

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

Die Sammlung

„Aus Natur und Geisteswelt“

verdankt ihr Entstehen dem Wunsche, an der Erfüllung einer bedeutsamen sozialen Aufgabe mitzuwirken. Sie soll an ihrem Teil der unserer Kultur aus der Scheidung in Kasten drohenden Gefahr begegnen helfen, soll dem Gelehrten es ermöglichen, sich an weitere Kreise zu wenden, und dem materiell arbeitenden Menschen Gelegenheit bieten, mit den geistigen Errungenschaften in Fühlung zu bleiben. Der Gefahr, der Halbbildung zu dienen, begegnet sie, indem sie nicht in der Vorführung einer Fülle von Lehrstoff und Lehrsätzen oder etwa gar unerwiesenen Hypothesen ihre Aufgabe sucht, sondern darin, dem Leser Verständnis dafür zu vermitteln, wie die moderne Wissenschaft es erreicht hat, über wichtige Fragen von allgemeinstem Interesse Licht zu verbreiten, und ihn dadurch zu einem selbständigen Urteil über den Grad der Zuverlässigkeit jener Antworten zu befähigen.

Es ist gewiß durchaus unmöglich und unnötig, daß alle Welt sich mit geschichtlichen, naturwissenschaftlichen und philosophischen Studien befasse. Es kommt nur darauf an, daß jeder an einem Punkte die Freiheit und Selbständigkeit des geistigen Lebens gewinnt. In diesem Sinne bieten die einzelnen, in sich abgeschlossenen Schriften eine Einführung in die einzelnen Gebiete in voller Anschaulichkeit und lebendiger Frische.

In den Dienst dieser mit der Sammlung verfolgten Aufgaben haben sich denn auch in dankenswertester Weise von Anfang an die besten Namen gestellt. Andererseits hat dem der Erfolg entsprochen, so daß viele der Bändchen bereits in neuen Auflagen vorliegen. Damit sie stets auf die Höhe der Forschung gebracht werden können, sind die Bändchen nicht, wie die anderer Sammlungen, stereotypiert, sondern werden — was freilich die Aufwendungen sehr wesentlich erhöht — bei jeder Auflage durchaus neu bearbeitet und völlig neu gesetzt.

So sind denn die schmalen, gehaltvollen Bände durchaus geeignet, die Freude am Buche zu wecken und daran zu gewöhnen, einen kleinen Betrag, den man für Erfüllung körperlicher Bedürfnisse nicht anzusehen pflegt, auch für die Befriedigung geistiger anzuwenden. Durch den billigen Preis ermöglichen sie es tatsächlich jedem, auch dem wenig Begüterten, sich eine kleine Bibliothek zu schaffen, die das für ihn Wertvollste „Aus Natur und Geisteswelt“ vereint.

Die meist reich illustrierten Bändchen sind
in sich abgeschlossen und einzeln käuflich

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

Leipzig

B. G. Teubner

Biologie. Botanik. Zoologie.

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

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

Experimentelle Abstammungs- und Vererbungslehre. Von Dr. H. Lehmann. (Bd. 379.)

Experimentelle Biologie. Von Dr. C. Thesing. Mit Abb. 2 Bde. auch in 1 Bd. geb. Band I: Experimentelle Zellforschung. (Bd. 336.)

Band II: Regeneration, Transplantation und verwandte Gebiete. (Bd. 337.)

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

Die Erscheinungen des Lebens. Von Prof. Dr. H. Mische. Mit 40 Figuren. (Bd. 130.)

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

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

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

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

Die Bakterien. Von Prof. Dr. E. Gutzeit. Mit 13 Abb. (Bd. 233.)

Die Pflanzenwelt des Mikroskops. Von Bürgereschullehrer E. Reukauf. Mit 100 Abb. (Bd. 181.)

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

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

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

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

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

Unsere Blumen und Pflanzen im Zimmer. Von Prof. Dr. U. Dammer. (Bd. 359.)

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

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

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

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

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

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

Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Von Prof. Dr. K. Kraepelin. (Bd. 79.)

- Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere.** Von Prof. Dr. O. Maas. Mit 11 Karten und Abb. (Bd. 139.)
- Zwiegefalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus).** Von Dr. Fr. Knauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)
- Die Sortpflanzung 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. Reih. (Bd. 326.)
- Der Kampf zwischen Mensch und Tier.** Von Prof. Dr. K. Edstein. 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. Edardt. 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. 251.)
- 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. 156.)
- 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



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	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
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 Trugmittel 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, Kommenalismus	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.

Biblioteka Główna WUM

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 Reaktionserrscheinungen 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 Entwicklung zu gelangen. Diese Verhältnisse im einzelnen klarzulegen, ist dann Aufgabe der Wissenschaft gewesen¹⁾; 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 Entwicklung bedingt haben, sondern daß daneben auch der gesamten Lebewelt, den Mitpflanzen sowohl wie den Tieren, 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 1906 ff. 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. Rußbaum, 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 gerade so 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 Aufspaltung 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 Fortpflanz-

zung aber, deren Wesen ja in der Vereinigung zweier meist verschiedenartiger Keimzellen¹⁾ 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 (Herzogamie, 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 Friß 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⁾

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

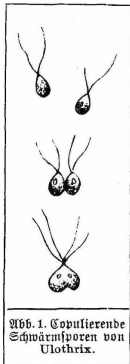


Abb. 1. Copulierende Schwärmsporen von Ulothrix.

1) Wie im Tierreiche, so sind auch bei den Pflanzen mancherlei Fälle von Parthenogenese (Entwicklung 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, Sauerflee, Lamium amplexicaule usw.).

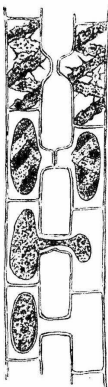


Abb. 2.
Konjugation von
Spirogyra.

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

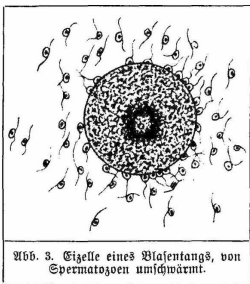


Abb. 3. Eizelle eines Blasentangs, von Spermatozoen umschwärmt.

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

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, Ginkgo) — 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 vor-

nehmlich den Wind (windblütige Pflanzen, wie Gräser, Nadelhölzer, Käschenträger, 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 Seegrass, 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 Sichaufrufen 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 spiralförmig eingerollten Stils vom Grunde des Wassers zu dessen Oberfläche erhoben hat (Vallisneria).

Daß die eben genannten Hilfskräfte, welcher die Blütenpflanze zur

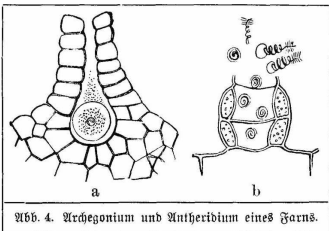


Abb. 4. Archegonium und Antheridium eines Farns.

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 Schmarokern 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 Embryonalentwicklung 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.

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 möglichst 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 Reise 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

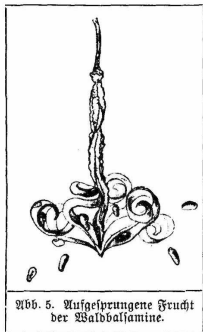


Abb. 5. Aufgesprungene Frucht der Waldbalsamine.

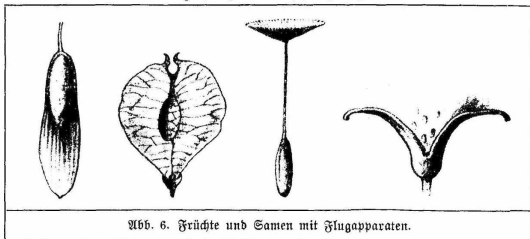


Abb. 6. Früchte und Samen mit Flugapparaten.

einzelnen oder gruppenweise herausfallen oder durch die verschiedensten Mechanismen ausgeschüttelt werden. So schleudert unsere heimische Waldbalsamine durch sprunghederartiges Zusammenrollen ihrer in Längsstreifen zerfallenden Fruchtwand ihre Samen weit umher (Abb. 5), und die Spritzgurke schießt zur Reifezeit aus ihrem Inneren den ganzen Inhalt mit samt 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 anbietenden 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, Nesselgewächse 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 mögliche 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 Schwärmospore 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 Pflanzenindividuumes 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.

Eine große Anzahl von pflanzlichen Keimen ist schon in sehr frühen Stadien der Entwicklung 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

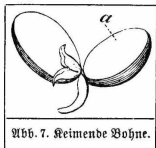


Abb. 7. Keimende Bohne.

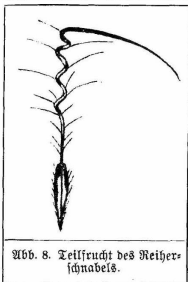


Abb. 8. Teilfrucht des Reiherschnabels.

tige 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 Grabbienne ihrem Kinde für dessen Entwicklung einen Klumpen Blütenstaub mit in die Wiege legt.

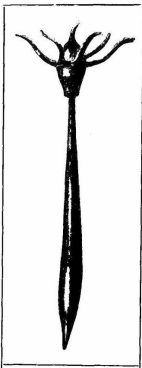


Abb. 9. Keimling, aus der Blüte eines Mangrovebaums (*Kandelia*) hervorstwachsend.

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 wich-

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 Fruchts Stiels 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 Fruchtsiele 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*, *Polargonium*; Abb. 8) können dann durch ihr spiralisches 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 Mangrovwälder (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 $\frac{1}{2}$ 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 Werkes 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, B.: 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 Ausfunktionsetzen 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 Entwicklung 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 Entwicklung gelangen könnte, da eben für die übrigen 99 der nötige Raum nicht vorhanden wäre. Natürlich würde sich dieser Vorgang des Obstiegens 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 Wurzeln 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 verdicht 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 Wurzelentwicklung und damit an ungenügender Ernährung dahin sicken 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 Entwicklung 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 Erdfloß das Eindringen der Wurzeln in die Tiefe, während dicht daneben ein Regenwurm das Erdreich in günstigster Weise gelockert hat; hier spendet ein Wasserläuferchen 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 Plage den Unbilden des Windes, des Regens und Hagels, den Tritten des Weideviehs, wo der Mitbewerber in geschützterer Lage mit dem Leben davontkommt. 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 davontkommt, keine Hoffnung, den Kampf mit gesunden Geschwistern siegreich zu bestehen. Fügen wir hinzu, daß endlich auch die böse Kunst der „Unträuter“ 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 Wirtspflanze 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 Ausbreitung 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, Käschenträger) 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 Bergesellschaftung 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 Hinsterven 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 anbietenden Nahrungsstoffen gestattet: Tritt aber im Boden irgendein für die Art unzuträglicher Stoff in überreichem Maße auf, wie z. B. Kochsalz, Salpeter, Kalk oder gewisse Humusäuren, 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 erbgewessenen, 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 Konkurrenzkampf 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 Verstreung 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 hinzukommen brauchte. Die Samen einer Sumpfs- oder Moorpflanze können eben auf trockenem Boden nicht zur Entwicklung 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 Erdbreich 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 Grassalm, 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 Obliegen 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 Besitze 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-

licht 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 Rundschafter 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 Spargel, Hohlzahn, liegendem Johannisraut, Ruhrkraut usw. in den Furchen des Ackers zur Entwicklung kommt.

Beobachten wir in diesem Falle bereits im Laufe einer einzigen Vegetationsperiode einen typischen Wechsel der Begleitpflanzen des Getreides je nach dessen Höhenentwicklung, 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 Frühlingssboten 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 Pflanzentwesen 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 Entwicklung der Laubkrone des einzelnen Baumes, seiner geringen Verzweigung, seiner Befestigung 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 Auslese 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 Atmosphärischen 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 Entfaltung 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 Waldschmiere 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 Zwitergebilde 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.

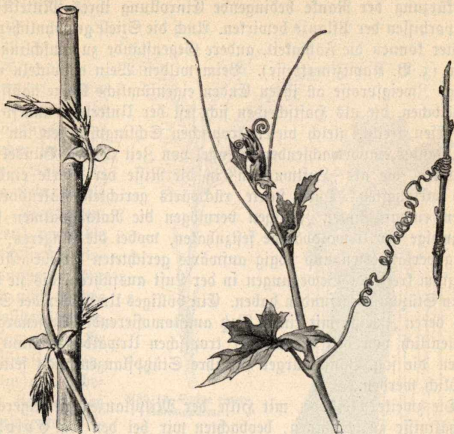


Abb. 10. Windende Pflanze (Hopfen).

Abb. 11. Rankende Pflanze (Bauernrübe).

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, Weisblatt, 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 Bauernrübe) 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 Zweigspresse 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 Rinde eindringen und dort haften. Durch starke, rückwärts gerichtete Hakenornen an ihren rutenförmigen Zweigen vermögen die Rotangpalmen sich im Gezweige der Urwaldbäume festzuheften, wobei die jüngeren, geißelartig verlängerten und bogig aufwärts gerichteten Triebe (Abb. 12) langsam kreisende Bewegungen in der Luft ausführen, bis sie irgend einen 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 Wirtspflanzen 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 entzückt, 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 Mineralstoffen 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 auszunutzen 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 *Platyserium 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 herniedersenden, 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

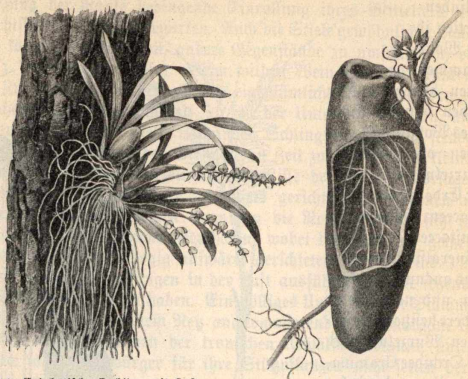


Abb. 14. Epiphytische Orchidee mit Luftwurzeln.

Abb. 15. Dischidia Rafflesiana mit Blatfrügel.

besonders große Erd- und Humusmengen sich angesammelt haben, wie etwa im Kopfe alter Weidenbäume, findet man die sog. „Überpflanzen“ (Brennnesseln, Schöllkraut, bitter-süßer 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 Anheftungs- 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 Epiphytenthum 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 benützt seine Wirtspflanze, 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 *Gunnera*-arten, 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, bewunderungswürdige 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 derjenigen Stoffe, welche nach dem Tode ihrer Besitzer gewissermaßen als herrenloses Gut jedermann zur Verfügung stehen und ohnehin unter dem Einfluß der Atmosphärien im Laufe der Zeit wieder in einfacher konstituierte anorganische Verbindungen sich zerlegen würden, so spricht man von Saprophyten, zu denen die

1) Frank, A. B.: Die Krankheiten der Pflanzen, 3 Bde., 2. Aufl., Breslau 1895/96. Rebahn, H.: Grundzüge der Allgemeinen Phytopathologie, Berlin 1913. Sorauer, P.: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 3 Bde. Berlin 1908/13. Tübeuf, 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 Lebens-tätigkeit 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 eigener Lebenswohl-fahrt sich erarbeitet hat. Eine solche parasitische Lebensweise, ein Schmaroken 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 ausnahmslos 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 (Scheibepilze, 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 schmarokenden 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 daseibst befindlichen organischen Nahrungsstoffe sich weiterentwickeln. Nicht selten bleibt die Hauptmasse des sich bildenden Hyphengewebes des

Schmarogerpilzes dauernd auf der Oberfläche der Wirtspflanze (z. B. Mehltaupilze), wodurch jedenfalls die Ausstreuung der Sporen erleichtert wird. In anderen Fällen (z. B. Nidienform 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 Schmarogerpilze verteilen sich naturgemäß auf sehr verschiedene Gruppen. Von Algenpilzen sei hier die Familie der Peronosporaceen erwähnt mit dem gefürchteten Kartoffelpilz (*Phytophthora infestans*) und dem falschen Mehltau 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 Scheibepilze, wie der Lärchentreß (*Dasyscypha Willkommii*) und die Gruppe der Exoasci, deren Hauptgattung *Taphrina* die Herenbesen an Weißbuche und Kirschbaum, aber auch die sog. „Taschen“ der Pflaumenfrüchte hervorruft. In der Abteilung der Basidiomyceten 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*).

Ähnlich wie die Pilze zeigen auch die schmarogenden Blütenpflanzen¹⁾ 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



Abb. 16. Fichtenspargel mit Wurzelgeflecht.

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

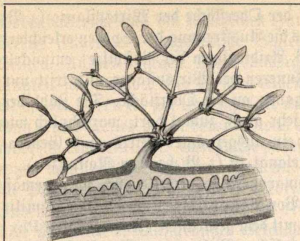


Abb. 17. Mistel, in einem Baumzweig wurzelnd.

beanspruchen, die Stärke aber, und damit den gesamten Bedarf an Kohlenhydraten, durch eigene chemische Arbeit in chlorophyllgrünen Blättern aus der Kohlenensäure 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 Braun-

wurzwegwächse (Augentrost, Klappertopf, Wachtelweizen, Läusekraut), der Leinblattgewächse usw., unterscheidet sich mit ihrem grünen Blätter Schmuck oberirdisch in nichts von gewöhnlichen Blütenpflanzen, da sie wie diese zur Assimilation der Kohlenensäure 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 Halbschmaroker 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 Ausnützer fremder Säfte, also Schmaroker, vor uns haben.

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



Abb. 18. Schuppenwurz.

grünen Pflanzen mit meist schuppenförmigen Niederblättern unterscheiden sich auf das auffallendste von den normalen Blütenpflanzen. Nur mit den ebenfalls chlorophylllosen 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 Schmarozers zur Wirtspflanze stets derart innig 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 neblig die feineren Wurzeln der Waldbäume umspinnen und ihnen mit besonderen Saugwarzen die Säfte entziehen, während die Arten der nahe verwandten Gattung Sommerwurz (*Orobancha*) 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 Flachsulturen so vielfach schädlichen Seiden (*Cuscuta*, Abb. 19). Nachdem das am Boden keimende, lang fadenförmig gestaltete Pflänzchen durch Rotationsbewegungen 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 Halbschmarozern, so entnehmen auch die Seiden, im Gegensatz zu der Mehrzahl der übrigen Schmarozern, ihre Nahrung nicht den Wurzeln der Wirtspflanze, sondern deren oberirdischen Stengelorganen.

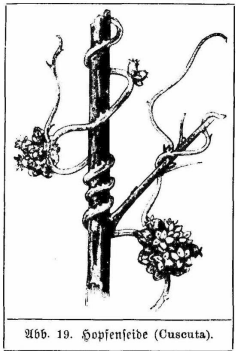


Abb. 19. Hopfenseide (*Cuscuta*).

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-

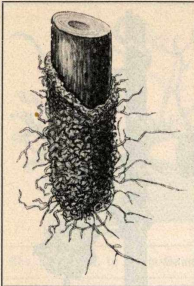


Abb. 20.
Wurzepilz (Mykorrhiza) an
einer Baumwurzel.

gungen einen erbitterten Kampf kämpfen, sei es, daß die eine die andere in rücksichtsloser 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. Wurzepilzen (Mykorrhiza, Abb. 20) und zahlreichen Holzpflanzen, Stauden, Orchideen usw. des Humusbodens.²⁾ Die Wurzepilze, die im In-

neren 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 radicolica* 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 überzuführen³⁾, 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. Schaß, W.: Beitr. zur Biologie der Mykorrhizen, 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, Petersburg.

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 umspinnen 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 ein-
saugende 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 auszunutzende Teil ist; immerhin dürften die Vorteile, welche die Algen genießen, nicht so gering anzuschlagen sein, daß man, wie es wohl geschehen

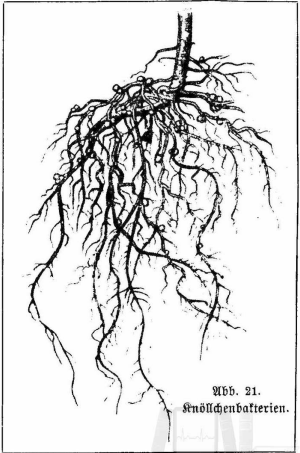


Abb. 21.
Knöllchenbakterien.

ist, das Verhältnis beider nicht sowohl als Mutualismus, sondern als Helotismus (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 entstünden und der Luft wieder zufließen. Abgesehen von der Zersetzung kohlenaurer 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 Pflanzentkörpers durchaus nicht immer zur vollständigen Wiederoxydation 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 Pflanzentohle bedingten Ausfall die Wage halten.

prozeß der Tiere gewaltige Mengen freier Kohlenäure 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 Kohlenäure (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. Pflanzentresser 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 Pflanzenschmarozern, 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 zusammengefaßt 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) Edstein, R.: Forstliche Zoologie, Berlin 1897. Frank, A. B.: Die tierparasitären Krankheiten der Pflanzen. 2. Aufl., Berlin 1896. Judeich und Nitsche: Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenfunde. 2 Bde., Berlin 1895. Müßlin, D.: Leitfaden der Forstinsektenfunde. 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 hervorsprossen. Es soll durch diese Hinweise natürlich nicht geleugnet werden, daß gewisse Pflanzen unter Umständen gerade so 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 Tiereschmarozern, 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 un- natürlich 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: Kastenbach, F. H.: Die Pflanzenfeinde aus der Klasse d. Insekten, Stuttgart 1874. Ritzema Vos, 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 Nadelwäldungen kennen wir die Raupen der Kanne, 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 Goldasters, Schwammspinners, Eichenprozessionspinners usw. An unseren Obstbäumen fressen die Raupen des Ringelspinners und des Goldasters, an unseren Kohlpflanzen die der Weißlinge und der Kohleule. Samen und Früchte werden namentlich von vielen Vögeln verpeist, wie Muff- und Eichelhäher, Kernbeißer, Kreuzschnabel, Distelfink, Drosseln (Beerenfrüchte), während das Heer der Insekten mehr schmarozend in deren Innerem lebt, wie die bekannten Wickerraupen unserer Äpfel, Birnen und Pflaumen, die Larven der Kirschenfliege (*Spilographa*), des Haselnußbohrers (*Balaninus*), des Himbeerkäfers (*Byturus*), der Erbsen- und Linsenkäfer, des Getreiderüßlers (*Calandra*), des „Kleeapions“ (*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 reisenden Früchten auch vielfach der Blütenboden, die Blüten- und Blattknospen (Frostspanner, Blütenstecher oder *Anthonomus*) von tierischen Schmarozern 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 Heßensfliege (*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 Ferkens- und Splintkäfern, den Bockkäfern, Rüsselkäfern (die auch oft Rinden 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 schachtii*) usw. usw. den unterirdischen

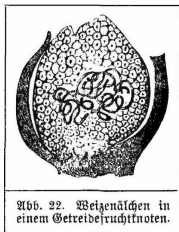


Abb. 22. Weizenälchen in einem Getreidefruchtnoten.

lebt, wie die bekannten Wickerraupen unserer Äpfel, Birnen und Pflaumen, die Larven der Kirschenfliege (*Spilographa*), des Haselnußbohrers (*Balaninus*), des Himbeerkäfers (*Byturus*), der Erbsen- und Linsenkäfer, des Getreiderüßlers (*Calandra*), des „Kleeapions“ (*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 reisenden Früchten auch vielfach der Blütenboden, die Blüten- und Blattknospen (Frostspanner, Blütenstecher oder *Anthonomus*) von tierischen Schmarozern 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 Heßensfliege (*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 Ferkens- und Splintkäfern, den Bockkäfern, Rüsselkäfern (die auch oft Rinden 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 schachtii*) usw. usw. den unterirdischen

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 Gallen¹⁾ der Pflanzen und ihre Erzeuger. Bereits im I. Teile dieses Werkes 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 Honigästen (*Cynips quercus mellariae* usw.) zur Anlockung von Ameisen als Schutzgarde usw. 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, S.: Die Pflanzengallen (Cecidien) Mittel- und Nordeuropas, Jena 1911. — Größere Werke über Gallen sind sodann noch von Houard, Hieronymus, Kieffer, Rübtsamen 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 festgewurzelteins 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 Erdbreich, hindern deren Funktion und bringen sie zum Eintrocknen. Wo ein Rhinoceros, 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 Jahrtausenden 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 insolge dessen mit Hilfsorganen ausgestattet hätte, die es ihnen als Kletter- und Flugtieren ermöglichen, ihr Nahrungsbedürfnis auch in jenen lustigen 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 Entwicklung kommen (Amphikarpie), wie bei manchen Wickeln (*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 Bergesellschaftung 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 Alkylverbindungen 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 Rorkrinde, mit welcher die Pflanze ältere Achsenorgane umgibt und da namentlich die zarte Rambiumschicht 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 Eihlagerungen 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 werden, ja das Borstengras (*Nardus stricta*) mit seinen stechenden Blättern wird von den Rühen 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*, Fuchsen) dieses Schutzes, unter den Monokotyledonen die Rohrkolben, der Aronstab, 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 Aronstabes ein heftiges Brennen der Schleimhäute.

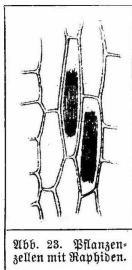


Abb. 23. Pflanzenzellen mit Raphiden.

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 Ratchu-Mimose, in der Chinarinde, im Tee usw. finden sich große Mengen davon. Durch ihre Säure schrecken ab der Sauerampfer, der Sauerflee, 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 Rumpfbaum usw. Bitterstoffe schützen die Enziane, das Tausendgüldenkraut, die Arnica, Preiselbeere, manche Hahnenfußgewächse, die Farne, Lebermoose usw., Glykoside die Nachtschattengewächse, den Fingerhut, die Rieswurz, 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 Schwärmmerraupe (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 Erbsfloh (*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 ansonst 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 Pfeffer-schote (*Capsicum*), der Beeren des Kellershals (*Daphne*), des Fliegenpilzes, mancher Gallen, die roten Flecke des Schierlingsstengels wie des betäubenden Rälberkropfes. 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 Trugmittel der Pflanze betrifft, so wurde auf die feste Vorkenpanzerung der Holzstämmе, 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. Weitauß die häufigsten Trugmittel aber erkennen wir in Bildungen, welche, nach Art des Stachelkleides der Seeigel, Igel, Stachelschweine usw., dazu dienen, das angreifende Tier zu verwunden und damit zurückschrecken. Die Mannigfaltigkeit der Ausbildung dieser Dornen, Stacheln, Stachborsten, 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 Stachpflanzen; 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 Niedgräsern 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 Wasserlilie (*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 Weinwels, 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 Dorsch — 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 glasplitterartiger 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 stacheligste Distel nicht verschmäht, daß die verwilderten Pferde der mexikanischen Steppe die stachelstarrenden *Rastus*zweige 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 Bechmelze (*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 (*Collochia*, *Cerastium glutinosum* usw.) flebrig, 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 Haardidichte (*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 herangezögelt 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 Entwicklung 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 Zellsafte 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 Entwicklung auch die noch viel schwerere Kunst des Fliegens zu erlernen, wenn sie nicht Mangel leiden wollten. Kletterfüße, Stemmischwanz und Winkelschwanz, Fallschirme, Flughäute und Flügel konnten nur zur Entwicklung kommen, wo eine reiche, nie versagende Nahrungsquelle die Tierwelt vom Erdboden in lustige Höhen lockte.

Auch noch manche andere spezifische Ausbildungen der tierischen Organe sind auf die Beziehungen zur Pflanzenwelt als Nahrungsspenderin zurückzuführen: So die Entwicklung der Wadentaschen der Rager 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 Pflanzen¹⁾ (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 Darwin¹⁾ 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, R.: Pflanzenbiologische Schilderungen. Bd. II. Marburg 1891, S. 51—214 (Insektivoren, mit Literaturverzeichnis).

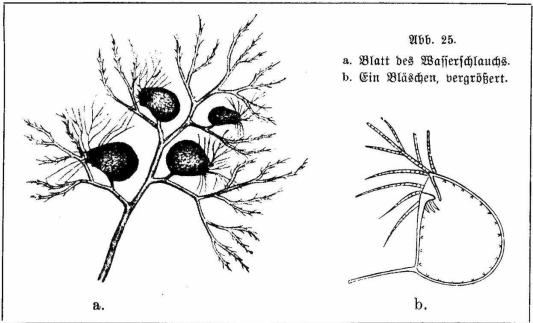


Abb. 25.

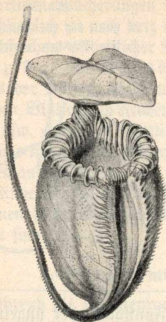
a. Blatt des Wasserschlauchs.

b. Ein Bläschen, vergrößert.

— bei *Drosera* bis zu mehr als dem Fünffachen der ungesättigten 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. 25 a), die, wie sich bei näherer Untersuchung herausstellt, durch eine nach innen schlagende, von langen Vorstenhaaren umgebene Klappe geschlossen sind (Abb. 25 b). Diese Klappe ist sehr elastisch und gibt bei dem geringsten Drucke nach, so daß kleine Wassertiere, wie Muscheltrebse, Wasserslöhe, Cyclops-Arten, Miden 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 *Flüssigkeitsfresser* 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 ungeteilten Blättern, die aber ebenfalls Fangblasen besitzen. Die rein tropische Gattung *Genlisea* zeigt im Bau ihres schlauchförmigen Fangapparates sogar einen Übergang zu den Einrichtungen der „Rannenträger“. 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. Rannenpflanzen 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 Rannen 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 Rannen, 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

im Inneren des Kruges befindet sich nun entweder eine durch Wachs-
ausscheidung spiegelblank „gebohn-
nete“ Fläche (Nepenthes), von der
die naschenden Tierchen abrutschen
und in den wassergefüllten Zuber
fallen, oder es finden sich hier
gekrümmte, glatte Stachelorgane
(Sarracenia, manche Nepenthes),
die ebenfalls das „Abstürzen“ be-
wirken und zugleich den etwa wie-
der emporkletternden Opfern den
Ausweg versperren. Die obere Öff-
nung des Kruges ist durch die dar-
über lagernde Blattspreite in der
Regel vor dem Eindringen des Re-
gens geschützt und oft sogar derart
überhängend (Sarracenia, Dar-
lingtonia Abb. 27a und b), daß

die Insekten nur schwer den Ausweg finden können. Die in das Wasser
des Behälters gefallen Tiere ertrinken und werden hier entweder von
Spaltpilzen zersetzt (Sarracenia, Darlingtonia), so daß sich oft eine meh-
rere Zentimeter tiefe Schicht von zergehenden Insektenleibern am Grunde
der Rannen ansammelt, die eine Art flüssigen Düngers bildet, oder es
findet mit Hilfe der peptinhaltigen sauren Flüssigkeit eine direkte „Ver-
dauung“ statt (Nepenthes), deren gelöste, stickstoffhaltige Zersetzungs-
produkte dann von den Wandungen des Behälters aufgesogen werden.

Von den sog. Drüsenfängern besitzt wohl das in Portugal und
Marokko an dürrn Orten verbreitete Taublatt (*Drosophyllum lusi-
tanicum*), dessen Stengel und lang linealische Blätter der ganzen Länge
nach mit drüsigen, roten, eine klebrige, saure Flüssigkeit auscheidenden
Härchen besetzt sind, die einfachste Fangvorrichtung. Das anliegende oder
aufkriechende Insekt wird in kurzer Zeit von den sich leicht ablösenden
Drüsentropfchen beklebt und umflossen; es ersticht und wird nun von ähn-
lichen, 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, peptinhaltige 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,

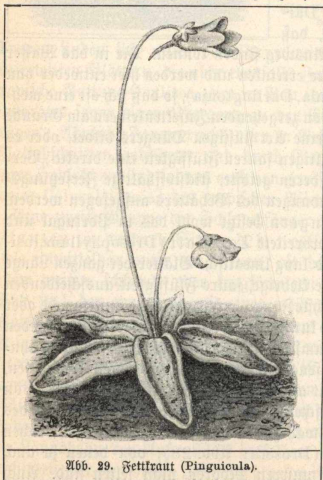


Abb. 29. Fettkraut (*Pinguicula*).

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 Drosophila ist eine ganz unheimlich empfindliche. Hat doch Darwin nachgewiesen, daß ihre Krümmung noch erfolgt, wenn sie von einem Haarstückchen von $\frac{1}{5}$ mm Länge oder einer Spur phosphorsauren Ammoniums von $\frac{1}{30000}$ mg Gewicht gereizt werden. Besonders hervorzuheben ist hierbei, daß jene wunderbaren Bewegungen der Fangborsten, wie auch die Ausscheidung des verdau-

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.

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 Drüsen 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 Drüsen 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,

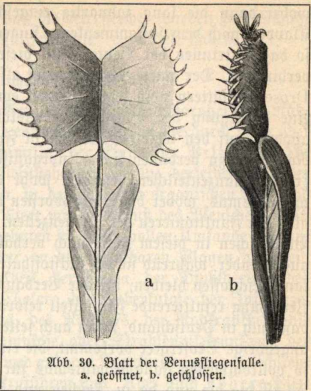


Abb. 30. Blatt der Venusfliegenfalle.
a. geöffnet, b. geschlossen.

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 Mycelsfäden fängt, die dann in das Innere des Wurmes hineinwuchern und ihn ausfressen.

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. Andererseits 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 Entwicklung durchmachen¹⁾. In diesem Fall ist dann neuerdings durch Jensen

1) *Nepenthes*-Tiere. 1. Systematik von J. C. S. de Meijere-Silverjum 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 Rostkrankheit, 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 berühmte Muscardine oder Seidenraupenkrankheit der Schmetterlinge (*Isaria bassii*, zu den *Phyrenomyceten*), 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 Rör-

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, D.: Mykosen im Tierreich. Naturw. Wochenschr. N. F. 12, 1913, p. 289—91. Coofe, M. G.: 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 hervortwachsen (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

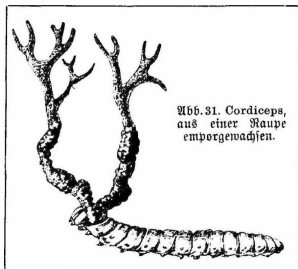


Abb. 31. Cordyceps, aus einer Raupe emporgewachsen.

oft schwere Lungenentzündungen der Vögel, während die Melanpilze teils als Soorpilz (*Oidium albicans*) im Munde der Kinder und Haustiere verbreitet sind, teils als Kopfgriind (*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 See-

pocken, 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.

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 haufen die Krabbenspinnen, die Bücherkorpione, die Skolopender und andere, in den Baumhöhlen die Fledermäuse, die Wiesel und Wildkazen. 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 Mager, 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 ziemlich Mannigfaltigkeit. Von den Wespen wissen wir, daß sie ihre Nester aus zerfauten 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

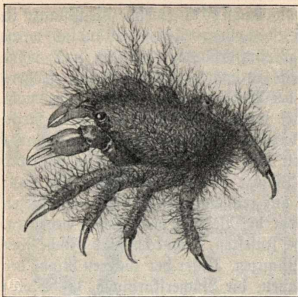


Abb. 32. Spixkrabbe (Hyas) mit Algenbesatz.

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 Haupt-

moment 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

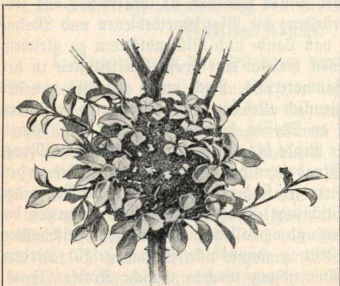


Abb. 33. Ameisen-Baumnest mit Pflanzen bewachsen.

Verwandlung der keimenden Körner durch Abbeißen der Wurzel in Malz, als Nahrung verwendet werden. Neuere Beobachter glauben indes, die Richtigkeit dieser Angaben anzweifeln zu sollen. Ueber jeden Zweifel erhaben aber sind die staunenswerten Pilzkulturen der Blattschneideameisen, mancher Termiten, Borkenkäfer (Xyleboriden) und Gallmücken (Dasyneura)¹⁾. Die Blattschneider oder Saubaameisen (*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 Möller²⁾ gelang es, den Sachverhalt aufzuklären, indem er nachwies, daß diese Blattstücke von einer besonderen Sorte Arbeiter zer-



Abb. 34.
Blattschneiderameisen mit
Blattstücken.

wirkt 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 Arbeiterform 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 Saubaameise ein Pilzklümpchen

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.

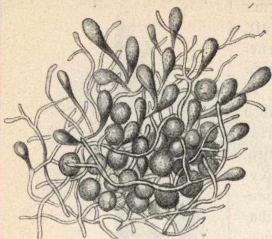


Abb. 35.
Kohlrabihäufchen einer Ameisen-Pilzkultur.

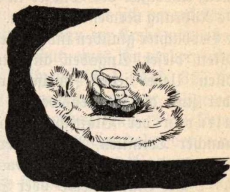


Abb. 36. Anlage eines Pilzgartens von
Atta auf zerbissenen Eiern.

mit sich, daß sie dann nach erfolgter Begattung bei Gründung einer neuen Kolonie über zerbissene Eier 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 zerkaute, bei jedem Umzug sorgfältig mitgeführten Pflanzenmasse gewissermaßen Kulturbete 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 Rannenpflanzen 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 einerseits die Übertragung des Blütenstaubs auf die Narben anderer Blüten, andererseits 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 anbietenden 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*), Fegelsolbe (*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 Klettplanzen 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, Behen, 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 verbreitetsten 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 Zerstreungsmittel 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 Weißfuß, 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 Stachpfriemen, Stachelkämme usw. darstellen. In der Regel sind die Früchte selbst mit diesem Haftapparat ausgestattet (Abb. 37), wie viele unserer einheimischen Raublattler (*Cynoglossum*, *Echinosperrum*), Doldenpflanzen (*Caucalis*, *Orlaya*, *Sanicula*, *Torilis*), Labkräuter (*Galium*, *Asperula*), Ampfer (*Rumex*), Schneckenfleearten (*Medicago*), Hexenraut (*Circaea*), Ringelblume (*Calendula*), Zweizahn (*Bidens*), Kelsenwurz (*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 berühmten „Trampelfletten“ (*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 Hafenborsten 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 Drehänen, 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 Ralkalgen, 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 schmarozenden Fliegenmaden die Nahrung teilen. Auch manche Bakterien (*Bacterium coli*), die in den Fäkalmassen des Dickdarmes leben, dürften nicht sowohl als Parasiten, wie als Kommensalen anzuspreehen 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 Berstreung 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, D.: 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. Spreng-

erörtert worden. Von tierischen Vermittlern dieser Pollenübertragung kommen in erster Linie die Insekten in Betracht, seltener die Schnecken 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 im 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 Gewebepartien 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 dürfen 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.

laß; Johanniskraut, Goldregen; manche Orchideen; innere Zellschicht des Perigons der Osterluzei, des Hüllblattes beim Aronsstab). Auch zarte Staubgefäßhaare (*Tradescantia*, Adergäuchheil, Königsferze) oder fleischige Würzchen 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. Besonders 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 Riefertaster 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 Fortentwicklung der für die Jungen zum Fraß bestimmten Samenknospen im Inneren des Stemp-

pels herbeiführend. Da ein einzelnes Räumchen bis zur vollen Entwicklung 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.

Noch komplizierter ist die Bestäubung der Feigen, die bekanntlich keine einzelne Blüte darstellen, sondern einen ganzen, im Inneren eines frug- 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 Mün-



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

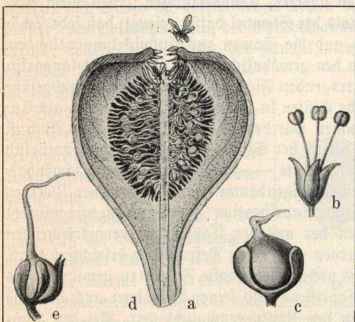


Abb. 39. a Schnitt durch eine halbe Feige mit männlichen und weiblichen Blüten (b u. c Einzelblüten), d Schnitt durch eine halbe Feige mit nur weibl. Blüten (e einzelne weibl. Blüte).

— noch einfachgebaute Staubgefäßblüten besitzen (Abb. 39 a, b), in welchem Falle der Griffel der zugleich in diesen Feigen vorhandenen Stempelblüten von auffällender 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

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 belädt 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 mitgeführten Pollen befruchteten Samentknochen sich ohne irgendwelche Schädigung entwickeln können. Der ganze komplizierte Mechanismus charakterisiert sich, im Gegensatz zur *Uccablüte*, 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 Zungen 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 Entwicklung gelangen. Der Unterschied zwischen den gewöhnlichen, nur Urnen mit langgriffligen weiblichen Blüten tragenden *Ficus*-Bäumen und den Staubgefäße und kurzgrifflige 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 *Ficus*-urnen und deren Befruchtung erleichtert wird. In Kalifornien gelang es nicht, schwachste 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 *Ficus*-arten existieren augenscheinlich im wesentlichen ähnliche, wenn auch vielfachen Modifikationen unterworfenen Bestäubungseinrichtungen.

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.



Abb. 40.
Spornblüte des
Reintrauts.

In der Mehrzahl der Fälle sind es die Blumen- bzw. Perigonblätter, welche am Grunde oder in besonderen Ausfackungen (Spornen) derartige Nektarien tragen (viele Ranunculaceen, Geißblattgewächse, Alpenrosen, Baldriane, Sonnentauengewächse, die Liliaceen, Amaryllidaceen, Orchideen usw.; Abb. 41 a) oder ganz in solche umgewandelt sind (*Nigella*, Sturmhut, Nieswurz, Trollius, manche Anemonen usw.; Abb. 41 b). 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 Gentiaceen 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.

Verhältnismäßig selten ist der Fall, daß die Blüten vorwiegend nur schützende und zum Teil auch besonders warme¹⁾ Unterkunft bieten, woneben dann höchstens noch einige saftreiche Zellen der Innenwand der Behausung als Nahrung

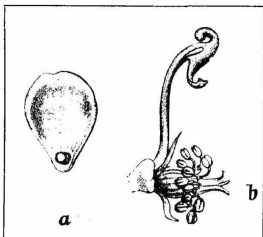


Abb. 41. Nektarien: a) vom Hahnenfuß, b) vom Sturmhut.

1) Bei *Arum* kann die Temperatur innerhalb des Blütenstands hochblatts 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,



Abb. 42. Kesselfalle vom Aronstab, längs geschnitten.

Chironomus, Ceratopogon usw., welche oft in großer Zahl in diese lang trugförmigen 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 Aronstab 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

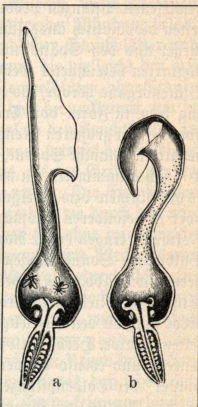


Abb. 43. Kesselfalle der Osterluzei: a) vor, b) nach der Bestäubung.

ren 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 Aronstabs, nur daß hier das den freien Ausflug hemmende Hindernis aus zwei Kränzen der

Blütenstandsachse ansetzender, fleischiger Vorsten 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 Vorstenkranzes, 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 Vorstenkranz 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 *Marcgravia 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, *Poinsettia*, *Bougainvillea*), leuchtende Staubgefäße (Weiden, Wiesenraute, echte Akazien, *Metrosideros*-Arten usw.), ja selbst farbige Blütenstiele und Blütenstandsachsen (*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 Bergesellschaftung 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 Korbbblütler oder Compositen, bei weitem die größte unter allen Phanerogamen ist und wohl nahezu $\frac{1}{10}$ 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 Stachysen, *Iberis* usw., zungenförmige Randblüten der Compositen, große Röhrenblüten der Kornblume). Lebhafteste Farbkontraste (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. Grün gelbe, 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. Nesselgerüche finden sich namentlich bei vielen Araceen, Aristolochien, Rafflesiaceen und Asclepiadeen (mit den *Stapelia*-Arten vom Kap) für die Gruppe der Nessel- 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 Korianderpflanze 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 Dol-den, Ranunkeln, Nelken, Stabiosen 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 geneigt, 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, Wassenfliegen 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 schüsselfartige 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 Rätzchen 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 Blumentrone, 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 Anflugfläche dient, so auch bei zahlreichen andern, meist glockig oder röhrig geformten, vorwiegend rot oder blau gefärbten Blumen, wie dem Bergißmeinnicht, dem Flachs, Immergrün, Weiderich, den Sauerflee- 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.

Die Fliegenblumen zeigen, entsprechend den verschiedenen Körperdimensionen, Saugapparaten und Lebensgewohnheiten der Großfliegen, Mäsfiegen und Kleinfliegen eine weitgehende Verschiedenheit ihres Baues. 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 Hegerkrauts (*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. Ginbeere) mit dem Besuche von Mücken und Rotfliegen anschließen. Die im späteren noch zu besprechenden „Klemmfallenblumen“ (*Vincetoxicum*) werden von Blumenfliegen, Mäsfiegen, 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 Raubblättler (*Anchusa*, *Lycopsis*, *Lithospermum*, *Pulmonaria*) und Primeln, und die weitröhrigen, das Eindringen des ganzen Insektkörpers gestattenden der Kürbisgewächse, Glockenblumen, Fingerhutarten, *Gentiana acaulis*, Herbstzeitlose, Schwertlilien, Kaiserkrone usw. Auch hängende, mit Anflammergehörigkeiten versehene Blüten, wie die des Schneeglöckchens, des

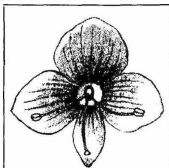


Abb. 44.
Blüte des Ehrenpreis.



Abb. 45. Lippenblüte
(Taubnessel).

Weinweils (Symphitum), des Heidekrauts, gehören hierher. Häufiger aber ist die Blüte zweiseitig symmetrisch ausgebildet, wie dies schon beim Erdrach, Lerchensporn und Rittersporn, in typischer Form aber bei den großen Familien der Lippenblütler (einschließlich vieler Braunturzwächse), 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, Veintraut; 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 (Veintraut, Veilchen, viele Orchideen) ausgebildet. Im Gegensatz zu der aus verwachsenen Blumenblättern gebildeten Blumenkronenröhre der Lippenblütler und Braunturzwächse 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



Abb. 46. Orchideenblüte.

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 Nebenkronen 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.).

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 vor-

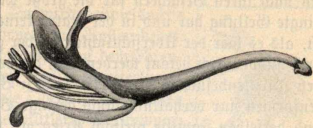
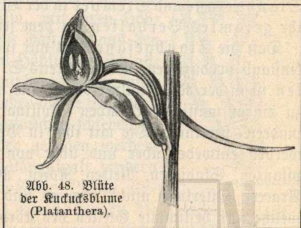


Abb. 47. Blüte vom Geißblatt.

handen sein, so daß diese bei vielen Blumen den Faltern Konkurrenz zu machen vermögen, wie bei den Primeln, Gentianen, Nachtkerzen, Leukojeen, 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 Nektengewächse (*Dianthus*, *Silene*, *Viscaria*, *Agrostemma* usw.). Andere sind zweiseitig symmetrisch und dann oft mit einem langen Sporn versehen (*Gymnadenia*, *Anacamptis*, *Centranthus*). Die längsten Blumentronenröhren bzw. Sporne besitzen zweifellos die für Schwärmer eingerichteten Blüten, die Geißblattarten, 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 be-
raubt werden, dessen Rüssel den unseres Windenschwärmers noch um das Mehrfache übertrifft.

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

Abb. 48. Blüte der Ruchblume (*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 Braunturzwerggewächse 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*, *Stabiosen*, *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.

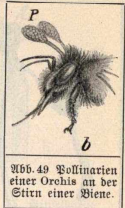


Abb. 49 Pollinarien einer Orchis an der Stirn einer Biene.

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 Streus-, 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 sammelnde 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*.

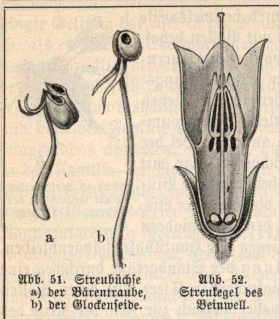


Abb. 51. Streubüchse
a) der Bärentraube,
b) der Glockenseide.

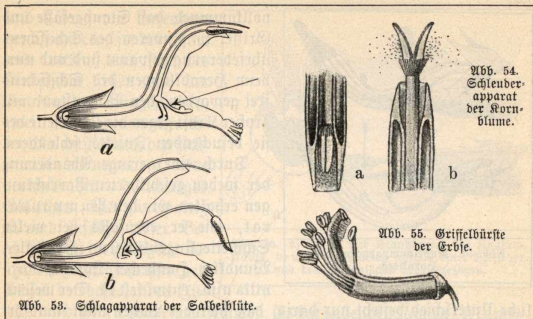
Abb. 52.
Streuhegel des
Weinwells.

Fortsätze und Hörner, an welche die Insekten anstoßen, wobei dann der lockere Pollen partiellweise durch die Erschütterung aus den Porenlöchern des Staubbeutels herausfällt. Sogenannte Streuhegel endlich findet man bei vielen Borraginaceen (*Borrago*, *Symphitum*, *Cerinth*; Abb. 52) und bei den Soldanellen. Die quirlig angeordneten Staubbeutel sind hier zu einem Hohlkegel vereinigt, wobei das Herausfallen des Blütenstaubes aus den schüsselförmigen Öffnungen der Antherenfächer teils durch

Anpressen an den Griffel (*Soldanella*), teils durch Lagerung der Schläge 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 Streuhegels 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. 53 a, 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



Griffel mit seiner kopfigen Narbe den über und neben ihr angesammelten Pollen in die Luft. Bei der Kornblume (Abb. 54 a, b), der Eselsdistel (*Onopordon*) und anderen Korbblütlern verkürzen sich auf Reiz die Staubfäden der fünf den mit Kranzbürste oder Endschoß 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 auflösende 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 mit samt dem Griffel heraustreten läßt, sobald die Flügel durch die Last des aufgesessenen Insekts beschwert werden. Bei vielen anderen Schmetterlingsblütlern, wie beim Besenstrauch (Abb. 56), Ginster, Schneckenflee, Traganth, *Ulex* usw., erscheint der Apparat noch dadurch ver-



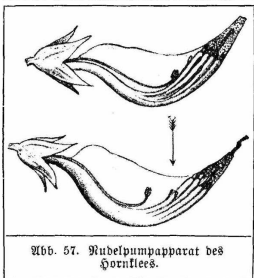


Abb. 57. Nudelpumpapparat des Hornflees.

vollkommenet, 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 (Honigflee, Wundflee, Haubechel, Lupine, Coronilla usw.) entwickelt ist. Der wesent-

liche 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 Staubbeutel-faches durch Klebstoff zu einem soliden, ovalen oder keulenförmigen Klumpen, dem Pollinarium, verbunden sind (Abb. 58 a, b, c). Diese Blütenstaubklumpen bleiben zunächst in den schlißförmig sich öffnenden Staubbeuteln verborgen, stehen aber an ihrem unteren, verjüngten oder gestielten Ende mit einer Klebscheibe (Kostellum) 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 Staubbeutel-fächern herausgezogen werden und nun dem davonsliegenden Insekt wie zwei Stirnhörner ansetzen (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

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 In-

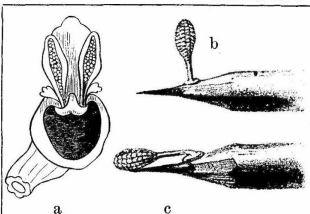


Abb. 58. a) Narbe und Staubbeutel des Knabenkrauts, b) u. c) Pollinarien mittels einer Bleifeeder aus den Pollensäcken herausgezogen.

sekten 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 schlißförmiger Höhlungen angebracht, daß die Krallen (bzw. Rüsselspitze) der besuchenden Insekten beim Eingreifen in diese Schliße 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 gereihete 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 ei-

ne Kappe bildenden Staubgefäße erst abfallen müssen, bevor die Narbe entblößt ist. Bei den Nesselgewächsen, den Steinbrecharten, manchen Gentianen usw. stehen die 2—5 Narbenstrahlen anfangs zusammengeklappt und aufgerichtet. Sobald aber die Staubbeutel der die Honigzüge 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 bringenden 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 Geißblatt, dem schmalblättrigen Weidenröschen, der Tollkirsche, dem Bilsenkraut, der Braunnurz 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 Braunnurzwurzwächsen (z. B. *Mimulus*) und Utriculariaceen 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 breitschalenigen, klebrigen Narbe trifft, und hier zum Teil hängenbleibt, während das Insekt seinen Rüssel in die Tiefe senkt.

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 Entwicklung 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

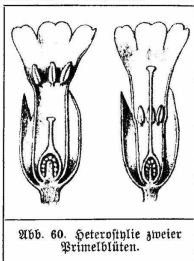


Abb. 60. Heterostylie zweier Primulablüten.

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 Entwicklung 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 Kolibri-besuch 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 Kiefertteilen 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 Unterkiefer bis zu dem auf der Höhe der Entwicklung 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 Tupselpolstern der Unterlippe kennen wir die langen Saugrohre der Bombyliiden, Conopiden, Rhingien und anderer, und während der Kollrüssel der Eulen meist nur eine beschränkte Länge besitzt, kann er bei manchen Schwärmern (z. B. *Macrosilia eluentius* aus Brasilien) eine Länge bis zu 20 cm und wahrscheinlich noch mehr (vgl. S. 81) erreichen, so

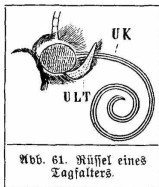


Abb. 61. Rüssel eines Tagfalters.

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

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 be-

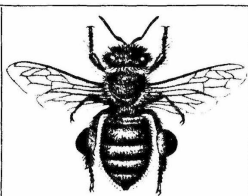


Abb. 62. Honigbiene mit Pollenkumpen (vergrößert).

gehen 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 Haarbefatz 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.

Ernten 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 gewissermassen zu freiwilliger Dienstleistung bei der Zerstreuung der Samen zu veranlassen.

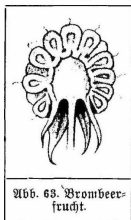


Abb. 63. Brombeer-
frucht.

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 lebhafteste Farben, am häufigsten rot (Kirschen, Schneeball, Weisblatt, Vogelbeere, Johannisbeere, Traubenholunder, Berberitze, Mehlbeere, Stechpalme, Kellerhals, Maiblume, Spargel usw.), seltener schwarzblau (Schlehe, Faulbaum, Holunderflieger, Weintraube, Birkbeere, 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 Korbblütler, 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 Kaffee Früchte), 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 Innern 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.

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

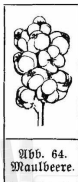


Abb. 64.
Maulbeere.

(*Tetramorium caespitum*) eine große Liebhaberei für Samen und häuft davon eine Menge in ihren Vorratskammern an. Die in Betracht kommenden Samen¹⁾ zeichnen sich fast alle durch ein besonders großes, der Schale äußerlich anhaftendes, fleischiges Würzchen, die Samen- oder Nabelschwiele, aus, die von den Ameisen allein begehrt wird, während sie den Samen selbst unverfehrt 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 Mauerrißen 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 Hutzpilze 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.

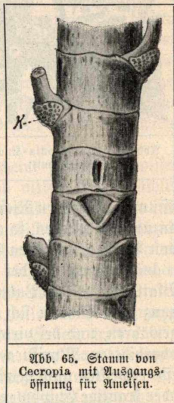
a) Tierische Gäste in Pflanzen.²⁾

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. S. hering, G.: 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 ausschleudende 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 Zuckerauscheidung (*Cynips quercus melliariae*, *Mellophorus bagoti* in Mexiko und andere) oder klebrige Säfte (*Cynips calycis*, *Aphilotrix sieboldi*) die Ameisen als Schutzgarde heranzuziehen.



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 Umba-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 weiches Gewebe präformierten, dann von den Ameisen gemachten schiffsförmigen Öffnung jedes Stengelgliedes (Abb. 65) nach außen gelangen können und dann mit Erfolg, die am Stamme emporkletternen Blattschneideameisen (*Atta*) bekämpfen sollten, welche, wie S. 63 geschildert, die Blätter des Baumes für ihre Pilzkulturen einernteten 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 Ausgangs-

öffnung 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 Blatttuten, 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 $\frac{3}{4}$ 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 *Iridomyrmex 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 nützlichcs 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*) haufen. 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 kapfenförmigen *Amphigastrien* sogar genau der Gestalt der sie bewohnenden Rädertierchen angepaßt.

Eine ziemlich weit verbreitete Symbiose scheint zwischen gewissen blattbewohnenden Milben¹⁾ (*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 Reimpflanzen 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 klar gestellt. 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 Entwicklung der *Acarodomatien* ebenfalls weit verbreitet zu sein (viele *Rubiaceen*, *Vignoniaceen*, *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.), Süßwasserpolyphen (*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 Meeres-
tieren aus den Gruppen der Radiolarien, Hydrozoen, Aktinien usw., um eine höchst merkwürdige Symbiose jener Tierarten mit gewissen Algenformen (*Chlorella* bzw. *Protochlorella*) handelt, die in den Geweben der Tiere ihren ständigen Wohnsitz aufgeschlagen haben (Abb. 68). Die Ansicht, daß den besiedelten Tieren von der Alge auch Nahrungstoffe zugeführt werden, wird neuerdings zwar bestritten,

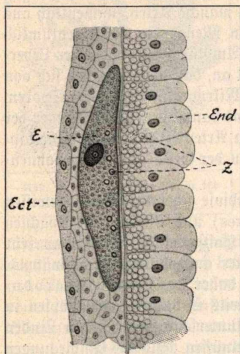


Abb. 68. Querschnitt durch die Haut des grünen Süßwasserpolyphen mit Algenzellen (Z).

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 Tierespezies (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

1) Vgl. Brandt, R.: 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 roscoffensis*, 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 Buchner¹⁾ 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 Entodermis. 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 Kammerer²⁾ bekannt gewordene 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.

Von K. Kraepelin erschienen im gleichen Verlage:

Als 1. 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 welcher unschätzbaren Bedeutung die Biologie nicht nur für unsere allgemeine Bildung, sondern auch für unsere ganze Weltanschauung 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 aus 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 Werkes 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 Stängel. 3. Die Blätter. 4. Die Blüten und Früchte. 5. Die Haare. II. Abschnitt: Die bekanntesten heimischen Pflanzen und die Verschiedenheit ihres Blütenbaus. III. Abschnitt: Systematisch. 1. Kreis: Blütenpflanzen. Anhang: Die wichtigsten ausländischen Nutzpflanzen. 2. Kreis: Sarnpflanzen. 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 3. T. wahre Muster der Kunst, mit wenig Worten viel zu sagen. Ich verweise 3. 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.)

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. — Küchenträuter. — Giftpflanzen. — Maitäfer. — Einfluß des Lichtes auf die Tiere. — Leuchtende Tiere. — Saftstrom. — Pflöpsen. — Otulieren. — Grasmücke. — Wanderflug. — Pilze des Gartens. — Blattwespen. — Schutzmittel der Tiere. — Unträuter. — Schutzmittel der Pflanzen gegen Tiere. — Kröten. — Farbenwechsel. — Brutpflege. — Schutzmittel der Pflanzen gegen Wärme, Licht, Regen, Wind. — Blattläuse. — Zier- 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. — Raufrost. — 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 nahe treten, 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 reisere Jugend. Geb. M. 3.60.

Der Verfasser glaubte in einem letzten, abschließenden Bande auch die so andersartige Welt ferner Zonen der Jugend in zwanglosen 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“. Veranstatet 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 Gisevius. 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. Reufauf. 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 Beschreibung, 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.

Einführung in die allgemeine Biologie. Von W. T. Sedgwick und E. B. Willson. 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 Fassmiletafel. [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. Kirschner, 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 Seemannsstranfenhaus 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. F. Paulsen. 3. Aufl. Von Prof. Dr. F. Münch. Mit Bildn. Paulsens. (Bd. 100.)

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

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

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

Christentum und Weltgeschichte. Von Prof. Dr. Dr. R. Sell. 2. Bde. (Bd. 297, 298.)

— siehe auch Jesus, Mystik im Christentum.

Deutsches Ringen nach Kraft und Schönheit. Aus den literar. Zeugn. eines Jahrzehnt. Von Turninspektor R. 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. Lews. 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.)

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

Großstadtpädagogik. Von J. Lews. (Bd. 327.)

— siehe auch Erziehung, Moderne, und Schulkämpfe der Gegenwart.

Heidentum siehe Mystik.

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

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

Hochschulen siehe Techn. Hochschulen und Universitäten.

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

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

Jesus und seine Zeitgenossen. Geschichtliches und Erbauliches. Von Pastor E. Bonhoff. (Bd. 89.)

— Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Pfarrer D. Dr. F. Mehlhorn. 2. Aufl. (Bd. 137.)

— Die Gleichnisse Jesu. Zugl. Anleitung zu quellenmäßigem Verständnis der Evangelien. Von Prof. Dr. 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. D. Hülp. 3. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 146.)

Knabenhandarbeit, Die, in der heutigen Erziehung. Von Sem.-Dir. Dr. A. Wapst. 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. Dr. 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. BERNHORN. 3. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 200.)
— siehe auch Psychologie.
- Mission, Die evangelische.** Von Pastor S. BAUBERT. (Bd. 406.)
- Mittelschule** siehe Volks- u. Mittelschule.
- Musik im Heidentum und Christentum.** Von Prof. Dr. E. v. 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. Rückf. 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. G. FRH. v. SOHN. 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. BISCHER. (Bd. 309.)
- Pestalozzi, Leben und Ideen.** Von Prof. Dr. P. MATORP. 2. Aufl. Mit Bildn. u. Brieffass. (Bd. 250.)
- Philosophie, Die. Einführung in die Wissenschaft, ihr Wesen und ihre Probleme.** Von Realschuldir. G. RICHTER. 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. F. 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. W. G. BRAASCH. 2. Aufl. (Bd. 66.)
- Rousseau.** Von Prof. Dr. P. HENSEL. 2. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 180.)
- Schopenhauer. Persönlichkeit, Lehre, Bedeutung.** Von Realschuldir. G. RICHTER. 2. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 81.)
- Schule** siehe Fortbildungsschulwesen, Hilsschulwesen, Hochschule, Mädchenschule, Mittelschule, Volksschule und die folgenden Bände.
- Schulhygiene.** Von Prof. Dr. S. BURGERSTEIN. 3. Aufl. Mit 33 Fig. (Bd. 96.)
- Schuldämpfe der Gegenwart.** Von F. LEWIS. 2. Aufl. (Bd. 111.)
— siehe auch Erziehung, Moderne, und Großstadtpädagogik.
- Schulwesen. Geschichte des deutschen Sch.** Von Oberrealschuldir. Dr. R. 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. D. KERN. 2. Aufl. (Bd. 177.)
— siehe auch Ethik.
- Spencer, Herbert.** Von Dr. R. 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. G. MÜLLER. Mit zahlr. Abb., Karte u. Lageplan. (Bd. 190.)
- Testament, Neues. Der Text des N. T. nach seiner geschichtl. Entwicklung.** Von Div.-Pfarrer W. POTT. Mit 8 Taf. (Bd. 134.)
— siehe auch Jesus.
- Theologie. Einführung in die Theologie.** Von Pastor M. CORNILLIS. (Bd. 347.)
- Über Universitäten und Universitätsstudium.** Von Prof. Dr. Th. ZIEGLER. (Bd. 411.)
- Universität, Die amerikanische.** Von PH. D. C. D. BERRY. Mit 22 Abb. (Bd. 206.)
— siehe auch Student.
- Unterrichtswesen, Das deutsche, der Gegenwart.** Von Oberrealschuldir. Dr. R. KNABE. (Bd. 299.)
- Volksschulbildungswesen, Das moderne, Bücher- und Lesehallen, Volkshochschulen und verwandte Bildungseinrichtungen in den wichtigsten Kulturländern seit der Mitte des 19. Jahrhunderts.** Von Stadtbibliothek Dr. G. FRIG. Mit 14 Abb. (Bd. 266.)
- Volkss- 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. KUNYPER. Mit 48 Abb. u. Titelbild. (Bd. 150.)

Weltanschauung, Griechische. Von Privat-
 doz. Dr. M. Wundt. (Bd. 329.)
**Weltanschauungen, Die, der großen Philo-
 sophen der Neuzeit.** Von weil. Prof.
 Dr. E. Husserl. 6. Aufl., herausg. von
 Prof. Dr. R. Faldenberg. (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 Renais-
 sancearchitektur.

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

Bau und Leben der bildenden Kunst. Von
 Dir. Prof. Dr. Th. Volkmer. 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.

Decorative Kunst des Altertums. Von Dr.
 Fr. Poulsen. Mit Abb. (Bd. 454.)

Drama, Das. Von Dr. E. Husserl. Mit
 Abb. 2 Bde.

Bd. I: Von der Antike zum französl. Klas-
 sizismus. (Bd. 287.)

Bd. II: Von Versailles bis Weimar.
 (Bd. 288.)

— siehe auch Shakespeare, Lessing, Schil-
 ler und Theater.

Drama, Das deutsche, des 19. Jahrh. In
 5. Entwidl. dargest. von Prof. Dr. G.
 Witkowski. 4. Aufl. Mit Bildn. Heb-
 bels. (Bd. 51.)

— siehe auch Hebbel, Hauptmann.

Dürer, Albrecht. Von Dr. R. Wustmann.
 Mit 33 Abb. (Bd. 97.)

**Französische Roman, Der, und die Ro-
 velle.** Von O. Flake. (Bd. 377.)

**Frauenbildung, Geschichte der deutschen F.
 seit 1800.** V. Dr. S. Spiero. (Bd. 300.)

Griechische Kunst. Die Blütezeit der g. K.
 im Spiegel der Reliefsarkophage. Eine
 Einführung in die griech. Plastik. Von
 Dr. S. Wachtler. Mit 8 Taf. u. 32
 Abb. (Bd. 272.)

— siehe auch Decorative Kunst.

Harmonium siehe Tasteninstrumente.
Hauptmann, Gerhart. Von Prof. Dr. E.
 Sulger-Gebing. Mit 1 Bildn.
 (Bd. 283.)

Haydn, Mozart, Beethoven. Von Prof.
 Dr. E. Krebs. 2. Aufl. Mit 4 Bildn.
 (Bd. 92.)

Hebbel, Friedrich. Von Prof. Dr. O. Wal-
 zel. 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 J. Von
 Prof. Dr. B. Sazgar. 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. Saendke. Mit 63 Abb.
 (Bd. 198.)

Kunst, Kirchl., 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, B. Dr. Th. Schrempf. (Bd. 403.)

**Lyril. Geschichte der deutschen L. seit Clau-
 dius.** Von Dr. S. 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. S. Langen. Mit zahlr. Abb.
 — siehe auch Rembrandt. (Bd. 373.)

Michelangelo. Einführung in das Ver-
 ständn. 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.** Ver-
 such e. genet. Darstellung der allgem.
 Musiklehre. Von Prof. Dr. S. Nietich.
 (Bd. 178.)

Musikal. Kompositionsformen. Von E. G. Paffenberg. 2 Bde.

Bd. I: Die elementaren Tonverbindungen als Grundlage der Harmonielehre. (Bd. 412.)

Bd. II: Kontrapunkt und Formenlehre. (Bd. 413.)

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

Mythologie, Germanische. Von Prof. Dr. F. v. Regelein. (Bd. 95.)

— siehe auch Volkslage, 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. Schuberling. 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.)

Weitere Bände sind in Vorbereitung.

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

Romantik siehe auch Musikal. Romantik.

Schiller. Von Prof. Dr. Th. Biegler. 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. R. Fınd. (Bd. 268.)

Sprachstämme des Erdkreises. Von weil. Prof. Dr. F. R. Fınd. (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 Volksliedes. Von Dr. F. W. Bruhnier. 5. Aufl. (Bd. 7.)

Volkslage. Die deutsche. Von Dr. O. Bödel. (Bd. 262.)

— siehe auch Mythologie, German.

Wagner. Das Kunstwerk Richard Wagners. Von Dr. E. Fstel. Mit Bildn. (Bd. 330.)

— siehe auch Musikal. Romantik.

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

Alpen. Die. Von S. 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. F. L. Laughlin. Mit 9 graph. Darstellungen. (Bd. 127.)

— siehe ferner Lehrerbildung, Volksschule, Techn. Hochschulen, Universitäten Amerikas in Abtlg. Bildungswesen.

Amerikaner. Die. Von R. M. Butler. Deutsch von Prof. Dr. W. Passkowsky. (Bd. 319.)

Angestellte siehe Kaufmännische A.

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

Arbeiterkuz und Arbeiterversicherung. Von Prof. Dr. v. Bwiedined-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. Rand. 2. Aufl. Mit 70 Abb. (Bd. 121.)

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

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

- Buch.** Wie ein Buch entsteht. Von Prof. M. B. 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. R. Dieterich. Mit 2 Bildn. (Bd. 244.)
- Charakterbilder aus deutscher Geschichte** siehe Von Luther zu Bismarck.
- Deutsch:** Deutsches Bauernhaus f. Bauernhaus. — Deutscher Bauernstand f. Bauernstand. — Deutsches Dorf f. Dorf. — Deutsche Einheit f. Vom Bund zum Reich. — Deutsches Frauenleben f. Frauenleben. — Deutsche Geschichte f. Geschichte. — Deutscher Handel f. Handel. — Deutsches Haus f. Haus. — Deutsche Kolonien f. Kolonien. — Deutsche Landwirtschaft f. Landwirtschaft. — Deutsche Reichsversicherung f. Reichsversicherung. — Deutsche Schifffahrt f. Schifffahrt. — Deutsches Schulwesen f. Schulwesen. — Deutsche Städte f. Städte. — Deutsche Verfassung, Verfassungsrecht f. Verfassung, Verfassungsrecht. — Deutsche Volksfeste, Volksstämme, Volkstrachten f. Volksfeste usw. — Deutsches Weidwerk f. Weidwerk. — Deutsches Wirtschaftsleben f. Wirtschaftsleben. — Deutsches Zivilprozessrecht f. 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 11 Abbildn. (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 des. Von Prof. Dr. F. Leonhard. (Bd. 429.)
- Familienforschung.** Von Dr. E. Devrient. (Bd. 350.)
- Finanzwissenschaft.** Von Prof. Dr. S. B. Altman. (Bd. 306.)
- Frauenarbeit.** Ein Problem des Kapitalismus. Von Prof. Dr. R. Wilbrandt. (Bd. 106.)
- Frauenbewegung.** Die moderne. Ein geschichtlicher Überblick. Von Dr. R. Schirmacher. 2. Aufl. (Bd. 67.)
- Friedensbewegung.** Die moderne. Von A. H. Fried. (Bd. 157.)
- Friedrich der Große.** Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. Th. Vitterauf. 2. Aufl. Mit 2 Bildnissen. (Bd. 246.)
- Gartenkunst.** Geschichte d. G. Von Reg.-Baumeister Chr. Rand. Mit 41 Abb. (Bd. 274.)
- siehe auch Abt. Naturwissensch. (Blumen u. Pflanzen.)
- Gartenstadtbewegung.** Die. Von Generalsekr. H. Rappsmeyer. Mit 45 Abb. 2. Aufl. (Bd. 239.)
- Gold.** Das, und sein Gebrauch. Von G. Maier. (Bd. 398.)
- siehe auch Münze.
- Germanische Kultur in der Urzeit.** Von Prof. Dr. G. Steinhäusen. 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. Tolkstorf. (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 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.
- Hotellwesen.** Von B. Damm-Stienne. 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. Vienengraber. 2 Bde. (Bd. 219, 220.)
- Kaufmann.** Das Recht des R. Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 409.)
- Kaufmännische Angestellte.** Das Recht der f. 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. Ehr. G. Barth. (Bd. 290.)
- Kolonisation, Innere.** Von A. Brenning. (Bd. 261.)
- Konsumgenossenschaft, Die.** Von Prof. Dr. F. Staubinger. (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 D. 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. B. Vedel. 2 Bde. (Bd. 292.)
- Bd. I: Seldenleben. (Bd. 292.)
- Bd. II: Ritterromantik. (Bd. 293.)
- Mittelstandsbewegung, Die moderne.** Von Dr. S. Müffelman. (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. Chengreuth. 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. Lederer. (Bd. 428.)
- Orient, Der.** Eine Länderkunde. Von E. Banje. 3 Bde.
- Bd. I: Die Nilasländer. 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. Charnak. (Bd. 374.)
- Österreich innere Geschichte von 1848 bis 1907.** Von R. Charnak. 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. Mittscherlich. (Bd. 351.)
- Ostseegbiet.** Von Privatdozent Dr. G. Braun. (Bd. 367.)
- Palästina und seine Geschichte.** Von Prof. Dr. S. 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. B. Thomsen. Mit 36 Abb. (Bd. 260.)
- Polarforschung, Geschichte der Entdeckungsfahrten zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart.** Von Prof. Dr. R. Dassert. 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. R. Th. v. Feigel. 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 Bedeutung.** Von Postrat F. Bruns. (Bd. 165.)
- Primitive, Die geistige Kultur der V.** Von Prof. Dr. R. Th. Preuß. (Bd. 452.)
- Reaktion und neue Ära, Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der Gegenwart.** Von Prof. Dr. R. Schwemer. 2. Aufl. (Bd. 101.)
- Recht siehe Ehrerecht, Erbrecht, Gewerbl. Rechtsschutz, Jurisprudenz, Kaufmann, Kaufmann, 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 Versicherungs-gesetz für Angestellte. Von Landesversicherungsassessor S. 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 Silberanhang u. 4 Plänen. (Bd. 386.)
- **Soziale Kämpfe im alten Rom.** Von Privatdoz. Dr. L. Bloch. 3. Aufl. (Bd. 22.)
- **Roms Kampf um die Welt Herrschaft.** Von Prof. Dr. Romayer. (Bd. 368.)

- Schiffahrt, Deutsche, und Schiffahrtspolitik** der Gegenwart. Von Prof. Dr. R. 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. R. Knaabe. (Bd. 85.)
- Seefried.** Eine geschichtl. Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis zur Gegenwart. Von R. Freiherrn v. Malgahn, 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. Mucke. 2 Bde.
Band I: Der rationale Sozialismus. (Bd. 269.)
Band II: Proudhon und der entwicklungs-geschichtliche Sozialismus. (Bd. 270.)
- Städte, Die.** Geographisch betrachtet. Von Prof. Dr. R. Hassert. Mit 21 Abb. (Bd. 163.)
— Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter. Von Prof. Dr. B. Heil. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 1 Doppel-tafel. (Bd. 43.)
— Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland. Von Reg.-Bau-meister a. D. A. Erbe. Mit 59 Abb. (Bd. 117.)
— siehe auch Griechische Städte, ferner Pompeii, Rom.
- Statistik.** Von Prof. Dr. S. Schott. (Bd. 442.)
- Strafe und Verbrechen.** Von Dr. P. Polliß. (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 F. 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. Gachde. 2. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 230.)
- über Universitäten u. Universitätsstudium.** B. Prof. Dr. Th. Biegler. (Bd. 411.)
— siehe auch Student, Der Leipziger.
- Urheberrecht. Das Recht an Schrift- und Kunstwerken.** Von Rechtsanwalt Dr. R. Mothes. (Bd. 435.)
- Verbrechen. Strafe und B.** Von Dr. P. Polliß. (Bd. 323.)
- Verbrechen und Aberglaube.** Skizzen aus der volkstümlichen Kriminalistik. Von Dr. A. Hellwig. (Bd. 212.)
- Verbrecher. Die Psychologie des B.** Von Dr. P. Polliß. Mit 5 Diagrammen. (Bd. 248.)
- Verfassung. Grundzüge der V. des Deutschen Reiches.** Von Prof. Dr. E. Goening. 4. Aufl. (Bd. 34.)
- Verfassungsrecht. Deutsches, in geschichtlicher Entwicklung.** Von Prof. Dr. E. Gubrich. 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. Vogt. 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.
- Volksspiele und Volksfeste. Deutsche.** Von S. S. Rehm. Mit 11 Abb. (Bd. 214.)
- Volkstämme. Die deutschen, und Vandschaften.** 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 Charakter-bilder aus deutscher Geschichte.** Von Prof. Dr. D. 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. Nordenflicht. (Bd. 436.)
- Welthandel** siehe Handel.
- Wirtschaftliche Erdkunde.** Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 2. Aufl. Bearb. von Prof. Dr. R. Dove. (Bd. 122.)

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

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

— **Deutschlands Stellung in der Welt.**

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, Schmelzsteine, Spinnerei, Straßenbahnen, Tabak, Tee, Wald, Wasserkraftsmaschinen, Weinbau.

Weitere Bände sind in Vorbereitung.

Wirtschaft. 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. S. Diez. (Bd. 328.)

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

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. S. Lehmann. Mit 26 Abb. (Bd. 379.)

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

Agrifulturchemie. Von Dr. P. Krichke. 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. F. v. Hardeleben. 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. Traub. 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. Zinssatz- und Rentenrechnung. Komplexer Zahlen. Binomischer Lehrsatz. 3. Aufl. Mit 23 Fig. (Bd. 205.)

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

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

Astronomie. Probleme der modernen Astr. Von Prof. Dr. E. 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 — Weltatmer. Von Prof. Dr. G. Mie. 3. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 58.)

Auge des Menschen, Das, und seine Gesundheitspflege. Von Prof. Dr. G. Uebelsdorff. 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 R. 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 krankheitsregenden Bakterien.** Von Privatdozent Dr. M. Loehlein. Mit 33 Abb. (Bd. 307.)

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

Baufunde. Das Wohnhaus. Von Reg.-Baumeister a. D. O. 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. Gaimovici. 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. S. Lux. Mit Abb. (Bd. 108.)

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

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

Biologie, Experimentelle. Von Dr. E. Theising. Mit Abb. 2 Bde.

Bd. I: Experimentelle Zellforschung. (Bd. 336.)

Bd. 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. S. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

Botanik siehe Kolonialbotanik, Blumen, Kulturpflanzen.

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

Druck. Das Auge und die Dr. 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. Wiedermann. Mit 15 Fig. (Bd. 286.)

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

Dampfessel 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 S. Brück. Mit 43 Abb. (Bd. 285.)

Eisenbahnwesen, Das. Von Eisenbahn- und Betriebsinspektor a. D. E. Wiedermann. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 144.)

— siehe auch Klein- u. Straßenbahnen, Verkehrsentwicklung.

Eisenbahnbau. Von Dipl.-Ing. E. Gaimovici. Mit 81 Abb. (Bd. 275.)

Eisenhüttenwesen. Von weil. Geh. Bergrat Prof. Dr. S. 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. Röhn. Mit Abb. (Bd. 424.)

Elektrochemie. Von Prof. Dr. R. 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 Volksernährungsmittel. Von weil. Prof. Dr. J. Frenkel. 2. Aufl. Neu bearbeitet von Geh.-Rat Prof. Dr. R. Zund. Mit 7 Abb. und 2 Tafeln. (Bd. 19.)

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

Farben siehe Licht.

Feuerungsanlagen, Industrielle, u. Dampf-
kessel. Von Ingenieur F. E. Maher.
Mit 88 Abb. (Bd. 348.)

Funkentelegraphie. Von Oberpostpraktikant
F. Hurn. Mit 53 Illustr. 2. Aufl.
(Bd. 167.)

Garten siehe Blumen, Pflanzen.

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

Gartenstadtbewegung. Die. Von General-
sekretär S. Kampffmeyer. Mit 43
Abb. 2. Aufl. (Bd. 259.)

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

Geisteskrankheiten. Von Anstaltsoberarzt
Dr. G. F. Iberg. (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: Vulkanismus einst und jetzt. Mit 80
Abb. (Bd. 207.)

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

Bd. III: Die Arbeit des fließenden Was-
sers. Mit 51 Abb. (Bd. 209.)

Bd. IV: Die Arbeit des Ozeans und die
chemische Tätigkeit des Wassers im all-
gemeinen. 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 Ver-
breitung, Bekämpfung und Verhütung.
Von Generalarzt Prof. Dr. W. Schum-
burg. 2. Aufl. Mit 4 Abb. und 1 Tafel.
(Bd. 251.)

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

Gesundheitslehre für Frauen. Von Prof.
Dr. D. P. G. Mit 1 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.

Hauttiere. Die Stammesgeschichte unserer
F. Von Prof. Dr. E. 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.
E. Gebel. (Bd. 25.)

Heizung und Lüftung. Von Ingenieur
F. E. Maher. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)

Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Er-
krankungen. Von Prof. Dr. S. Kohn.
Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

Hüttenwesen siehe Eisenhüttenwesen.

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

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

Ingenieurtechnik. Bilder aus der F. Von
Baurat R. Merckel. Mit 43 Abb.
(Bd. 60.)

— Schöpfungen der Ingenieurtechnik der
Neuzeit. Von Geh. Regierungsrat M.
Geitel. Mit 1 Abb. (Bd. 28.)

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

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

Kälte, Die, ihr Wesen, ihre Erzeugung und
Bewertung. Von Dr. S. Mit. Mit
45 Abb. (Bd. 311.)

Kinematographie. Von Dr. S. Leh-
mann. Mit 69 Abb. (Bd. 358.)

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

Kohlen, unsere. Von Bergassessor B. Ku-
tuf. Mit 60 Abb. (Bd. 396.)

Kolonialbotanik. Von Prof. Dr. F. Tob-
ler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)

Korallen und andere gesteinsbildende 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 In-
genieur B. Köhn. Mit 1 Abb. (Bd. 424.)

Krankspflege. Von Chefarzt Dr. B. Leid.
(Bd. 152.)

Kriegsschiff, Das. Von Geh. Marinebau-
rat Krieger. Mit 60 Abb. (Bd. 389.)

Küche siehe Chemie in Küche und Haus.

Kulturpflanzen. Unsere wichtigsten A. (Die
Getreidegräser). Von Prof. Dr. R. Gie-
senhagen. 2. Aufl. Mit 38 Fig.
(Bd. 10.)

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

Beweisen. Die Beziehungen der 2. zueinander. Von Prof. Dr. R. 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. R. Kaiser. Mit 13 Abb. (Bd. 313.)

Lüftung, Heizung und 2. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)

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

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

Maschinenkunde siehe Landwirtschaftl. Maschinenkunde.

Mäße und Messen. Von Dr. W. Bloß. Mit 34 Abb. (Bd. 385.)

Mathematik, Praktische. Von Dr. R. Neundorff. I. Teil: Graphisches u. numerisches Rechnen. Mit 62 Fig. u. 1 Tafel. (Bd. 241.)

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. Zehring. 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. D. Fanson. 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. R. Edstein. 2. Aufl. Mit 51 Fig. (Bd. 18.)

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

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

Mikroskop. Das, seine Optik, Geschichte und Anwendung. Von Dr. Scheffer. 2. Aufl. Mit 68 Abb. (Bd. 35.)

Milch. Die, und ihre Produkte. Von Dr. A. Reig. 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. Räumliche Darstellung von N. Von Prof. Dr. E. Rüst. Mit Abb. (Bd. 457.)

Naturwissenschaften im Haushalt. Von Dr. F. 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 N. in Kampf und Frieden. Ein geschichtlicher Rückblick. Von Dr. A. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)

Naturwissenschaften und Technik. Am saulenden Weibstuhl der Zeit. Übersicht über Wirkungen der Entwicklung der N. und T. auf das gesamte Kulturleben. Von Prof. Dr. W. Baunhardt. 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.)

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

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

- Optischen Instrumente, Die.** Von Dr. M. v. Rohrer. 2. Aufl. Mit 84 Abb. (Bd. 88.)
- Organismen, Die Welt der O.** In Entwicklung und Zusammenhang dargestellt. Von Prof. Dr. R. 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. Savini. Mit 7 Fig. (Bd. 187.)
- Pflanzenwelt des Mikroskops, Die.** Von Bürgerstullehrer E. Neukauf. Mit 100 Abb. (Bd. 181.)
- Photochemie.** Von Prof. Dr. G. Kämmerell. 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. Rastat. Mit Bilderanhang (12 Tafeln). (Bd. 410.)
- Physik, Werdegang der modernen Ph.** Von Dr. S. 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. Cranz. 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. Raupe. Mit 17 Abb. (Bd. 154.)
- Schachspiel, Das, und seine strategischen Prinzipien.** Von Dr. M. Lange. 2. Aufl. Mit den Bildnissen E. Laskers und P. Morphy's, 1 Schachbretttafel u. 43 Darst. von Übungsbeispielen. (Bd. 281.)
- Schiffbau** siehe Kriegsschiff.
- Schifffahrt** siehe Nautik und Abt. Wirtschaft.
- Schmucksteine, Die, und die Schmuckstein-Industrie.** Von Dr. A. Eppeler. 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. R. Kreibitz. 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 Hütendrucktafel. (Bd. 357.)
- Stimme, Die menschliche St. und ihre Hygiene.** Von Prof. Dr. P. S. Gerber. 2. Aufl. Mit 20 Abb. (Bd. 136.)
- Strahlen, Sichtbare und unsichtbare.** Von Prof. Dr. R. Börnstein und Prof. Dr. W. Markwald. 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. Trömmner. 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.)
- Tea, Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Getränke.** Von Prof. Dr. A. Winter. Mit 24 Abb. und 1 Karte. (Bd. 132.)
- Telegraphen- und Fernsprechnetz in ihrer Entwicklung.** Von Telegrapheninspektor S. Brück. Mit 58 Abb. (Bd. 235.)
- Die Funkentelegraphie. Von Oberpostpraktikant S. Thurn. Mit 53 Illust. 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. R. 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. Rnauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)
- siehe auch Lebewesen.
- Tierwelt des Mikroskops (Die Tiere).** Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 39 Abb. (Bd. 160.)
- Tierzüchtung.** Von Dr. G. Wildorf. 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. Franke. 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. S. Bod. 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. S. Lehmann. Mit 26 Abb. (Bd. 379.)
- Vogelleben, Deutsches.** Von Prof. Dr. A. Voigt. (Bd. 221.)
- Vogelzug und Vogelschutz.** Von Dr. W. R. Ehardt. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)
- Vollsnahrungsmittel siehe Ernährung u. B.**
- Wald, Der deutsche.** Von Prof. Dr. S. 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. Jhering. 2. Aufl. Mit 73 Fig. (Bd. 228.)
- Weinbau und Weinbereitung.** Von Dr. F. Schmittknecht. 34 Abb. (Bd. 332.)
- Weltall, Der Bau des W.** Von Prof. Dr. F. 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. W. 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.

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 Halbf. 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. Jnouye. 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. Wesselsky. — 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 Maux-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: Entwicklung 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. Schwartz): Kriegsvorbereitung, Kriegsführung: M. Schwartz. — Waffentechnik, a) in ihren Beziehungen zur Chemie: O. Poppenberg; b) in ihren Beziehungen z. Metallurgie: W. Schwinning; c) in ihren Bezieh. 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, Resümées, Inhaltsverzeichnissen und Besprechungen der Bände steht umsonst zur Verfügung bei B. G. TEUBNER, Leipzig, Poststraße 3.

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. Büchner · J. Cohn · H. Dade · R. Deutsch · A. Dominicus · K. Dove · E. Fuchs
P. Klopfer · E. Koerber · O. Lön · E. Maier · Gustav Maier · E. v. Maltzahn
† A. v. Reinhardt · F. A. Schmidt · O. Schnabel · G. Schwamborn
G. Steinhäusen · 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 bedeutungsvollsten 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

Dr. R. Hesse

und

Dr. F. Doflein

Professor an der Landwirtschaftlichen
Hochschule in Berlin

Professor der Zoologie an der Universität
Freiburg i. Br.

Tierbau und Tierleben in ihrem Zusammenhang betrachtet

2 Bände. Lex.-8.

Mit Abbildungen und Tafeln in Schwarz-, Bunt- und Lichtdruck.

**In Original-Ganzleinen geb. je M. 20.—,
in Original-Halbfranz je M. 22.—**

I. Band. Der Tierkörper als selbständiger Organismus.
Von R. Hesse. Mit 480 Abbild. u. 15 Tafeln. [XVII u. 789 S.] 1910.

II. Band. Das Tier als Glied des Naturganzen. Von F. Doflein. Mit ca. 500 Abbild., 8 farbigen und zahlr. schwarzen Tafeln. [Unter der Presse.]

Aus den Besprechungen:

„Der wissenschaftliche Charakter des Wertes und die ruhige, sachliche Darstellung, die sich von allen phantastischen Abschweifungen, wie sie in der gegenwärtigen biologischen Literatur so häufig sind, freihält, verdienen volle Anerkennung. Dabei ist das Werk so klar und populär geschrieben, daß sich auf den Leser unwillkürlich die Liebe des Verfassers zu seinem Gegenstande überträgt und er sich ohne Mühe auch zu den verwickelten Einzelfragen führen läßt. Eine ungewöhnlich große Anzahl von Abbildungen erleichtert das Verständnis und bildet nicht nur einen Schmuck, sondern einen wesentlichen Bestandteil des ausgezeichneten Buches.“ (Deutsche Rundschau.)

„Man wird dieses groß angelegte, prächtig ausgestattete Werk, das einem wirklichen Bedürfnis entspricht, mit einem Gefühl hoher Befriedigung durchgehen. Es ist wieder einmal eine tüchtige und originelle Leistung. ... Eine Zierde unserer naturwissenschaftlichen Literatur. ... Es wird rasch seinen Weg machen. Wir können es seiner Originalität und seiner Vorzüge wegen dem gebildeten Publikum nur warm empfehlen. Ganz besonders aber begrüßen wir sein Erscheinen im Interesse des naturgeschichtlichen Unterrichts.“ (Prof. C. Keller in der „Neuen Zürcher Zeitung“.)

„... Der erste Band von R. Hesse liegt vor, in prächtiger Ausstattung und mit so gebiegenem Inhalt, daß wir dem Verfasser für die Bewältigung seiner schwierigen Aufgabe aufrichtig dankbar sind. Jeder Zoologe und jeder Freund der Tierwelt wird dieses Werk mit Vergnügen studieren, denn die moderne zoologische Literatur weist kein Werk auf, welches in dieser großzügigen Weise alle Seiten des tierischen Organismus so eingehend behandelt. Hesses Werk wird sich bald einen Ehrenplatz in jeder biologischen Bibliothek erobern.“ (L. Plate im Archiv f. Rassen- u. Gesellschafts-Biologie.)

„Ein in jeder Hinsicht ausgezeichnetes Werk. Es vereinigt sachliche, streng wissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes mit klarer, jedem, der in rechter Mitarbeit an das Werk herantritt, verständlicher Darstellung. Jeder wird das Buch mit großem Gewinn und trotzdem großem Genuß lesen und Einblick in den Ernst der Wissenschaft gewinnen. Das schöne Werk darf als Muster volkstümlicher Behandlung wissenschaftlicher Probleme bezeichnet werden.“ (Lit. Jahresbericht des Dürerbundes.)

Ausführl. Prospekt vom Verlag B. G. Teubner in Leipzig

Künstlerischer Wandschmuck für das deutsche Haus

B. G. Teubners farbige Künstler-Steinzeichnungen

(Original-Lithographien) entsprechen allein vollwertig Original-Gemälden. Keine Reproduktion kann ihnen gleichkommen an künstlerischem Wert. Sie bilden den schönsten Zimmerschmuck und behaupten sich in vornehm ausgestatteten Räumen ebensogut, wie sie das einfachste Wohnzimmer schmücken.

Die Sammlung enthält ca. 200 Blätter der bedeutendsten Künstler, wie: Karl Banzer, Karl Bauer, O. Bauriedl, F. Bedert, Artur Bendrat, Karl Biese, H. Eichrodt, Otto Fikentscher, Walter Georgi, Franz Hein, Franz Hoch, F. Hodler, F. Kallmorgen, Gustav Kampmann, Erich Kuithan, Otto Leiber, Ernst Liebermann, Emil Orlik, Maria Ortlieb, Sascha Schneider, W. Strich-Chapell, Hans von Volkmann, H. B. Wieland u. a.



Nr. 221. H. Daur: Beschnittene Höhen. 41x30 cm. M. 2.50.

Verkleinerte farbige Wiedergabe der Original-Lithographie.

„Von den Bilderunternehmungen der letzten Jahre, die der neuen ‚ästhetischen Bewegung‘ entsprungen sind, begrüßen wir eins mit ganz ungetrübter Freude: den ‚künstlerischen Wandschmuck für Schule und Haus‘, den die Firma B. G. Teubner herausgibt... Wir haben hier wirklich einmal ein aus warmer Liebe zur guten Sache mit rechtem Verständnis in ehrlichem Bemühen geschaffenes Unternehmen vor uns — fördern wir es, ihm und uns zu Nutz, nach Kräften!“ (Kunstwart.)

Vollständiger Katalog der Künstler-Steinzeichnungen mit farbiger Wiedergabe von ca. 200 Blättern gegen Einsend. von 40 Pf. (Ausland 50 Pf.) vom Verlag B. G. Teubner, Leipzig, Poststr. 3

Biblioteka Główna

WUM

www.dlibra.wum.edu.pl

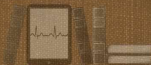
Biblioteka Główna WUM

K.9776



000023449

26



www.dlbra.wum.edu.pl