. D. Biedermann. 2. Aufl. Mit Abbildgn. (Bd. 144.)

— siehe auch Verkehrsentwicklung in Deutschland 1800/1900.

Englands Weltmacht in ihrer Entwicklung vom 17. Jahrhundert bis auf unsere Tage. Von Prof. Dr. W. Langenbeck. 2. Aufl. Mit 19 Bildn. (Bd. 174.)

Entdeckungen, Das Zeitalter der. Von Prof. Dr. S. Günther. 3. Aufl. Mit 1 Weltkarte. (Bd. 26.)

Erbrecht, Testamentserrichtung und E. Von Prof. Dr. F. Leonhard. (Bd. 429.)

Familienforschung. Von Dr. E. Devrient. (Bd. 350.)

Finanzwissenschaft. Von Prof. Dr. S. P. Altmann. (Bd. 306.)

Frauenarbeit. Ein Problem des Kapitalismus. Von Prof. Dr. R. Wilbrandt. (Bd. 106.)

Frauenbewegung, Die moderne. Ein geschichtlicher Überblick. Von Dr. K. Schirmacher. 2. Aufl. (Bd. 67.)

Friedensbewegung, Die moderne. Von A. H. Fried. (Bd. 157.)

Friedrich der Große. Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. 2. Aufl. Mit 2 Bildnissen. (Bd. 246.)

Gartenkunst. Geschichte d. G. Von Reg.-Baumeister Chr. Ranck. Mit 41 Abb. (Bd. 274.)

— siehe auch Abt. Naturwissensch. (Blumen u. Pflanzen.)

Gartenstadtbewegung, Die. Von Generalsekr. H. Kampffmeyer. Mit 45 Abb. 2. Aufl. (Bd. 239.)

Geld, Das, und sein Gebrauch. Von G. Maier. (Bd. 398.)

— siehe auch Münze.

Germanische Kultur in der Urzeit. Von Prof. Dr. G. Steinhausen. 2. Aufl. Mit 13 Abb. (Bd. 75.)

Geschichte, Deutsche siehe Von Luther zu Bismarck, Friedrich der Große, Restauration u. Revolution, Revolution (1848), Reaktion u. neue Ära, Vom Bund zum Reich, Moltke.

Gewerblicher Rechtsschutz in Deutschland. Von Patentanw. B. Tolksdorf. (Bd. 138.)

Griechische Städte. Kulturbilder aus gr. St. Von Oberlehrer Dr. E. Ziebarth. 2. Aufl. Mit 23 Abb. u. 2 Tafeln. (Bd. 131.)

Handel. Geschichte des Welthandels. Von Prof. Dr. M. G. Schmidt. 2. Aufl. (Bd. 118.)

— **Geschichte des deutschen Handels.** Von Prof. Dr. W. Langenbeck. (Bd. 237.)

Handwerk, Das deutsche, in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Dir. Dr. E. Otto. 4. Aufl. Mit 27 Abb. (Bd. 14.)

Haus, Das deutsche, und sein Hausrat. Von Prof. Dr. R. Meringer. Mit 106 Abb. (Bd. 116.)

Holland siehe Städtebilder, Historische.

Hotelwesen. Von P. Damm-Etienne. Mit 30 Abb. (Bd. 331.)

Japaner, Die, in der Weltwirtschaft. Von Prof. Dr. Rathgen. 2. Aufl. (Bd. 72.)

Jesuiten, Die. Eine histor. Skizze. Von Prof. Dr. H. Boehmer. 3. Aufl. (Bd. 29.)

Internationale Leben, Das, der Gegenwart. Von A. H. Fried. Mit 1 Tafel. (Bd. 226.)

Jurisprudenz im häuslichen Leben. Für Familie und Haushalt dargestellt. Von Rechtsanw. P. Bienengräber. 2 Bde. (Bd. 219, 220.)

Kaufmann. Das Recht des K. Von Rechtsanwalt Dr. M. Strauß. (Bd. 409.)

Kaufmännische Angestellte. Das Recht der k. A. Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 361.)

Kolonien, Die deutschen. (Land und Leute.) Von Dr. A. Heilborn. 3. Aufl. Mit 26 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 98.)

— **Unsere Schutzgebiete nach ihren wirtschaftl. Verhältnissen. Im Lichte der Erdkunde dargestellt.** Von Dr. Chr. G. Barth. (Bd. 290.)

Kolonisation, Innere. Von A. Brenning. (Bd. 261.)

Konsumgenossenschaft, Die. Von Prof. Dr. F. Staudinger. (Bd. 222.)

Krieg, Der, im Zeitalter des Verkehrs und der Technik. Von Hauptmann A. Meyer. Mit 3 Abb. (Bd. 271.)

— **Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert.** Von Major O. v. Sothen. Mit 9 Übersichtskarten. (Bd. 59.)

— siehe auch Seekrieg.

Landwirtschaft, Die deutsche. Von Dr. W. Claaßen. Mit 15 Abb. und 1 Karte. (Bd. 215.)

Miete, Die, nach dem BGB. Ein Handbüchlein für Juristen, Mieter und Vermieter. Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 194.)

Mittelalterliche Kulturideale. Von Prof. Dr. V. Vedel. 2 Bde.
Bd. I: Heldenleben. (Bd. 292.)
Bd. II: Ritterromantik. (Bd. 293.)

Mittelstandsbewegung, Die moderne. Von Dr. L. Müffelmann. (Bd. 417.)

Moltke. Von Kaiserl. Ottoman. Major im Generalstab F. C. Endres. Mit Bildn. (Bd. 415.)

Münze, Die, als historisches Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Von Prof. Dr. A. Luschin v. Ebengreuth. Mit 53 Abb. (Bd. 91.)

— siehe auch Geld.

Napoleon I. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. 2. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 195.)

Organisation, Die wirtschaftliche. Von Privatdozent Dr. E. Leberer. (Bd. 428.)

Orient, Der. Eine Länderkunde. Von E. Banse. 3 Bde.
Bd. I: Die Atlasländer. Marokko, Algerien, Tunesien. Mit 15 Abb., 10 Kartenskizzen, 3 Diagrammen u. 1 Tafel. (Bd. 277.)
Bd. II: Der arabische Orient. Mit 29 Abb. und 7 Diagrammen. (Bd. 278.)
Bd. III: Der arische Orient. Mit 34 Abb., 3 Kartenskizzen und 2 Diagrammen. (Bd. 279.)

Österreich. Geschichte der auswärtigen Politik Österreichs im 19. Jahrhundert. Von R. Charmatz. (Bd. 374.)

Österreichs innere Geschichte von 1848 bis 1907. Von R. Charmatz. 2 Bände. 2. Aufl.
Bd. I: Die Vorherrschaft der Deutschen. (Bd. 242.)
Bd. II: Der Kampf d. Nationen. (Bd. 243.)

Ostmark, Die. Eine Einführung in die Probleme ihrer Wirtschaftsgeschichte. Von Prof. Dr. W. Mitscherlich. (Bd. 351.)

Ostseegebiet. Von Privatdozent Dr. G. Braun. (Bd. 367.)

Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. H. Freiherr von Soden. 3. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan und 6 Ansichten. (Bd. 6.)

Palästina und seine Kultur in fünf Jahrtausenden. Von Gymnasialoberlehrer Dr. P. Thomsen. Mit 36 Abb. (Bd. 260.)

Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Prof. Dr. K. Hassert. 2. Aufl. Mit 6 Karten. (Bd. 38.)

Politische Geographie. Von Dr. E. Schöne. (Bd. 353.)

Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert. Von Prof. Dr. K. Th. v. Heigel. 2. Aufl. (Bd. 129.)

Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 2. Aufl. Mit 62 Abb. (Bd. 114.)

Postwesen, Das. Entwicklung und Bedeutg. Von Postrat J. Bruns. (Bd. 165.)

Primitive. Die geistige Kultur der P. Von Prof. Dr. K. Th. Preuß. (Bd. 452.)

Reaktion und neue Ära. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der Gegenwart. Von Prof. Dr. R. Schwemer. 2. Aufl. (Bd. 101.)

Recht siehe Eherecht, Erbrecht, Gewerbl. Rechtsschutz, Jurisprudenz, Kaufmann, Kaufmänn. Angestellte, Urheberrecht, Verbrechen, Verfassungsrecht, Wahlrecht, Zivilprozeßrecht.

Rechtsprobleme, Moderne. Von Prof. Dr. J. Kohler. 3. Aufl. (Bd. 128.)

Reichsversicherung, Die. Die Kranken-, Invaliden-, Hinterbliebenen-, Unfall- und Angestelltenversicherung nach der Reichsversicherungsordnung u. dem Versicherungsgesetz für Angestellte. Von Landesversicherungsassessor H. Seelmann. (Bd. 380.)

Restauration und Revolution. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Prof. Dr. R. Schwemer. 3. Aufl. (Bd. 37.)

Revolution. Geschichte der Französischen R. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. (Bd. 346.)

— **1848.** Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. O. Weber. 2. Aufl. (Bd. 53.)

Rom. Das alte Rom. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. O. Richter. Mit Bilderanhang u. 4 Plänen. (Bd. 386.)

— **Soziale Kämpfe im alten Rom.** Von Privatdoz. Dr. L. Bloch. 3. Aufl. (Bd. 22.)

— **Roms Kampf um die Weltherrschaft.** Von Prof. Dr. Kromayer. (Bd. 368.)

Schiffahrt, Deutsche, und Schiffahrtspolitik der Gegenwart. Von Prof. Dr. K. Thieß. (Bd. 169.)

Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. O. Weise. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 4.)

— siehe auch Buch.

Schulwesen. Geschichte des deutschen Schulwesens. Von Oberrealschuldir. Dr. K. Knabe. (Bd. 85.)

Seekrieg. Eine geschichtl. Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis zur Gegenwart. Von K. Freiherrn v. Maltzahn, Vizeadmiral a. D. (Bd. 99.)

— **Das Kriegsschiff.** Von Geh. Marinebaurat Krieger. Mit 60 Abb. (Bd. 389.)

— siehe Krieg.

Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von G. Maier. 4. Aufl. (Bd. 2.)

— siehe auch Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung.

Soziale Kämpfe im alten Rom siehe Rom.

Sozialismus. Geschichte der sozialistischen Ideen im 19. Jahrh. Von Privatdoz. Dr. Fr. Muckle. 2 Bde.
Band I: Der rationale Sozialismus. (Bd. 269.)
Band II: Proudhon und der entwicklungsgeschichtliche Sozialismus. (Bd. 270.)

Städte, Die. Geographisch betrachtet. Von Prof. Dr. K. Hassert. Mit 21 Abb. (Bd. 163.)

— **Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter.** Von Prof. Dr. B. Heil. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 1 Doppeltafel. (Bd. 43.)

— **Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland.** Von Reg.-Baumeister a. D. A. Erbe. Mit 59 Abb. (Bd. 117.)

— siehe auch Griechische Städte, ferner Pompeji, Rom.

Statistik. Von Prof. Dr. S. Schott. (Bd. 442.)

Strafe und Verbrechen. Von Dr. P. Pollitz. (Bd. 323.)

Student, Der Leipziger, von 1409 bis 1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)

Telegraphie, Die, in ihrer Entwicklung und Bedeutung. Von Postrat J. Bruns. Mit 4 Fig. (Bd. 183.)

Testamentserrichtung und Erbrecht. Von Prof. Dr. F. Leonhard. (Bd. 429.)

Theater, Das. Schauspielhaus und Schauspielkunst vom griech. Altertum bis auf die Gegenw. Von Dr. Chr. Gaehde. 2. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 230.)

Über Universitäten u. Universitätsstudium. V. Prof. Dr. Th. Ziegler. (Bd. 411.)

— siehe auch Student, Der Leipziger.

Urheberrecht. Das Recht an Schrift- und Kunstwerken. Von Rechtsanwalt Dr. R. Mothes. (Bd. 435.)

Verbrechen. Strafe und V. Von Dr. P. Pollitz. (Bd. 323.)

Verbrechen und Aberglaube. Skizzen aus der volkskundlichen Kriminalistik. Von Dr. A. Hellwig. (Bd. 212.)

Verbrecher. Die Psychologie des V. Von Dr. P. Pollitz. Mit 5 Diagrammen. (Bd. 248.)

Verfassung. Grundzüge der V. des Deutschen Reiches. Von Prof. Dr. E. Loening. 4. Aufl. (Bd. 34.)

Verfassungsrecht, Deutsches, in geschichtlicher Entwicklung. Von Prof. Dr. Ed. Hubrich. 2. Aufl. (Bd. 80.)

Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800 bis 1900 (fortgeführt bis zur Gegenwart). Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft. Von Prof. Dr. W. Lotz. 3. Aufl. (Bd. 15.)

— siehe auch Eisenbahnwesen.

Versicherungswesen. Grundzüge des V. Von Prof. Dr. A. Manes. 2. Aufl. (Bd. 105.)

— siehe auch Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung und Reichsversicherung.

Volksfeste und Volkssitten, Deutsche. Von H. S. Rehm. Mit 11 Abb. (Bd. 214.)

Volksstämme, Die deutschen, und Landschaften. Von Prof. Dr. O. Weise. 4. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 16.)

Volkstrachten, Deutsche. Von Pfarrer C. Spieß. (Bd. 342.)

— siehe auch Deutsche Volksfeste usw.

Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Prof. Dr. R. Schwemer. 2. Aufl. (Bd. 102.)

Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte. Von Prof. Dr. O. Weber. 2 Bde. 2. Aufl. (Bd. 123, 124.)

Wahlrecht, Das. Von Reg.-Rat Dr. O. Poensgen. (Bd. 249.)

Weidwerk, Das deutsche. Von G. Frh. v. Nordenflycht. (Bd. 436.)

Welthandel siehe Handel.

Wirtschaftliche Erdkunde. Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 2. Aufl. Bearb. von Prof. Dr. K. Dove. (Bd. 122.)

Wirtschaftsleben, Deutsches. Auf geographischer Grundlage geschildert. Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 3. Aufl. Neubearb. von Dr. H. Reinlein. (Bd. 42.)

— **Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens** im letzten Jahrhundert. Von Prof. Dr. L. Pohle. 3. Aufl. (Bd. 57.)

— **Deutschlands Stellung in der Weltwirtschaft.** Von Prof. Dr. P. Arndt) 2. Aufl. (Bd. 179.)

Wirtschaftliche Organisation, Die. Von Privatdozent Dr. E. Lederer. (Bd. 428.)

Wirtschaftsgeschichte siehe Antike Wirtschaftsgeschichte.

Zeitungswesen. Von Dr. H. Diez. (Bd. 328.)

Zivilprozeßrecht, Das deutsche. Von Rechtsanwalt Dr. M. Strauß. (Bd. 315.)

Wichtige Gebiete der Volkswirtschaft sind auch in der Abteilung Naturwissenschaft und Technik behandelt unter den Stichwörtern: **Automobil, Bierbrauerei, Bilder aus der chem. Technik, Eisenbahnwesen, Eisenhüttenwesen, Elektr. Kraftübertragung, Gartenstadtbewegung, Ingenieurtechnik, Kaffee, Kakao, Kinematographie, Kohlen, Landwirtschaftl. Maschinen, Metalle, Patente, Salz, Schmucksteine, Spinnerei, Straßenbahnen, Tabak, Tee, Wald, Wasserkraftmaschinen, Weinbau.**

Weitere Bände sind in Vorbereitung.

Aus Mathematik, Naturwissenschaften, Medizin u. Technik erschienen:

Aberglaube, Der, in der Medizin und seine Gefahr für Gesundheit und Leben. Von Prof. Dr. D. v. Hansemann. 2. Aufl. (Bd. 83.)

Abstammungs- und Vererbungslehre, Experimentelle. Von Dr. H. Lehmann. Mit 26 Abb. (Bd. 379.)

Abstammungslehre und Darwinismus. Von Prof. Dr. R. Hesse. 4. Aufl. Mit 37 Fig. (Bd. 39.)

Agrikulturchemie. Von Dr. P. Krische. Mit 21 Abb. (Bd. 314.)

Algebra siehe Arithmetik.

Alkoholismus, Der. Von Dr. G. B. Gruber. Mit 7 Abb. (Bd. 103.)

Ameisen, Die. Von Dr. Fr. Knauer. Mit 61 Fig. (Bd. 94.)

Anatomie des Menschen, Die. Von Prof. Dr. K. v. Bardeleben. 6 Bde. 2. Aufl.
I. Teil: Zellen- und Gewebelehre. Entwicklungsgeschichte der Körper als Ganzes. Mit 70 Abb. (Bd. 418.)
II. Teil: Das Skelett. Mit 53 Abb. (Bd. 419.)
III. Teil: Das Muskel- und Gefäßsystem. Mit 68 Abb. (Bd. 420.)
IV. Teil: Die Eingeweide (Darm-, Atmungs-, Harn- und Geschlechtsorgane). Mit 39 Abb. (Bd. 421.)
V. Teil: Nervensystem und Sinnesorgane. Mit Abb. (Bd. 422.)
VI. Teil: Statik und Mechanik des menschlichen Körpers. Mit 20 Abb. (Bd. 423.)

Aquarium, Das. Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)

Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. P. Crantz. 2 Bde.
I. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades. 2. Aufl. Mit 9 Fig. (Bd. 120.)
II. Teil: Gleichungen. Arithmetische und geometrische Reihen. Zinseszins- und Rentenrechnung. Komplexe Zahlen. Binomischer Lehrsatz. 3. Aufl. Mit 23 Fig. (Bd. 205.)

Arzneimittel und Genußmittel. Von Prof. Dr. O. Schmiedeberg. (Bd. 363.)

Arzt, Der. Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenw. Ein Leitfaden der soz. Medizin. Von Dr. med. M. Fürst. (Bd. 265.)

Astronomie. Probleme der modernen Astr. Von Prof. Dr. S. Oppenheim. Mit 11 Fig. (Bd. 355.)

— **Astronomie in ihrer Bedeutung für das praktische Leben.** Von Prof. Dr. A. Marcuse. Mit 26 Abb. (Bd. 378.)

— siehe auch Weltall, Weltbild, Sonne, Mond, Planeten.

Atome, Moleküle — Atome — Weltäther. Von Prof. Dr. G. Mie. 3. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 58.)

Auge des Menschen, Das, und seine Gesundheitspflege. Von Prof. Dr. G. Abelsdorff. Mit 15 Abb. (Bd. 149.)

Auge, Das, und die Brille. Von Dr. M. v. Rohr. Mit 84 Abb. und 1 Lichtdrucktafel. (Bd. 372.)

Automobil, Das. Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens. Von Ingenieur K. Blau. 2. Aufl. Mit 86 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 166.)

Bakterien, Die, im Kreislauf des Stoffes in der Natur und im Haushalt des Menschen. Von Prof. Dr. E. Gutzeit. Mit 13 Abb. (Bd. 233.)

— **Die krankheiterregenden Bakterien.** Von Privatdozent Dr. M. Loehlein. Mit 33 Abb. (Bd. 307.)

Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers. Von Prof. Dr. H. Sachs. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 32.)

Baukunde. Das Wohnhaus. Von Reg.-Baumeister a. D. G. Langen. 2 Bde. Mit Abb.
Bd. I: Sein technischer Aufbau. (Bd. 444.)
Bd. II: Seine Anlage und Ausgestaltung. (Bd. 445.)

— **Eisenbetonbau, Der.** Von Dipl.-Ing. E. Haimovici. 81 Abb. (Bd. 275.)

Baukunst siehe Abtlg. Kunst.

Befruchtungsvorgang, Der, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. E. Teichmann. 2. Aufl. Mit 7 Abb. und 4 Doppeltafeln. (Bd. 70.)

Beleuchtungsarten, Die, der Gegenwart. Von Dr. H. Lux. Mit Abb. (Bd. 108.)

Bierbrauerei. Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 333.)

Biochemie. Einführung in die B. Von Prof. Dr. W. Löb. (Bd. 352.)

Biologie, Experimentelle. Von Dr. E. Theiing. Mit Abb. 2 Bde.
Bd. I: Experimentelle Zellforschung. (Bd. 336.)
Band II: Regeneration, Transplantation und verwandte Gebiete. (Bd. 337.)

Biologie siehe auch Abstammungslehre, Befruchtungsvorgang, Erscheinungen des Lebens, Lebewesen, Organismen, Mensch und Tier.

Blumen. Unsere Bl. und Pflanzen im Garten. Von Prof. Dr. U. Dammer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)

— **Unsere Bl. und Pflanzen im Zimmer.** Von Prof. Dr. U. Dammer. Mit 65 Abb. (Bd. 359.)

Blut, Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. H. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

Botanik siehe Kolonialbotanik, Blumen, Kulturpflanzen.

Brauerei. Die Bierbrauerei. Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 333.)

Brille. Das Auge und die Br. Von Dr. M. v. Rohr. Mit 84 Abb. und 1 Lichtdrucktafel. (Bd. 372.)

Buch. Wie ein Buch entsteht. Von Prof. A. W. Unger. 3. Aufl. Mit 7 Tafeln und 26 Abb. (Bd. 175.)

— siehe auch Abt. Kultur (Buchgewerbe, Schrift- u. Buchwesen).

Chemie. Einführung in die chemische Wissenschaft. Von Prof. Dr. W. Löb. Mit 16 Figuren. (Bd. 264.)

— **Bilder aus der chemischen Technik.** Von Dr. A. Müller. Mit 24 Abb. (Bd. 191.)

Chemie in Küche und Haus. Von weil. Prof. Dr. G. Abel. 2. Aufl. von Dr. J. Klein. Mit 1 Doppeltafel. (Bd. 76.)

Chemie und Technologie der Sprengstoffe. Von Prof. Dr. R. Biedermann. Mit 15 Fig. (Bd. 286.)

Chirurgie, Die, unserer Zeit. Von Prof. Dr. Feßler. Mit 52 Abb. (Bd. 339.)

Dampfkessel siehe Dampfmaschine I und Feuerungsanlagen.

Dampfmaschine, Die. 2 Bde. I: Wirkungsweise des Dampfes in Kessel und Maschine. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 3. Aufl. Mit 45 Abb. (Bd. 393.)

— II: Ihre Gestaltung und ihre Verwendung. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. Mit 95 Abb. u. 1 Taf. (Bd. 394.)

Darwinismus. Abstammungslehre und D. Von Prof. Dr. R. Hesse. 4. Aufl. Mit 37 Fig. (Bd. 39.)

Differential- u. Integralrechnung. Von Dr. M. Lindow. (Bd. 387.)

Drähte und Kabel, ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik. Von Telegrapheninspektor H. Brick. Mit 43 Abb. (Bd. 285.)

Eisenbahnwesen, Das. Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor a. D. E. Biedermann. 2. Aufl. M. zahlr. Abb. (Bd. 144.)

— siehe auch Klein- u. Straßenbahnen, Verkehrsentwicklung.

Eisenbetonbau. Von Dipl.-Ing. E. Haimovici. Mit 81 Abb. (Bd. 275.)

Eisenhüttenwesen. Von weil. Geh. Bergrat Prof. Dr. H. Wedding. 4. Aufl. von Bergreferendar F. W. Wedding. Mit 15 Fig. (Bd. 20.)

Eiszeit, Die, und der vorgeschichtliche Mensch. Von Prof. Dr. G. Steinmann. Mit 24 Abb. (Bd. 302.)

Elektrische Kraftübertragung. Von Ing. P. Köhn. Mit Abb. (Bd. 424.)

Elektrochemie. Von Prof. Dr. K. Arndt. Mit 38 Abb. (Bd. 234.)

Elektrotechnik. Grundlagen der E. Von Dr. A. Roth. Mit 72 Abb. (Bd. 391.)

— siehe auch Drähte und Kabel, Telegraphie.

Energie. Die Lehre von der E. Von Dr. A. Stein. Mit 13 Fig. (Bd. 257.)

Ernährung und Volksnahrungsmittel. Von weil. Prof. Dr. J. Frentzel. 2. Aufl. Neu bearbeitet von Geh.-Rat Prof. Dr. N. Zuntz. Mit 7 Abb. und 2 Tafeln. (Bd. 19.)

Erscheinungen, Die, des Lebens. Von Prof. Dr. H. Miehe. Mit 40 Fig. (Bd. 130.)

Farben siehe Licht.

Feuerungsanlagen, Industrielle, u. Dampfkessel. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 88 Abb. (Bd. 348.)

Funkentelegraphie. Von Oberpostpraktikant H. Thurn. Mit 53 Illustr. 2. Aufl. (Bd. 167.)

Garten siehe Blumen, Pflanzen.

Gartenkunst. Geschichte der G. Von Reg.-Baumeister Chr. Ranck. Mit 41 Abb. (Bd. 274)

Gartenstadtbewegung, Die. Von Generalsekretär H. Kampffmeyer. Mit 43 Abb. 2. Aufl. (Bd. 259.)

Gebiß, Das menschliche, seine Erkrankung und Pflege. Von Zahnarzt Fr. Jäger. Mit 24 Abb. (Bd. 229.)

Geisteskrankheiten. Von Anstaltsoberarzt Dr. G. Ilberg. (Bd. 151.)

Genußmittel siehe Kaffee, Tee, Kakao, Tabak, Arzneimittel u. Genußmittel.

Geologie. Aus der Vorzeit der Erde. Von Prof. Dr. Fr. Frech. 2. Aufl.

Bd. I: Vulkane einst und jetzt. Mit 80 Abb. (Bd. 207.)

Bd. II: Gebirgsbau und Erdbeben. Mit 57 Abb. (Bd. 208.)

Bd. III: Die Arbeit des fließenden Wassers. Mit 51 Abb. (Bd. 209.)

Bd. IV: Die Arbeit des Ozeans und die chemische Tätigkeit des Wassers im allgemeinen. Mit 1 Titelbild und 51 Abb. (Bd. 210.)

Bd. V: Kohlenbildung und Klima der Vorzeit. 49 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 211.)

Bd. VI: Gletscher einst und jetzt. Mit 1 Titelbild und 65 Abb. (Bd. 61.)

Geschlechtskrankheiten, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung und Verhütung. Von Generalarzt Prof. Dr. W. Schumburg. 2. Aufl. Mit 4 Abb. und 1 Tafel. (Bd. 251.)

Gesundheitslehre. Acht Vorträge aus der G. Von weil. Prof. Dr. H. Buchner. 4. Aufl. besorgt von Prof. Dr. M. von Gruber. Mit 26 Abb. (Bd. 1.)

Gesundheitslehre für Frauen. Von Prof. Dr. Opitz. Mit Abb. (Bd. 171.)

Getreidegräser siehe Kulturpflanzen.

Graphische Darstellung, Die. Von Prof. Dr. F. Auerbach. (Bd. 437.)

Handfeuerwaffen, Die. Ihre Entwicklung und Technik. Von Hauptmann R. Weiß. Mit 69 Abb. (Bd. 364.)

Häuserbau siehe Baukunde, Heizung und Lüftung.

Haustiere. Die Stammesgeschichte unserer H. Von Prof. Dr. C. Keller. Mit 28 Fig. (Bd. 252.)

Hebezeuge. Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. Mit 67 Abb. (Bd. 196.)

Heilwissenschaft, Die moderne. Wesen und Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. E. Biernacki. Deutsch von Dr. S. Ebel. (Bd. 25.)

Heizung und Lüftung. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)

Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. H. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

Hüttenwesen siehe Eisenhüttenwesen.

Hypnotismus und Suggestion. Von Dr. E. Trömner. 2. Aufl. (Bd. 199.)

Infinitesimalrechnung. Einführung in die I. mit einer historischen Übersicht. Von Prof. Dr. G. Kowalewski. 2. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 197.)

Ingenieurtechnik. Bilder aus der J. Von Baurat K. Merckel. Mit 43 Abb. (Bd. 60.)

— **Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit.** Von Geh. Regierungsrat M. Geitel. Mit Abb. (Bd. 28.)

Kabel. Drähte und K., ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik. Von Telegrapheninspektor H. Brick. Mit 43 Abb. (Bd. 285.)

Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Getränke. Von Prof. Dr. A. Wieler. Mit 24 Abb. und 1 Karte. (Bd. 132.)

Kälte, Die, ihr Wesen, ihre Erzeugung und Verwertung. Von Dr. H. Alt. Mit 45 Abb. (Bd. 311.)

Kinematographie. Von Dr. H. Lehmann. Mit 69 Abb. (Bd. 358.)

Klein- und Straßenbahnen. Von Oberingenieur a. D. A. Liebmann. Mit 85 Abb. (Bd. 322.)

Kohlen, Unsere. Von Bergassessor P. Kukuk. Mit 60 Abb. (Bd. 396.)

Kolonialbotanik. Von Prof. Dr. F. Tobler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)

Korallen und andere gesteinbildende Tiere. Von Prof. Dr. W. May. Mit 45 Abb. (Bd. 321.)

Kraftanlagen siehe Feuerungsanlagen und Dampfkessel, Elektr. Kraftübertragung, Dampfmaschine, Wärmekraftmaschine.

Kraftmaschinen siehe Wärmekraftmaschine, Wasserkraftmaschine.

Kraftübertragung, Die elektrische. Von Ingenieur P. Köhn. Mit Abb. (Bd. 424.)

Krankenpflege. Von Chefarzt Dr. B. Leick. (Bd. 152.)

Kriegsschiff, Das. Von Geh. Marinebaurat Krieger. Mit 60 Abb. (Bd. 389.)

Küche siehe Chemie in Küche und Haus.

Kulturpflanzen. Unsere wichtigsten K. (die Getreidegräser). Von Prof. Dr. K. Giesenhagen. 2. Aufl. Mit 38 Fig. (Bd. 10.)

Landwirtschaftliche Maschinenkunde. Von Prof. Dr. G. Fischer. Mit 62 Abb. (Bd. 316.)

Lebewesen. Die Beziehungen der L. zueinander. Von Prof. Dr. K. Kraepelin. Mit Abb.
— — I. Der Tiere zueinander. (Bd. 426.)
— — II. Der Pflanzen zueinander und zu den Tieren. (Bd. 427.)
— siehe Organismen, Biologie.

Leibesübungen, Die, und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Prof. Dr. R. Zander. 3. Aufl. Mit 19 Abb. (Bd. 13.)

Licht, Das, und die Farben. Von Prof. Dr. L. Graetz. 3. Aufl. Mit 117 Abb. (Bd. 17.)

Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimentalchemie. Von Prof. Dr. R. Blochmann. 4. Aufl. Mit 115 Abb. (Bd. 5.)

Luftfahrt, Die, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung. Von Dr. R. Nimführ. 3. Aufl. von Dr. Fr. Huth. Mit zahlr. Abb. (Bd. 300.)

Luftstickstoff, Der, und seine Verwertung. Von Prof. Dr. K. Kaiser. Mit 13 Abb. (Bd. 313.)

Lüftung. Heizung und L. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)

Maschinen siehe Hebezeuge, Dampfmaschine, Wärmekraftmaschine, Wasserkraftmaschine und die folg. Bände.

Maschinenelemente. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. Mit 184 Abb. (Bd. 301.)

Maschinenkunde siehe Landwirtschaftl. Maschinenkunde.

Maße und Messen. Von Dr. W. Block. Mit 34 Abb. (Bd. 385.)

Mathematik, Praktische. Von Dr. R. Neuendorff. I. Teil: Graphisches u. numerisches Rechnen. Mit 62 Fig. u. 1 Tafel. (Bd. 341.)

Mathematik. Naturwissenschaften und M. im klassischen Altertum. Von Prof. Dr. Joh. L. Heiberg. (Bd. 370.)

Mathematische Spiele. Von Dr. W. Ahrens. 2. Aufl. Mit 70 Fig. (Bd. 170.)

Mechanik. Von Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Ihering. 2 Bde.
Bd. I: Die Mechanik der festen Körper. Mit 61 Abb. (Bd. 303.)
Bd. II: Die Mechanik der flüssigen Körper. Mit 34 Abb. (Bd. 304.)

Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. O. Janson. 3. Aufl. Mit 41 Fig. (Bd. 30.)

Mensch. Entwicklungsgeschichte des M. Von Dr. A. Heilborn. Mit Abb. (Bd. 388.)

Mensch der Urzeit, Der. Vier Vorlesungen aus der Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechtes. Von Dr. A. Heilborn. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 62.)

Mensch, Der vorgeschichtliche, siehe Eiszeit.

Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von weil. Prof. Dr. A. Kirchhoff. 3. Aufl. (Bd. 31.)

Mensch und Tier. Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Prof. Dr. K. Eckstein. 2. Aufl. Mit 51 Fig. (Bd. 18.)

Menschlicher Körper. Bau und Tätigkeit des menschl. K. Von Prof. Dr. H. Sachs. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 32.)
— siehe auch Anatomie, Blut, Herz, Nervensystem, Sinne, Verbildungen.

Metalle, Die. Von Prof. Dr. K. Scheid. 3. Aufl. Mit 16 Abb. (Bd. 29.)

Mikroskop, Das, seine Optik, Geschichte und Anwendung. Von Dr. Scheffer. 2. Aufl. Mit 66 Abb. (Bd. 35.)

Milch, Die, und ihre Produkte. Von Dr. A. Reitz. Mit 16 Abb. (Bd. 362.)

Moleküle — Atome — Weltäther. Von Prof. Dr. G. Mie. 3. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 58.)

Mond, Der. Von Prof. Dr. J. Franz. Mit 31 Abb. (Bd. 90.)

Naturlehre. Die Grundbegriffe der modernen N. Von Prof. Dr. F. Auerbach. 3. Aufl. Mit 79 Fig. (Bd. 40.)

Naturstoffe. Künstliche Darstellung von N. Von Prof. Dr. E. Rüst. Mit Abb. (Bd. 457.)

Naturwissenschaften im Haushalt. Von Dr. J. Bongardt. 2 Bde.
I. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für die Gesundheit der Familie? Mit 31 Abb. (Bd. 125.)
II. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für gute Nahrung? Mit 17 Abb. (Bd. 126.)

Naturwissenschaften und Mathematik im klassischen Altertum. Von Prof. Dr. Joh. L. Heiberg. (Bd. 370.)

Naturwissenschaft und Religion. N. und R. in Kampf und Frieden. Ein geschichtlicher Rückblick. Von Dr. A. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)

Naturwissenschaften und Technik. Am sausenden Webstuhl der Zeit. Übersicht über Wirkungen der Entwicklung der N. und T. auf das gesamte Kulturleben. Von Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl. Mit 16 Abb. (Bd. 23.)

Nautik. Von Dir. Dr. J. Möller. Mit 58 Fig. (Bd. 255.)

Nerven. Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele in gesundem und krankem Zustande. Von Prof. Dr. R. Zander. 2. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 48.)

Obstbau. Von Dr. E. Voges. Mit 13 Abb. (Bd. 107.)

Optik siehe Auge, Brille, Licht u. Farbe, Mikroskop, Spektroskopie, Stereoskop, Strahlen.

Optischen Instrumente, Die. Von Dr. M. v. Rohr. 2. Aufl. Mit 84 Abb. (Bd. 88.)

Organismen. Die Welt der O. In Entwicklung und Zusammenhang dargestellt. Von Prof. Dr. K. Lampert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.)

— siehe Lebewesen.

Patente und Patentrecht siehe Abtlg. Recht. (Gewerbl. Rechtsschutz).

Pflanzen. Das Werden und Vergehen der Pfl. Von Prof. Dr. P. Gisevius. Mit 24 Abb. (Bd. 173.)

— **Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen.** Von Prof. Dr. E. Küster. Mit 38 Abb. (Bd. 112.)

— **Die fleischfressenden Pflanzen.** Von Dr. A. Wagner. Mit 82 Abb. (Bd. 344.)

— **Unsere Blumen und Pflanzen im Garten.** Von Prof. Dr. U. Dammer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)

— **Unsere Blumen und Pflanzen im Zimmer.** Von Prof. Dr. U. Dammer. Mit 65 Abb. (Bd. 359.)

— siehe auch Lebewesen.

Pflanzen- und Tierstoffe, Natürliche und künstliche. Von Dr. B. Bavink. Mit 7 Fig. (Bd. 187.)

Pflanzenwelt des Mikroskops, Die. Von Bürgerschullehrer E. Neukauf. Mit 100 Abb. (Bd. 181.)

Photochemie. Von Prof. Dr. G. Kümmell. Mit 23 Abb. (Bd. 227.)

Photographie, Die, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre Anwendung. Von Dr. O. Prelinger. Mit Abb. (Bd. 414.)

Photographie, Die künstlerische. Von Dr. W. Warstat. Mit Bilderanhang (12 Tafeln). (Bd. 410.)

Physik. Werdegang der modernen Ph. Von Dr. H. Keller. Mit 13 Fig. (Bd. 343.)

— **Einleitung in die Experimentalphysik.** Von Prof. Dr. R. Börnstein. Mit 90 Abb. (Bd. 371.)

Physiker. Die großen Ph. und ihre Leistungen. Von Prof. Dr. F. A. Schulze. Mit 7 Abb. (Bd. 324.)

Pilze, Die. Von Dr. A. Eichinger. Mit 54 Abb. (Bd. 334.)

Planeten, Die. Von Prof. Dr. B. Peter. Mit 18 Fig. (Bd. 240.)

Planimetrie zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. P. Crantz. Mit 99 Fig. (Bd. 340.)

Radium und Radioaktivität. Von Dr. M. Centnerszwer. 33 Abb. (Bd. 405.)

Salzlagerstätten, Die. Von Dr. C. Riemann. (Bd. 407.)

Säugling, Der, seine Ernährung und seine Pflege. Von Dr. W. Kaupe. Mit 17 Abb. (Bd. 154.)

Schachspiel, Das, und seine strategischen Prinzipien. Von Dr. M. Lange. 2. Aufl. Mit den Bildnissen E. Laskers und P. Morphys, 1 Schachbrettafel u. 43 Darst. von Übungsbeispielen. (Bd. 281.)

Schiffbau siehe Kriegsschiff.

Schiffahrt siehe Nautik und Abt. Wirtschaft.

Schmucksteine, Die, und die Schmuckstein-Industrie. Von Dr. A. Eppler. Mit 64 Abb. (Bd. 376.)

Schulhygiene. Von Prof. Dr. L. Burgerstein. 3. Aufl. Mit 43 Fig. (Bd. 96.)

Sinne des Menschen, Die fünf. Von Prof. Dr. J. K. Kreibig. 2. Aufl. Mit 39 Abb. (Bd. 27.)

Spektroskopie. Von Dr. L. Grebe. Mit 62 Abb. (Bd. 284.)

Spinnerei. Von Dir. Prof. M. Lehmann. Mit 35 Abb. (Bd. 338.)

Sprengstoffe. Chemie und Technologie der Spr. Von Prof. Dr. R. Biedermann. Mit 15 Fig. (Bd. 286.)

Stereoskop, Das, und seine Anwendungen. Von Prof. Th. Hartwig. Mit 40 Abb. und 19 Tafeln. (Bd. 135.)

Sonne, Die. Von Dr. A. Krause. Mit 64 Abb. im Text u. auf 1 Buntdrucktafel. (Bd. 357.)

Stimme. Die menschliche St. und ihre Hygiene. Von Prof. Dr. P. H. Gerber. 2. Aufl. Mit 20 Abb. (Bd. 136.)

Strahlen, Sichtbare und unsichtbare. Von Prof. Dr. R. Börnstein und Prof. Dr. W. Marckwald. 2. Aufl. Mit 85 Abb. (Bd. 64.)

Straßenbahnen. Die Klein- und Straßenbahnen. Von Oberingenieur a. D. A. Liebmann. Mit 85 Abb. (Bd. 322.)

Suggestion. Hypnotismus und Suggestion. V. Dr. E. Trömner. 2. Aufl. (Bd. 199.)

Süßwasser-Plankton, Das. Von Prof. Dr. O. Zacharias. 2. Aufl. Mit 49 Abb. (Bd. 156.)

Tabak, Der, in Landwirtschaft, Handel und Industrie. Mit Abb. Von Jac. Wolf. (Bd. 416.)

Tee. Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Getränke. Von Prof. Dr. A. Winter. Mit 24 Abb. und 1 Karte. (Bd. 132.)

Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. Von Telegraphen-inspektor H. Brick. Mit 58 Abb. (Bd. 235.)

— **Die Funkentelegraphie.** Von Oberpostpraktikant H. Thurn. Mit 53 Illustr. 2. Aufl. (Bd. 167.)

— siehe auch Drähte und Kabel.

Tiere der Vorzeit. Von Prof. Dr. O. Abel. Mit Abb. (Bd. 399.)

Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie. Von weil. Privatdozent Dr. K. Hennings. Mit 34 Abb. (Bd. 142.)

— **Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere.** Von Prof. Dr. O. Maas. Mit 11 Karten und Abb. (Bd. 139.)

— **Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus).** Von Dr. Fr. Knauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)

— siehe auch Lebewesen.

Tierwelt des Mikroskops (die Urtiere). Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 39 Abb. (Bd. 160.)

Tierzüchtung. Von Dr. G. Wilsdorf. Mit 30 Abb. auf 12 Tafeln. (Bd. 369.)

— **Die Fortpflanzung der Tiere.** Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 77 Abb. (Bd. 253.)

Trigonometrie, Ebene, zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. P. Crantz. Mit 50 Fig. (Bd. 431.)

Tuberkulose, Die, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Von Generalarzt Prof. Dr. W. Schumburg. 2. Aufl. Mit 1 Tafel u. 8 Fig. (Bd. 47.)

Uhr, Die. Von Reg.-Bauführer a. D. H. Bock. Mit 47 Abb. (Bd. 216.)

Verbildungen, Körperliche, im Kindesalter und ihre Verhütung. Von Dr. M. David. Mit 26 Abb. (Bd. 321.)

Vererbung. Experimentelle Abstammungs- und Vererbungslehre. Von Dr. H. Lehmann. Mit 26 Abb. (Bd. 379.)

Vogelleben, Deutsches. Von Prof. Dr. A. Voigt. (Bd. 221.)

Vogelzug und Vogelschutz. Von Dr. W. R. Eckardt. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)

Volksnahrungsmittel siehe Ernährung u. V.

Wald. Der deutsche. Von Prof. Dr. H. Hausrath. 2. Aufl. Mit 15 Abb. und 2 Karten. (Bd. 153.)

Wärme. Die Lehre von der W. Von Prof. Dr. R. Börnstein. Mit 33 Abb. (Bd. 172.)

— siehe auch Luft, Wasser, Licht, Wärme.

Wärmekraftmaschinen, Die neueren. 2 Bde. I: Einführung in die Theorie und den Bau der Maschinen für gasförmige und flüssige Brennstoffe. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 4. Aufl. Mit 33 Abb. (Bd. 21.)

— II: Gasmaschinen, Gas- und Dampfturbinen. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 3. Aufl. Mit 48 Abb. (Bd. 86.)

— siehe auch Kraftanlagen.

Wasser, Das. Von Privatdozent Dr. O. Anselmino. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)

— siehe auch Luft, Wasser, Licht, Wärme.

Wasserkraftmaschinen und die Ausnützung der Wasserkräfte. Von Geh. Reg.-Rat A. v. Ihering. 2. Aufl. Mit 73 Fig. (Bd. 228.)

Weinbau und Weinbereitung. Von Dr. F. Schmitthenner. 34 Abb. (Bd. 332.)

Weltall. Der Bau des W. Von Prof. Dr. J. Scheiner. 4. Aufl. Mit 26 Fig. (Bd. 24.)

Weltäther siehe Moleküle.

Weltbild. Das astronomische W. im Wandel der Zeit. Von Prof. Dr. S. Oppenheim. 2. Aufl. Mit 24 Abb. (Bd. 110.)

Weltentstehung. Entstehung der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft. Von Prof. Dr. B. Weinstein. 2. Aufl. (Bd. 223.)

Wetter, Gut und schlecht. Von Dr. R. Hennig. Mit 46 Abb. (Bd. 349.)

Wind und Wetter. Von Prof. Dr. L. Weber. 2. Aufl. Mit 28 Figuren und 3 Tafeln. (Bd. 55.)

Wirbeltiere. Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der W. Von Prof. Dr. W. Lubosch. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)

Wohnhaus siehe Baukunde.

Zahnheilkunde siehe Gebiß.

Weitere Bände sind in Vorbereitung.

Universitäts-Bibliothek Innsbruck

DIE KULTUR DER GEGENWART

IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE

HERAUSGEGEBEN VON PROF. PAUL HINNEBERG

Eine systematisch aufgebaute, geschichtlich begründete Gesamtdarstellung unserer heutigen Kultur, welche die Fundamentalergebnisse der einzelnen Kulturgebiete nach ihrer Bedeutung für die gesamte Kultur der Gegenwart und für deren Weiterentwicklung in großen Zügen zur Darstellung bringt. Das Werk vereinigt eine Zahl erster Namen aus Wissenschaft und Praxis und bietet Darstellungen der einzelnen Gebiete jeweils aus der Feder des dazu Berufensten in gemeinverständlicher, künstlerisch gewählter Sprache auf knappstem Raume. Jeder Band ist inhaltlich vollständig in sich abgeschlossen und einzeln käuflich.

*) Jeder Band kostet in Leinw. geb. M. 2.—, in Halbfr. geb. M. 4.— mehr.

TEIL I u. II: Die geisteswissenschaftlichen Kulturgebiete.

Die allgemeinen Grundlagen der Kultur der Gegenwart.

Geh.*) M. 18.—. [2. Aufl. 1912. Teil I, Abt. 1.]

Inhalt: Das Wesen der Kultur: W. Lexis. — Das moderne Bildungswesen: Fr. Paulsen †. — Die wichtigsten Bildungsmittel. A. Schulen und Hochschulen. Das Volksschulwesen: G. Schöppa. Das höhere Knabenschulwesen: A. Matthias. Das höhere Mädchenschulwesen: H. Gaudig. Das Fach- und Fortbildungsschulwesen: G. Kerschensteiner. Die geisteswissenschaftliche Hochschulausbildung: Fr. Paulsen †. Die mathematische, naturwissenschaftliche Hochschulausbildung: W. v. Dyck. B. Museen. Kunst- und Kunstgewerbemuseen: L. Pallat. Naturwissenschaftliche Museen: K. Kraepelin. Technische Museen: W. v. Dyck. C. Ausstellungen. Kunst- u. Kunstgewerbeausstellungen: J. Lessing †. Naturwissenschaftl.-techn. Ausstellungen: O. N. Witt. D. Die Musik: G. Göhler. E. Das Theater: P. Schlenther. F. Das Zeitungswesen: K. Bücher. G. Das Buch: R. Pietschmann. H. Die Bibliotheken: F. Milkau. — Organisation der Wissenschaft: H. Diels.

Die Religionen des Orients und die altgermanische Religion.

Geh.*) M. 8.—. [2. Aufl. 1913. Teil I, Abt. 3, I.]

Inhalt: Die Anfänge der Religion und die Religion der primitiven Völker: Edv. Lehmann. — Die ägyptische Religion: A. Erman. — Die asiatischen Religionen: Die babylonisch-assyrische Religion: C. Bezold. — Die indische Religion: H. Oldenberg. — Die iranische Religion: H. Oldenberg. — Die Religion des Islams: J. Goldziher. — Der Lamaismus: A. Grünwedel. — Die Religionen der Chinesen: J. J. M. de Groot. — Die Religionen der Japaner: a) Der Shintoismus: K. Florenz, b) Der Buddhismus: H. Haas. — Die orientalischen Religionen in ihrem Einfluß auf den Westen im Altertum: Fr. Cumont. — Altgermanische Religion: A. Heusler.

Geschichte der christl. Religion.

M. 18.—*). [2. A. 1909. T. I, 4, I.]

Inhalt: Die israelitisch-jüdische Religion: J. Wellhausen. — Die Religion Jesu und die Anfänge des Christentums bis zum Nicaenum (325): A. Jülicher. — Kirche und Staat bis zur Gründung der Staatskirche: A. Harnack. — Griechisch-orthodoxes Christentum und Kirche in Mittelalter und Neuzeit: N. Bonwetsch. — Christentum und Kirche Westeuropas im Mittelalter: K. Müller. — Katholisches Christentum und Kirche in der Neuzeit: A. Ehrhard. — Protestantisches Christentum und Kirche in der Neuzeit: E. Troeltsch.

Systemat. christl. Religion.

M. 6.60*). [2. A. 1909. Teil I, 4, II.]

Inhalt: Wesen der Religion u. der Religionswissenschaft: E. Troeltsch. — Christlich-katholische Dogmatik: J. Pohle. — Christlich-katholische Ethik: J. Mausbach. — Christlich-katholische praktische Theologie: C. Krieg. — Christlich-protestantische Dogmatik: W. Herrmann. — Christlich-protestantische Ethik: R. Seeberg. — Christlich-protestantische praktische Theologie: W. Faber. — Die Zukunftsaufgaben der Religion und der Religionswissenschaft: H. J. Holtzmann.

Allgemeine Geschichte der Philosophie.

Geh.*) M. 14.—. [2. Auflage 1913. Teil I, Abt. 5.]

Inhalt. Einleitung. Die Anfänge der Philosophie und die Philosophie der primitiven Völker: W. Wundt. I. Die indische Philosophie: H. Oldenberg. II. Die islamische und jüdische Philosophie: J. Goldziher. III. Die chinesische Philosophie: W. Grube. IV. Die japanische Philosophie: T. Inouye. V. Die europäische Philosophie des Altertums: H. v. Arnim. VI. Die patristische Philosophie: Cl. Bäumker. VII. Die europäische Philosophie des Mittelalters: Cl. Bäumker. VIII. Die neuere Philosophie: W. Windelband.

Systemat. Philosophie. Geh.*) M. 10.—. [2. Aufl. 1908. T. I, 6.]

Inhalt. Allgemeines. Das Wesen der Philosophie: W. Dilthey. — Die einzelnen Teilgebiete. I. Logik und Erkenntnistheorie: A. Riehl. II. Metaphysik: W. Wundt. III. Naturphilosophie: W. Ostwald. IV. Psychologie: H. Ebbinghaus. V. Philosophie der Geschichte: R. Eucken. VI. Ethik: Fr. Paulsen. VII. Pädagogik: W. Münch. VIII. Ästhetik: Th. Lipps. — Die Zukunftsaufgaben der Philosophie: Fr. Paulsen.

Die oriental. Literaturen. Geh.*) M. 10.—. [1906. Teil I, Abt. 7.]

Inhalt. Die Anfänge der Literatur und die Literatur der primitiven Völker: E. Schmidt. — Die ägyptische Literatur: A. Erman. — Die babylonisch-assyrische Literatur: C. Bezold. — Die israelitische Literatur: H. Gunkel. — Die aramäische Literatur: Th. Nöldeke. — Die äthiop. Literatur: Th. Nöldeke. — Die arab. Literatur: M. J. de Goeje. — Die ind. Literatur: R. Pischel. — Die altpers. Literatur: K. Geldner. — Die mittelpers. Literatur: P. Horn. — Die neupers. Literatur: P. Horn. — Die türkische Literatur: P. Horn. — Die armenische Literatur: F. N. Finck. — Die georg. Literatur: F. N. Finck. — Die chines. Literatur: W. Grube. — Die japan. Literatur: K. Florenz.

Die griechische und lateinische Literatur und Sprache. Geh.*) M. 12.—. [3. Auflage. 1912. Teil I, Abt. 8.]

Inhalt: I. Die griechische Literatur und Sprache: Die griech. Literatur des Altertums: U. v. Wilamowitz-Moellendorff. — Die griech. Literatur des Mittelalters: K. Krumbacher. — Die griech. Sprache: J. Wackernagel. — II. Die lateinische Literatur und Sprache: Die römische Literatur des Altertums: Fr. Leo. — Die latein. Literatur im Übergang vom Altertum zum Mittelalter: E. Norden. — Die latein. Sprache: F. Skutsch.

Die osteuropäischen Literaturen u. die slawischen Sprachen. Geh.*) M. 10.—. [1908. Teil I, Abt. 9.]

Inhalt: Die slawischen Sprachen: V. v. Jagić. — Die slawischen Literaturen. I. Die russische Literatur: A. Wesselovsky. — II. Die poln. Literatur: A. Brückner. III. Die böhm. Literatur: J. Máchal. IV. Die südslaw. Literaturen: M. Murko. — Die neugriech. Literatur: A. Thumb. — Die finnisch-ugr. Literaturen. I. Die ungar. Literatur: F. Riedl. II. Die finn. Literatur: E. Setälä. III. Die estn. Literatur: G. Suits. — Die litauisch-lett. Literaturen. I. Die lit. Literatur: A. Bezzenberger. II. Die lett. Literatur: E. Wolter.

Die romanischen Literaturen und Sprachen. Mit Einschluß des Keltischen. Geh.*) M. 12.—. [1908. Teil I, Abt. 11, I.]

Inhalt: I. Die kelt. Literaturen. 1. Sprache u. Literatur im allgemeinen: H. Zimmer. 2. Die einzelnen kelt. Literaturen. a) Die ir.-gäl. Literatur: K. Meyer. b) Die schott.-gäl. u. die Manx-Literatur. c) Die kymr. (walis.) Literatur. d) Die korn. u. die breton. Literatur: L. Ch. Stern. II. Die roman. Literaturen: H. Morf. III. Die roman. Sprachen: W. Meyer-Lübke.

Allgemeine Verfassungs- und Verwaltungsgeschichte. I. Hälfte. Geh.*) M. 10.—. [1911. Teil II, Abt. 2, I.]

Inhalt: Einleitung. Die Anfänge der Verfassung und der Verwaltung und die Verfassung und Verwaltung der primitiven Völker: A. Vierkandt. A. Die orientalische Verfassung und Verwaltung: 1. des orientalischen Altertums: L. Wenger, 2. des Islams: M. Hartmann, 3. Chinas: O. Franke, 4. Japans: K. Rathgen. — B. Die europäische Verfassung und Verwaltung (1. Hälfte): 1. des europäischen Altertums: L. Wenger, 2. der Germanen und des Deutschen Reiches bis zum Jahre 1806: A. Luschin v. Ebengreuth.

Staat u. Gesellschaft d. Griechen u. Römer. M. 8.—*). [1910. II, 4, I.]

Inhalt: I. Staat und Gesellschaft der Griechen: U. v. Wilamowitz-Moellendorff — II. Staat und Gesellschaft der Römer: B. Niese.

Staat u. Gesellschaft d. neueren Zeit. M. 9.—*). [1908. Teil II, 5, I.]

Inhalt: I. Reformationszeitalter. a) Staatensystem und Machtverschiebungen. b) Der moderne Staat und die Reformation. c) Die gesellschaftlichen Wandlungen und die neue Geisteskultur: F. v. Bezold. — II. Zeitalter der Gegenreformation: E. Gothein. — III. Zur Höhezeit des Absolutismus. a) Tendenzen, Erfolge und Niederlagen des Absolutismus. b) Zustände der Gesellschaft. c) Abwandlungen des europäischen Staatensystems: R. Koser.

Allgem. Rechtsgeschichte. [1913. Teil II, Abt. 7, I. Unt. d. Presse.]

Inhalt: Die Anfänge des Rechts: J. Kohler — Orientalisches Recht im Altertum: L. Wenger. — Europäisches Recht im Altertum: L. Wenger.

Systematische Rechtswissenschaft. Geh.*) ca. M. 14.—. [2. Auflage 1913. Unter der Presse. Teil II, Abt. 8.]

Inhalt: I. Wesen des Rechtes und der Rechtswissenschaft: R. Stammler. II. Die einzelnen Teilgebiete: A. Privatrecht. Bürgerliches Recht: R. Sohm. — Handels- und Wechselrecht: K. Gareis. — Internationales Privatrecht: L. v. Bar. B. Zivilprozeßrecht: L. v. Seuffert. C. Strafrecht u. Strafprozeßrecht: F. v. Liszt. D. Kirchenrecht: W. Kahl. E. Staatsrecht: P. Laband. F. Verwaltungsrecht. Justiz und Verwaltung: G. Anschütz — Polizei- und Kulturpflege: E. Bernatzik. G. Völkerrecht: F. von Martitz. III. Die Zukunftsaufgaben des Rechtes und der Rechtswissenschaft: R. Stammler.

Allgemeine Volkswirtschaftslehre. Von W. Lexis. Geh.*) M. 7.—, [2. Auflage. 1913. Teil II, Abt. 10, I.]

TEIL III: Die mathematischen, naturwissenschaftlichen und medizinischen Kulturgebiete.

Die Mathematik im Altertum und im Mittelalter: H. G. Zeuthen. Geh. M. 3.—. [1912. Abt. I. Lfrg. 1.]

Chemie einschl. Kristallographie u. Mineralogie. Bandredakt.: E. v. Meyer u. F. Rinne. Mit Abb. Geh.*) M. 18.—. [1913. Abt. III., 2.]

Inhalt: Entwickelung der Chemie von Robert Boyle bis Lavoisier [1660—1793]: E. v. Meyer. — Die Entwicklung der Chemie im 19. Jahrhundert durch Begründung und Ausbau der Atomtheorie: E. v. Meyer. — Anorganische Chemie: C. Engler und L. Wöhler. — Organische Chemie: O. Wallach. — Physikalische Chemie: R. Luther und W. Nernst. — Photochemie: R. Luther. — Elektrochemie: M. Le Blanc. — Beziehungen der Chemie zur Physiologie: A. Kossel. — Beziehungen der Chemie zum Ackerbau: †O. Kellner und R. Immendorf. — Wechselwirkungen zwischen der chemischen Technik: O. Witt. — Kristallographie und Mineralogie: Fr. Rinne.

Zellen- u. Gewebelehre, Morphologie u. Entwicklungsgesch.

1. Botan. Teil. Mit Abb. Geh.*) M. 10.—. [1913. Abt. IV., Bd. 2, I.]

2. Zoolog. Teil. Mit Abb. Geh.*) M. 16.—. [1913. Abt. IV., Bd. 2, II.]

Inhalt des botanischen Teils (Bandred. E. Strasburger): Pflanzl. Zellen- und Gewebelehre: E. Strasburger. — Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen: W. Benecke.
Inhalt des zoologischen Teils (Bandred. O. Hertwig): Die einzelligen Organismen: R. Hertwig. — Zellen und Gewebe des Tierkörpers: H. Poll. — Allgemeine und experimentelle Morphologie und Entwicklungslehre der Tiere: O. Hertwig. — Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Wirbellosen: K. Heider. — Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere: F. Keibel. — Morphologie der Wirbeltiere: E. Gaupp.

Unter der Presse befinden sich:

Abt. I, Lfrg. 2: Die Beziehungen der Mathematik zur allgemeinen Kultur: A. Voß. — Mathematik und Philosophie: A. Voß. — Lfrg. 3: Die Verbreitung mathemat. Auffassungen und Kenntnisse: H. E. Timerding.
Abt. III, 1: Physik. Bandred.: E. Warburg.
Bd. 3: Astronomie. Bandred.: J. Hartmann.
Abt IV, Bd. 4: Abstammungslehre, Systematik, Paläontologie, Biogeographie. Bandredakt.: R. v. Hertwig u. R. v. Wettstein.
Abt. VII, Band 1: Naturphilosophie. Bandredakt.: C. Stumpf. Bearb. von E. Becher.

TEIL IV: Die technischen Kulturgebiete.

Technik d. Kriegswesens. Mit Abb. Geh.*) M. 24.—. [1913. Bd. 12.]

Inhalt (Bandredakt. M. Schwarte): Kriegsvorbereitung, Kriegsführung: M. Schwarte. — Waffentechnik, a) in ihren Beziehungen zur Chemie: O. Poppenberg; b) in ihren Beziehungen z. Metallurgie: W. Schwinning; c) in ihren Beziehungen z. Konstruktionslehre: W. Schwinning: — d) in ihren Beziehungen zur optischen Technik: O. von Eberhard; e) in ihren Beziehungen zur Physik und Mathematik: O. Becker. — Technik des Befestigungswesens: J. Schröter. — Kriegsschiffbau: O. Kretschmer. — Vorbereitung für den Seekrieg u. Seekriegsführung: M. Glatzel. — Einfluß d. Kriegswesens auf die Gesamtkultur: A. Kersting.

Probeheft mit Inhaltsübersicht des Gesamtwerkes, mit Probeabschnitten, Resümees, Inhaltsverzeichnissen und Besprechungen der Bände steht umsonst zur Verfügung bei B. G. TEUBNER, Leipzig, Poststraße 3.

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol