

Lehrbuch der
BIOLOGIE



III

LEHRBUCH DER BIOLOGIE

für das 7. und 8. Schuljahr

Dritte, durchgesehene Auflage

Mit 255 Abbildungen im Text und 7 Farbtafeln
im Anhang

ARBEITSGEMEINSCHAFT
VOLK UND WISSEN
VERLAGS GMBH

B. G. TEUBNER
VERLAGSGESELLSCHAFT
BERLIN — LEIPZIG

1948

Herausgegeben von Dr. Fritz Löbel und Wilhelm Maschke, Berlin

Best.-Nr. 6007 · Preis geb. 3,90 DM

269. — 418. Tausend · Liz.-Nr. 334 · 1000/48 — 284/48

Satz: (M 109) B. G. Teubner, Leipzig C 1, Poststr. 3 — A 1011

Druck: (Dor) Sachsenverlag, Druckerei- u. Verlags-Ges. mbH, Dresden N 23, 748 8311

Inhaltsverzeichnis

7. Schuljahr

Der Wald

I. Der Wald als Lebensgrundlage für den Menschen.....	7	1. Farnkräuter, Schachtelhalme und Bärlappgewächse	27
II. Vom Walde und seiner Pflege durch den Förster	7	2. Laub- und Lebermoose	29
A. Der Wald als Lebensgemeinschaft	7	E. Pilze in Wald und Flur	32
B. Die Pflege des Waldes	9	1. Der Champignon und seine Züchtung	35
III. Die Pflanzen im und am Walde	14	2. Die Pilze als Lagerpflanzen und Fäulnisbewohner	35
A. Die Bodendecke und das Licht	14	3. Weitere Pilzarten	36
B. Einige Blütenpflanzen als Kahl- schlagpflanzen	16	F. Die Flechten	39
C. Einige Blütenpflanzen als Schmar- rotzer und Fäulnisbewohner	17	G. Tiere des Nadelwaldes	41
IV. Die Nadelwälder	18	1. Geweißtträger	43
A. Die Kiefernwälder	18	a) Das Reh — b) Der Rot- hirsch — c) Der Damhirsch	
B. Die Fichtenwälder	19	2. Schwarzwild	48
C. Die Nadelhölzer	20	3. Vogelleben im Walde	49
1. Die Kiefer und die Lärche	21	a) Brutpflege der Vögel — b) Unsere gefiederten Freunde — c) Die Brutkolonie der Saat- krähe — d) Der Kuckuck als Brutschmarotzer — e) Spechte als Zimmerer im Wald und andere Höhlenbrüter	
2. Fichte und Tanne	22	H. Waldschädlinge	59
3. Andere Nadelhölzer	24	V. Nutzwald und Dauerwald	63
D. Andere Pflanzen des Nadel- waldes	25		

Aus dem Pflanzenreich

I. Bau der Blütenpflanzen	65	1. Spaltpilze, ihr Leben und ihre Verbreitung	79
A. Die Pflanzenzelle	65	2. Schimmelpilze	82
1. Die wichtigsten Bestandteile der Zelle	65	3. Hefepilze	82
2. Die Zellteilung	67	4. Von der Tätigkeit der Fäul- nisbewohner	83
B. Die Bestandteile des Pflanzen- körpers	70	5. Von Seuchen und anstecken- den Krankheiten	85
II. Aus dem Leben der einzel- ligen Pflanzen	75	B. Bekämpfung von Fäulnis und ansteckenden Krankheiten	87
1. Pflanze oder Tier	76	1. Maßnahmen gegen das Ver- derben unserer Vorräte	87
2. Besonders zierliche pflanz- liche Einzeller	77	2. Gegen die Krankheit	88
A. Einzellige Fäulnis- und Krank- heitserreger	78	III. Die Algen	89

Aus dem Tierreich

I. Das Leben der einzelligen Tiere	90	IV. Würmer	106
1. Urtiere	90	A. Ringelwürmer	106
2. Der Heuaufguß und seine Wunder	90	1. Der Regenwurm	106
3. Urtiere als Gesteinsbildner ..	93	2. Watt- und Sandwürmer	108
4. Urtiere als Krankheitserreger	95	3. Egel	109
5. Koloniebildung bei Urtieren	96	B. Rundwürmer	109
II. Schwämme	97	Die Trichine	109
III. Polypen, Quallen und Korallen (Hohltiere)	99	C. Plattwürmer	110
A. Süßwasserpolyphen und Verwandte	99	Der Bandwurm	110
B. Quallen	102	V. Weichtiere	112
C. Blumenpolyphen und Korallen..	103	A. Die schwarze Wegschnecke ...	112
		B. Schnecken an Wegrändern	115
		C. Weichtiere im Teich und Meer	116
		1. Schnecken	116
		2. Muscheltiere	117
		D. Tintenfische	120

Der Mensch

I. Ernährung und Verdauung .	122	II. Die Sinnesorgane	126
A. Unsere Nahrungsmittel	122	A. Das Gefühl	126
B. Die Verdauung	124	B. Das Schmecken und Riechen ..	126
C. Die Verwendung der Nahrungsstoffe	125	C. Das Hören	127
		D. Das Sehen	128

8. Schuljahr

Vom Werden der Organismen und ihren Leistungen

I. Die Biologie und ihre Arbeitsgebiete	130	IV. Die Lebensvorgänge bei den Pflanzen	156
II. Der Aufbau des Pflanzen- und Tierreichs	132	A. Die Ernährung der Pflanzen aus dem Boden	156
1. Systematischer Überblick über das Pflanzenreich	133	1. Bestandteile und Nährstoffe der Pflanzen	156
2. Systematischer Überblick über das Tierreich	139	2. Die Nahrungsaufnahme aus dem Boden	159
III. Die Fortpflanzung im Pflanzen- und Tierreich	141	B. Die Verwertung von Luft, Licht und Wasser. Die Assimilation	160
1. Über das Alter von Tieren und Pflanzen	141	1. Die Aufnahme und Zersetzung des Kohlendioxyds	160
2. Die ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung bei den Einzellern ...	142	2. Die Wanderung und Speicherung der organischen Baustoffe	162
3. Die ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung im übrigen Pflanzen- und Tierreich	145	C. Die Atmung der Pflanze	162
4. Der Generationswechsel ..	148	D. Versuche	163

V. Schädlinge und ihre Bekämpfung	169	VIII. Etwas von Pflanzen- und Tierzüchtung	198
1. Allgemeines	169	1. Die ersten Haustiere und die Ursprungsgebiete unserer Kulturpflanzen	198
2. Chemische Schädlingsbekämpfung	171	2. Erbänderung und Auslese	199
3. Biologische Schädlingsbekämpfung	174	3. Zuchtziele	201
4. Einige wichtige Schädlinge des Nutzgartens und des Feldes	175	IX. Wirbeltiere	204
VI. Einführung in die Vererbungslehre	179	1. Fische (Pisces)	205
1. Ähnlichkeit und Vererbung	179	2. Lurche (Amphibia)	207
2. Teilung der Keimzellen ..	179	3. Kriechtiere (Reptilia)	209
3. Erbforschung	181	4. Vögel (Aves)	209
4. Erste Mendelsche Regel ..	182	5. Säugetiere (Mammalia) ...	212
5. Die Rückkreuzung	183	6. Vergleichende Betrachtung ..	214
6. Zweite Mendelsche Regel ..	184	7. Rückblick auf den Tierkreis der Wirbeltiere	216
7. Überdeckender(dominanter) Erbgang	185	a) Die Hauptmerkmale der Wirbeltierklassen	216
8. Dritte Mendelsche Regel ..	186	b) Systematische Einteilung der Wirbeltierklassen ...	216
9. Mensch und Vererbung ...	188	X. Die Abstammung und Entwicklung des Menschen ...	219
VII. Einführung in die Abstammungslehre	189	1. Die Eiszeit in Europa	219
1. Einleitung	189	2. Alter und Ursprung des Menschen	221
2. Zeugnisse für die Abstammung	191	3. Menschenaffen in der Tertiärzeit	221
3. Darwins Erklärung	196	4. Vor- oder Affenmenschen ..	223
		5. Urmenschen (Neandertaler) ..	223
		6. Altmenschen	226
		Sachverzeichnis	228

Tafelverzeichnis

Tafel I:	Spätsommer am Waldrand
„ II:	Giftpflanzen des Waldes (Fingerhut, Seidelbast, Zaunrübe)
„ III/IV:	Essbare Pilze und einige giftige Doppelgänger
„ V:	Quallen und Seeanemonen
„ VI:	Meeres-Ringelwürmer
„ VII:	Tintenfische.

SIEBENTES SCHULJAHR

Der Wald

I. Der Wald als Lebensgrundlage für den Menschen

Überblicken wir von einem hohen, frei gelegenen Berge aus unser Heimatland, so erkennen wir tief unter uns Ortschaften zwischen Feldern und Wiesen, die sich in Ebene und Tal als bunte Streifen ausbreiten. Dazwischen schieben sich die dunklen Flecken der Wälder, die im Flachland viel weniger Raum einnehmen als die Felder und Wiesen. Im Mittel- und Hochgebirge beherrscht vor allem dunkler Nadelwald das Landschaftsbild.

Weit über das eigentliche Waldgebiet hinaus reicht der Einfluß, den der Wald auf Boden und Klima ausübt. Der moos- und humusreiche Boden vermag viel Regen- und Schmelzwasser zurückzuhalten, das Laubdach der Bäume verhindert eine schnelle Austrocknung des Bodens. Daher ist der Wald ein Wasserspeicher, der nach Regenfällen noch lange Zeit Rinnsale, Bäche und Flüsse mit Wasser versorgt. Diese wiederum bedingen den Grundwasserstand und die Ertragsfähigkeit der benachbarten Fluren. Die zahllosen Wurzeln der Waldgewächse festigen die lockeren und leichten Böden, ihre Baumkronen mildern die Kraft des Windes, und so wird ein Abschwenmen und Abtragen der Bodenkrume verhindert. Der Wald ist also auch ein Wetterschutz.

Tagsüber ist die Erwärmung der Luft und des Bodens im Walde kleiner, nachts die Abkühlung geringer als im waldfreien Gelände. Die Gegensätze zwischen Tag und Nacht und auch zwischen Sommer und Winter werden verringert. Der Wald wirkt temperaturlausgleichend.

Wenn durch unplanmäßige Rodungen größere Landstriche den vollen Einwirkungen von Sonne, Wind und Regen ausgesetzt werden, so sterben die Bodenpflanzen ab; die in Staub zerfallende Krume wird fortgeblasen oder fortgeschwemmt. Wo früher eine üppige Pflanzenwelt und eine reiche Tierwelt gedieh, entsteht allmählich unfruchtbares Land. Daher ist die Pflege und der Schutz des Waldes von besonderer Bedeutung.

II. Vom Walde und seiner Pflege durch den Förster

A. Der Wald als Lebensgemeinschaft

Wir wandern auf den Wald zu und können schon von weitem das dunkle Grün der reinen Nadelholzbestände erkennen. Spitz heben sich die Wipfel der Fichten gegen den Himmel ab, rundliche Grenzlinien zeigen die Kiefernwälder. Die Kronen der Nadelwälder bieten uns Sommer und Winter das gleiche Bild. Sie sind aus immergrünen Blättchen zusammengesetzt, die als lange und schmale Nadeln dicht an den

Zweigen stehen. Am häufigsten treffen wir besonders in Norddeutschland die Kiefer an. Im dichten Bestande bemerken wir schlanke Stämme, die oben nur eine schirm- oder kegelförmige Krone tragen. Einige eingestreute weißbrindige Birken beleben das Waldbild. Dürrtfe Flechten, Moose und Heidekraut bedecken den Boden und bringen eine geringe Abwechslung in die Einförmigkeit solcher Bestände. Zuweilen schließen sich die Moospolster zu dichten Teppichen zusammen oder das häufige Schmielengras bildet ausgedehnte Rasen. In der Ferne stehende Wacholderbüsche machen besonders in der Dämmerung und bei Nebel wegen ihrer oft absonderlichen Wuchsformen einen düsteren, gespensterhaften Eindruck.

Die heimatischen Kiefernwälder zeigen nicht in allen Gebieten das gleiche Aussehen. Neben solchen, deren Eintönigkeit kaum noch überboten werden kann, nehmen uns andere auf, die in ihrer gesunden Kraft einen prachtvollen Eindruck machen. Wir finden sie an den Stellen, an denen die Lebensverhältnisse für die Pflanzenwelt günstiger sind.

Die Waldblumen und Sträucher sowie die Tiere des Waldes gehören zusammen mit den Waldbäumen zu einer vielfältigen Lebensgemeinschaft. Niemand wird erwarten, Schwalben und Hamster im Walde zu finden; sie fliehen ihn, denn sie lieben andere Wohngebiete. Aber auch viele Pflanzenarten suchen wir dort vergebens. Sie mögen wenige Meter außerhalb, auf dem Felde oder der Wiese, am Gartenzaun oder Wegrand in Menge wachsen. Ihre Samen werden sicher ebensooft in den Wald hineingetragen wie von ihm weg; sie werden hier wie dort keimen. Im Walde gedeihen sie aber nicht und pflanzen sich nicht oder nur kümmerlich fort. — Bei anderen Arten von Pflanzen und Tieren können wir in der Regel darauf rechnen, daß wir sie in einem bestimmten Waldstück antreffen. Sie werden dort nicht ausgemerzt wie ungeeignete Pflanzenarten, sie fliehen den Wald nicht wie waldfremde Tiere; vielmehr eignen sie sich für das Leben in ihm. So nähren sich zahlreiche Kerbtiere allein von unseren Waldbäumen, ja manche von ihnen können zu gefährlichen Forstschädlingen werden. Ihnen stellen die munteren, nimmersatten Vögel nach, oder räuberische Kerfe sowie die kunstfertigen Spinnen werden ihnen verderblich. — Selbst das verwesende Nadel- und Laubwerk bietet noch einem Heer lichtschauer Lebewesen Unterschlupf und Nahrung: Würmer und allerlei Larven durchwühlen den Waldboden; die Pilze durchziehen ihn mit ihrem unterirdischen Flechtwerk. Sie alle gehören zur Lebensgemeinschaft des Waldes.

Hier prägen sich die Jahreszeiten ganz anders aus als etwa in Feld und Wiese. Besonders deutlich wird das im Laubwalde. Im Frühling dringt das Licht ungehindert durch die kahlen Kronen bis zum Waldboden. Dort weckt es in kurzer Zeit zahlreiche Frühlingsblumen zu einem Leben weniger Wochen. Bald sterben sie oberirdisch ab, denn das dicht werdende Laubdach nimmt ihnen das lebenspendende Licht weg; aber ihre Zwiebeln, Knollen und Wurzelstöcke haben sich mit Nährstoff für die nächste Wachstumszeit gefüllt. — Im Sommer ist's kühl, dunkel und still im Wald. Der dörrende Sommerwind vermag nicht einzudringen, die Sommersonne den Boden nicht auszutrocknen. Moose, Waldgräser und solche Blumen, die Schatten ertragen, breiten zarte Blätter flach aus; sie sind nicht in Gefahr zu verdursten. —

Im Herbst verschenkt der Laubwald seinen Segen. Die dichte Decke der abgefallenen Blätter bringt dem Boden einen Teil der Nährstoffe wieder zurück, die ihm im Laufe des Sommers entzogen wurden. Wenn ein Jahr der Eichen- oder der Buchenmast war, dann liegen die nahrhaften Früchte wie gesät auf dem Waldboden. Die Schweine werden eingetrieben, um reichlich Speck anzusetzen. Das Gattier des Waldes, Hirsch, Reh und Wildschwein, Eichhörnchen, Waldmaus und Häher, — sie alle mästen sich für die karge Zeit des Winters und tragen vielfach noch Vorräte ein. — Der Nadelwald verändert sich nicht so stark mit der Jahreszeit. Seine Bäume haben auch im Winter und im Frühjahr dichte Kronen. Darum fehlt dem Nadelwald der Schmuck der Frühlingsblumen. Unter der Schneelast biegen sich seine jungen Bäume bis zur Erde nieder, so daß sie Märchengestalten gleichen. Die größeren ächzen und knarren beim geringsten Luftzug. So ist manches Nadelwaldstück schon in einem kurzen Schneesturm völlig zusammengebrochen („Schneebruch“).

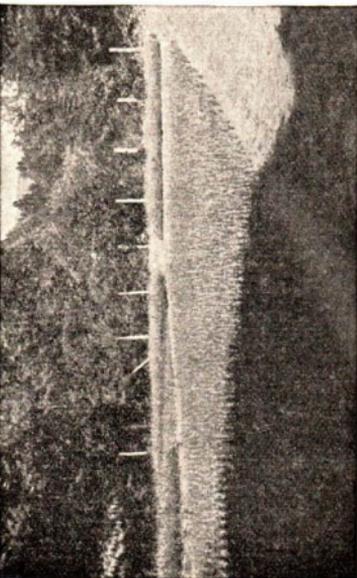
Beobachten wir das Leben im Walde, so erkennen wir, daß es sich gleichsam in verschiedenen Stockwerken abspielt: Das oberste Stockwerk wird von den Baumkronen gebildet, sie müssen dem Winde standhalten, genießen aber das meiste Licht. Hier horsten die Raubvögel, leben Eichhörnchen und Specht. Das Stockwerk darunter ist das Unterholz. Es sind die Sträucher und die nachwachsenden Bäume. Hier leben die kleinen Waldvögel, die Meisen, der Zaunkönig. Sodann folgt das Gewirr der Gräser und Kräuter, die Krautschicht. Dort wimmelt es von Larven, Schnecken, Käfern. Ameisen wandern und sammeln. Wo die Sonne bis zum Boden dringt, saugen Hummeln und Fliegen Nektar aus den Blüten. Von den Knospen und Trieben der Kräuter und des Unterholzes äsen Reh und Hase. Das unterste, dunkelste Stockwerk ist das Moospolster oder die Laubdecke. Hier leben vor allem die Pilze und Würmer und fördern die Bildung einer lockeren und nahrhaften Humusschicht. Viele Kleintiere überdauern hier den Winter.

Wo aber der Waldboden zu trocken oder sauer ist, da wächst unter den Bäumen die Schicht der Zwergsträucher, z. B. das Heidekraut, die Heidel- oder Blaubeere und Ginsterarten. Abfallende Nadeln verwesen nur langsam und bilden eine Schicht von Rohhumus, die den Boden abschließt, so daß wertvolle Bäume und Sträucher nicht wurzeln können. Der Förster steht vor der schwierigen Aufgabe, den verdorbenen Boden nutzbar zu machen.

Wenn der Wald in seiner Zusammensetzung „natürlich“ ist und nicht nur zur Holzgewinnung angelegt wurde, bildet er eine Lebensgemeinschaft. Sie ist im Gegensatz zu mancher anderen imstande, sich durch Jahrhunderte zu erhalten und stetig von selbst zu erneuern.

B. Die Pflege des Waldes

Das natürliche Leben der Lebensgemeinschaft des Waldes nach Möglichkeit zu bewahren, dabei aber einen guten Holzertrag zu fördern und zu sichern, ist das oberste Ziel des Försters. Wie Gärtner und Bauer muß er darum vor allem darauf achten, die ihm anvertrauten Jungpflanzen nur aus bestem Saatgut aufzuziehen,



Teilansicht



Einfährige Fichtensamlinge



Zweijährige Sämlinge



Jungpflanzen verschult (auseinandergepflanzt)

Abb. 1. Im Anzuchtgarten oder Kamp gegen Ende August

das sich für den vorhandenen Boden und das herrschende Klima eignet. Die Züchtung guter Sorten erfordert aber bei unseren Waldbäumen Zeiträume, die in einem Menschenalter nicht übersehbar sind. Sie ist darum noch nicht so weit fortgeschritten wie die Züchtung kurzlebiger Kulturpflanzen im Garten und auf dem Felde.

Der **Umtrieb** eines Waldstückes dauert so lange, daß kein Förster, der ein solches ansät oder pflanzt, dessen „Ernte“ erlebt. Der Wald gibt ja den größten Nutzen erst als Hochwald, wenn seine Stämme schlagreif, d. h. so groß und alt wie möglich, aber noch nicht morsch sind. Das ist bei unserm Nadelwald nach etwa 60–120 Jahren, bei Buchen- und Eichenwald aber erst nach 100–200 oder noch mehr Jahren der Fall. In der Zwischenzeit gibt der Wald nur geringere Nutzung durch Feuerholz und Stangenholz. Was der Forstmann also „erntet“, verdankt er der vorsorgenden Arbeit seiner Urgroßväter, und was er „sät“, dient seinen Urenkeln.

Die Sämlinge sind im Anzuchtgarten oder Kamp (Abb. 1) aufgezogen und im vierten Jahre in größeren Abständen gepflanzt worden. Die Pflanzengärten werden oft hoch im Gebirge angelegt; denn die Bäumchen sollen in dem rauen Klima heranwachsen, das sie dann auch auf der Schonfläche (Schonung) zu ertragen haben.

Gutes Nutzholz wird nur im dichten Bestände gezogen, wo die Bäume wenig Äste bilden können.

Warum die Stämme im dichten **Bestände** viel weniger Äste tragen, das erfahren wir, wenn der Waldrand erreicht ist. Hier sind die Stämme stärker als weiter innen; auch ihre Äste reichen weit herab, ähnlich wie bei dem Baum im Einzelstande, aber nur nach außen zu. Nach dem Waldinnern hin fehlen die Äste bis fast unter die Wipfel. Das dicht geschlossene Dach der Baumkronen ist es also, das die unteren Äste nach wenigen Jahren zum Absterben bringt und verhindert, daß sich neue bilden. Eingengt durch die Nachbarn, wächst jeder Baumwipfel dem Lichte entgegen. Schwächlinge, die zurückbleiben und unter den Schatten des Laubdaches geraten, gehen dem gleichen Schicksal wie die älteren Äste entgegen: Aus Mangel an Licht müssen sie absterben. Der Förster nimmt aber solche Bäume meist vorher heraus, damit die stärkeren genügend Platz bekommen (Abb. 2). So erzielt er schlanke und gerade, doch kräftige, unverzweigte und wenig beästete Stämme.

Mancherlei Gefahren bedrohen den Wald. Schädlinge können sich so stark vermehren, daß sie ihn vernichten, Naturgewalten wie Wind- und Schneebruch verheeren ganze Landstriche. Alljährlich melden die Zeitungen von **Waldbränden**. Ein Feuer zum Abkochen wurde nur scheinbar gelöscht und fraß sich unter der Decke der Nadeln weiter. Eine glimmende Zigarette oder Zigarre wurde achtlos weggeworfen. Der Funkenregen einer Lokomotive fiel auf dürres Gezweig am Waldboden. Am meisten gefährdet ist reiner Nadelwald, vor allem der trockene Kieferwald der sog. „Heiden“. Jeder hat darauf zu achten, daß keine Waldbrände entstehen können. Am trockensten ist der Wald in schönen Vorfrühlingswochen vor dem Austreiben und in den heißen Sommermonaten.

Wir schützen aber den Wald nicht nur aus klimatischen und wirtschaftlichen Gründen, sondern unser Schutz gilt auch den seltenen und besonders schönen Pflanzen seines Bereiches. Um dieses Ziel zu erreichen, mußten in vielen Ländern besondere Naturschutzverordnungen erlassen werden. So dürfen wir von einigen

blühenden Frühlingsboten des Waldes zwar einen bescheidenen Strauß pflücken, sie aber keinesfalls ausgraben oder gar zum Verkauf sammeln. Geschützt sind die zierlichen Schneeglöckchen und Märzenbecher, die gelben Himmelschlüssel und die blauen Leberblümchen. Überhaupt nicht gepflückt werden darf der giftige Seidelbast (Tafel II, 2). Über und über in leuchtend rote, süß duftende Blüten gehüllt, grüßt uns der niedrige Strauch von weither aus dem noch

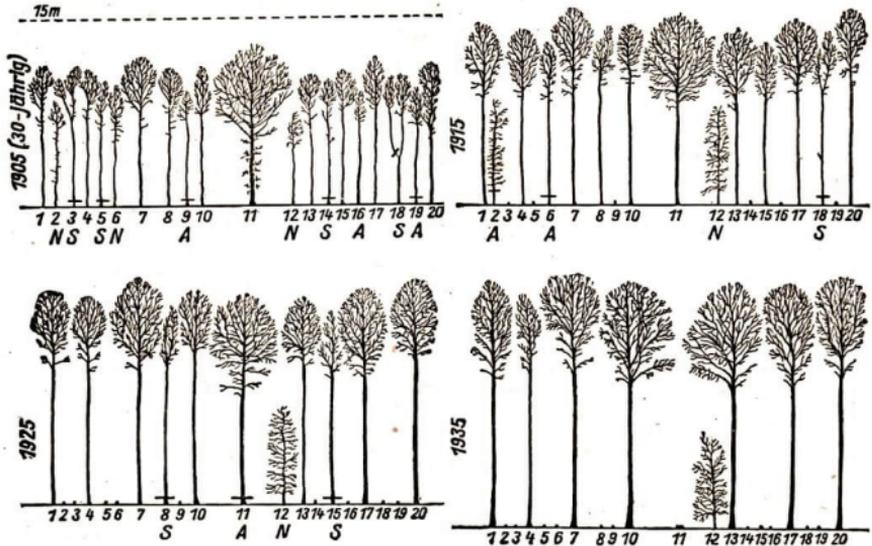


Abb. 2. Ein Waldbestand wird ausgelichtet (nach Dengler).

N nützlich, S schädlich, A abkömmlich, für die Bestandserhaltung gleichgültig; die kurzen waagerechten Striche am Fuße eines Stammes zeigen an, daß dieser Baum gefällt werden soll

kühlen Laubwald. Später im Jahre genießen fast alle auffallenden Blumen des Waldes den Schutz; das duftende Maiglöckchen wie die blaue Akelei (Abb. 3), die wir aus dem Garten kennen; die eigenartigen Orchideen, die oft zehn und mehr Jahre alt werden müssen, ehe sie das erstmal blühen, der stattliche Türkenbund, der Gelbe Fingerhut und der Geißbart. An sonnigen Stellen mit kalkhaltigem Boden überraschen uns der kräftig duftende Diptam, an quelligen Stellen der Berge verschiedene Enzianarten und der stattliche Eisenhut. Wo uns immergrünes, halbhohes Gehölz auffällt, da ist es meist in irgendeiner Form geschützt: in Heide und Bruch Wacholder und Sumpfporst; in den hohen Buchenwäldern Norddeutschlands wie auch im Westen die stachlige Stechpalme; schließlich als Überrest aus vergangener Zeit die zähe, sehr alt werdende Eibe.

Aufgaben. 1. Betrachte in Abb. 2 genau die einzelnen Bäume, überdenke ihre Lage im Vergleich zu den Nachbarbäumen, sowie die voraussichtliche Entwicklung der Kronen.



Breitblättriges Knabenkraut



Akelei



Fliegen-Orchis



Trollblume

Abb. 3. Geschützte Wiesenpflanzen

Dann beantworte schriftlich: Warum wird Stamm 11 so bald weggenommen; Stamm 12, der doch geringen Holzwert hat, so lange als nützlich bezeichnet; Stamm 2 und Stamm 18 zugleich geschlagen, obwohl der erste als nützlich, der zweite als schädlich bezeichnet war? — 2. Suche in Wald oder Park einen Stamm, den du als nützlich, und einen, den du als schädlich bezeichnen würdest. Fertige von ihnen und ihren Nachbarn einfache, aber maßstabrichtige Skizzen an (entsprechend Abb. 2) und begründe deine Meinung. — 3. Zeichne vereinfacht ein Stück Wald mit einigen geeigneten Pflanzen (je eine bis zwei), die du kennst, so daß die verschiedenen Stockwerke deutlich werden. — 4. Der gleiche Platzregen falle auf 1 ha geneigtes Land. Es sei a) ein steiniger Abhang, b) Saatfeld, c) dichter Laubwald mit schönem Stockwerkaufbau. Beschreibe die Wirkung und die Dauer der Nachwirkung.

III. Die Pflanzen im und am Walde

Aufgaben. 1. Suche einen geeigneten Platz (10 × 10 oder 20 × 20 m) am oder im Walde und fertige davon durch Abschreiten eine Kartenskizze. Trage die Standorte der Stämme und den Umkreis ihrer Kronen maßgerecht ein, ebenso die Verteilung einer bekannten Pflanzenart (Blumenart, Grasart, Heidelbeere, Heidekraut). Erkennst du einen Zusammenhang a) mit der Lichtverteilung, b) mit der Wasserführung, c) der Höhengschichtung (Wegrand, Tümpel)? — 2. Betrachte eine Stelle mit dichtem Bewuchs am Waldrande von außen, von der Seite und vom Waldinnern her. Welche Beobachtung machst du a) über die Stellung der Blätter, b) der Sprosse, c) über die verschiedene Höhe des Bewuchses außen und innen, d) über die Tierwelt? Zeichne und beschreibe. — 3. Die meisten Frühlingsblüher des Waldes sind im Sommer nicht aufzufinden, im Herbst sind von vielen wieder die Blätter zu sehen. Grund? Erfolg? Welche hast du beobachtet?

A. Die Bodendecke und das Licht

Die ersten Frühlingsblumen des Waldes nützen die Zeit aus, während die Baumkronen noch ohne Laub stehen und das Licht bis zum Waldboden durch-



Abb. 4. Der Waldmeister als Beispiel für eine spätere blühende Frühlingspflanze des Buchenwaldes

lassen, darum fehlen sie im immergrünen Nadelwald. Die späteren Frühlingsblüher entfalten ihre Blüten erst zu der Zeit, während sich das Laubdach über ihnen schließt. Sie richten sich mit ihrem Standort sowohl nach dem Boden wie nach dem Lichte. Die dunkelsten Flecke des Waldbodens, etwa unter dichten Buchen, bleiben ohne Bewuchs. An trockeneren Stellen mag die **Maiblume** oder der **Waldmeister** (Abb. 4) truppweise den Boden überziehen. Feuchtere Strecken bekleidet im Auwalde der schön blühende, aber durchdringend nach Knoblauch riechende **Bärenlauch** (Abb. 5) mit frischem Grün. Alte Baumstümpfe überzieht der zarte **Sauerklee** mit seinen zierlichen, keelartigen Blättern. Er, wie die **Einbeere**, die **Haselwurz** oder die **Nieswurz** kommen



Abb. 5. Bärenlauch im frischgrünen Buchenwald

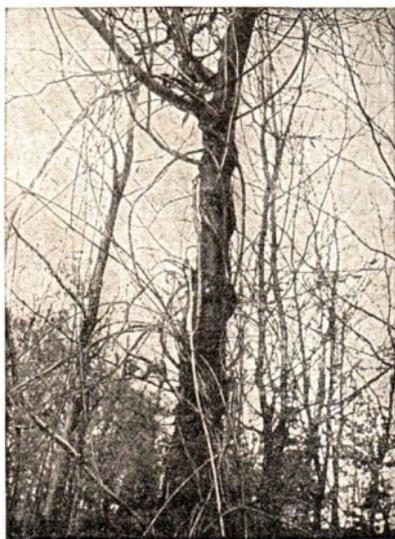


Abb. 6. Waldgeißblatt im Winter

mit sehr wenig Licht aus, ja sie vertragen die ungeschwächte Sonne auf die Dauer nicht. Wo **Heidekraut**, untermischt mit dem **Heidelbeerstrauch** wächst, läßt sich leicht beobachten, wie das erstere lichte Stellen liebt, der andere sich mehr unter wenig schattenden Büschen und Bäumen ansiedelt.

Am Waldrande drängen sich wieder Büsche und Kräuter. Hier fällt uns das **Wald-Labkraut** durch seine kleinen, weißen Blüten, sowie durch die quirl-ähnliche Stellung seiner Blätter auf. Das **Kletternde Labkraut** stemmt seine



Abb. 7. Die Blüte des Waldgeißblattes

winzigen Hakenborsten gegen Stengel und Äste und erreicht so Höhen von über 1 m. Die **Zaunrübe** (Tafel II, 3), ebenfalls ein krautiges Gewächs, klettert mit Hilfe von Ranken noch weiter empor. Die langen Triebe der **Brombeersträucher** hängen dank ihrer Stacheln im Gezweig fest. Der **Hopfen** umwindet mit seinen Stengeln Äste und junge Stämme. Die kletternden Sträucher, die **Weißblühende Waldrebe** und das **Waldgeißblatt** (Abb. 6 u. 7), gelangen trotz ihrer schwachen Stämme oft bis in die Baumkronen. Sie arbeiten sich in das höhere Stockwerk der Waldgemeinschaft hinauf und kommen dadurch dem lebenspendenden Lichte ein Stück näher. Gleichzeitig wird der dichte Waldrand zu einem Schutzwall, der das Waldinnere gegen den Wind schützt, und somit auch zu einer Zuflucht für viele Tiere.

B. Einige Blütenpflanzen als Kahlschlagpflanzen

Wenn sich der Förster entschließt, sämtliche Stämme eines Waldstückes fällen zu lassen, dann entsteht ein Kahlschlag, und die Waldgemeinschaft ist völlig

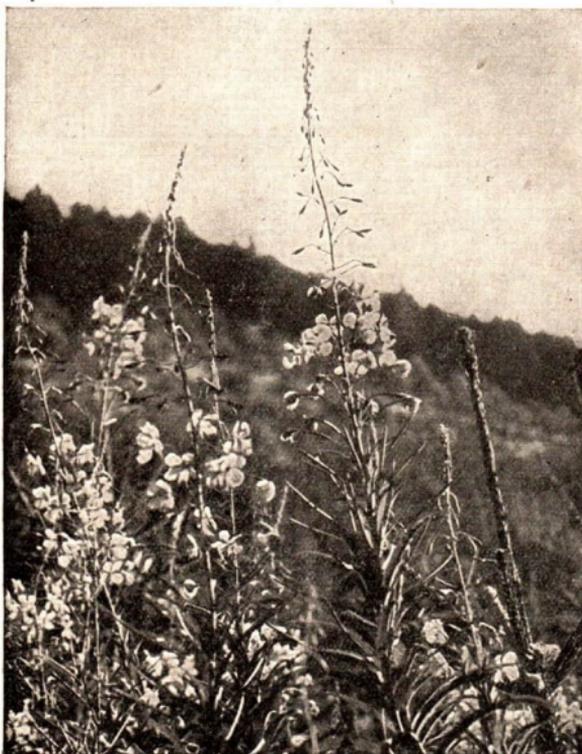


Abb. 8. Weidenröschen in einer Fichtenpflanzung

zerstört. Schon im ersten Sommer nach dem Abholzen finden wir von den schattenliebenden Pflanzen nur noch kümmerliche Reste mit von der Sonne verbrannten und vom Winde ausgedörrten Blättern. In zwei oder drei Jahren sind sie gänzlich verschwunden. An ihre Stelle sind Pflanzen getreten, die das Licht lieben. Im Mittelgebirge erhebt dann der **Rote Fingerhut** (Tafel II, 1) im Juni seine schlanken Blütenrispen, die mit purpurnen Glocken besetzt sind, hoch über die feinen Waldgräser. Er ist giftig, wird aber zu Heilzwecken gesammelt. Wo der Boden

trocken ist, wuchert das **Schmalblättrige Weidenröschen** (Abb. 8). Zur Zeit der Sommerferien kann es ganze Hänge rosenrot überkleiden. Bald reifen seine langen Früchte und lassen zahllose winzige Samen an einem weißen Haarschopfe vom Winde entführen. Ein dichtes Gewirr aus **Brombeer-** und **Himbeergesträuch** überdeckt bald die Baumstümpfe. Dazwischen drängt der **Hohlzahn** seine kerzenartigen Blütenstände mit weit offenen, gefleckten Lippenblüten. **Kreuz-** oder **Geiskrautarten** erheben ihre gelbstrahligen Blütenkörbe. Birken, Zitterpappeln, Weiden, Ahornarten wachsen in wenigen Jahren zu stattlichen Büschen heran, und schon ist der Kampf ums Licht wieder in vollem Gange, bis der Förster erneut eingreift und einen ertragversprechenden „Jungwuchs“ aufzieht.

C. Einige Blütenpflanzen als Schmarotzer und Fäulnisbewohner

Alle Pflanzen, die grün sind, können ohne Licht nicht gedeihen. Wohl aber gibt es nichtgrüne Blütenpflanzen, die auch im tiefsten Schatten des Waldes zu leben vermögen. Sie verwerten die nahrhaften Stoffe der Laubschicht, die sich zersetzt, sind also Fäulnisbewohner. Andere aber zapfen gar die Wurzeln der größeren Pflanzen an und leben von deren Säften. Sie sind also Schmarotzer oder Parasiten und finden im dichten Wurzelgewirr des Waldbodens leicht ihre Wirtspflanze, die sie ernährt. Wir finden solche Schmarotzer und Fäulnisbewohner nicht nur unter den Blütenpflanzen. Die Pilze und Bakterien ernähren sich auf gleiche Weise.

Zu den harmlosen Fäulnisbewohnern gehört der **Fichtenspargel** (Abb. 9). Seine spargelähnlich bleichen und dicken Sprosse wachsen unter Buchen wie unter Fichten.

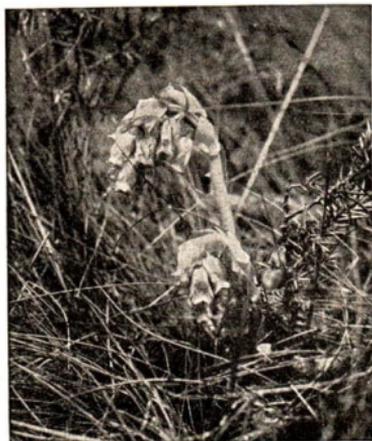


Abb. 9. Der Fichtenspargel

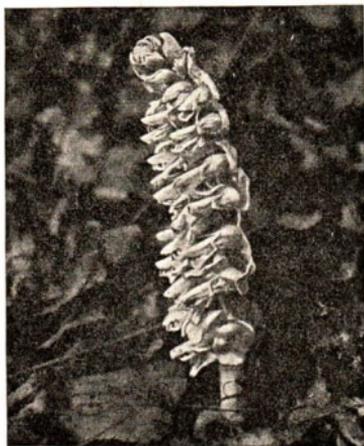


Abb. 10. Die Schuppenwurz

Seltener sind zwei Orchideen, die kräftigere, gelbbraune **Nestwurz** und die zartere, mehr gelbgrünliche **Korallenwurz**. Sie verdanken ihre Namen ihren wurmhähnlichen, dicken Wurzeln, deren unregelmäßiger Ballen einem kunstlosen Vogelnest oder



Abb. 11.

Mistel auf einer winterkahl Birke



Abb. 12.

Ansatz der Mistel am Zweig der Wirtspflanze

wuchernden Korallen ähnelt. Die rosarote **Schuppenwurz** (Abb. 10) ist dagegen ein Schmarotzer und darum schädlich. Aus ihrem weithin reichenden Wurzelstock entspringen zahlreiche Faserwurzeln, die sich an die Wurzeln der Wirtspflanze ansaugen und ihr den

Saft entziehen. Eine andere Schmarotzerpflanze sitzt hoch oben in den Baumkronen, es ist die **Mistel** (Abb. 11 u. 12). Ihre weißen Beerenfrüchte werden von Vögeln gern gefressen; so gelangen die Samen bis in die höchsten Äste. Dort erwächst aus ihnen allmählich ein kugelig Busch mit grünen Blättern. Er ist immergrün und vermag darum das Licht zur Ernährung auszunutzen, saugt aber auch aus dem Aste der Wirtspflanze, auf dem er sitzt, viel Nährstoffe und schädigt den Wirt sehr. Darum wird die Mistel in vielen Forsten ausgerottet.

IV. Die Nadelwälder

A. Die Kiefernwälder

In Norddeutschland überwiegen die Nadelwälder gegenüber den Laubwäldern. Unter den Nadelwäldern beansprucht die Kiefer mehr als die Hälfte, unter den Laubbäumen die Buche fast die Hälfte ihrer Waldgebiete. Das hängt mit dem großen Nutzungswert beider Baumarten zusammen, aber auch mit dem Klima und den Bodenverhältnissen Deutschlands.

Die meisten Kiefernwälder finden sich auf leichten Böden, selbst in sandigen Gebieten. Zumeist sind es niederschlagsarme Gebiete. Aber auch auf moorigen Stellen vermögen die sehr anpassungsfähigen Kiefern fortzukommen. Die Lichtverhältnisse sind während des ganzen Jahres günstig, und es können daher in der ganzen Wachstumszeit Bodenpflanzen blühen und fruchten.

Jedoch zeigen die Kiefernwälder je nach den Boden- und Feuchtigkeitsverhältnissen ein recht verschiedenes Aussehen (Abb. 36 u. 37). Wir finden abweichende Wuchsformen der Bäume und unterschiedliche Zusammensetzung nach Art und Zahl der Bodenpflanzen. Auf dürrigstem Boden besitzt die Kiefer oft einen

buschigen oder verkrüppelten Wuchs und bleibt niedrig. Der stellenweise nackte Sand zeigt dürre graugrüne Strauchflechten und vereinzelte Horste des Silbergrases oder des Schafschwingels. Einige Sandnelken und kleine Polster des Mauerpfeffers liefern einen dürrtigen Blütenschmuck. In feuchteren Sandgebieten erreichen die Kiefern eine größere Höhe. Ihre schlanken Stämme tragen ein geschlossenes Kronendach. Gern gesellt sich die weißschäftige Birke hinzu und belebt das Waldbild. Die Bodenschicht ist aus Flechten, Moosen und Heidekraut gebildet. Truppweise wachsende Weidenröschen stecken ihre violettroten Blütenkerzen auf (Abb. 8). Habichtskräuter, deren Blattrosetten dem Boden angeschmiegt sind, und weißfilzige Katzenpfötchen können hier gedeihen. Bei zunehmender Feuchtigkeit und Besserung des Bodens siedeln sich Preiselbeeren und Heidelbeeren an. Der Adlerfarn spielt nicht selten eine Hauptrolle unter den Kiefernwaldbegleitern. Seine ansehnlichen, auf langen kräftigen Stielen stehenden Wedel bilden ein Blätterdach, ähnlich wie es die Kronen der Bäume tun. Er schafft einen „Wald im Walde“. Dem Baumbestande fügen sich Buchen, Eichen und Ebereschen ein, und eine mehr oder weniger dichte Strauchschicht aus Wacholder, Hasel, Holunder, Weißdorn, Heckenrosen und Heckenkirschen lockt zahlreiche Singvögel an, die hier nisten. Himbeeren und Brombeeren bilden stellenweise dichte Gebüsche. Frauenflachs und Johanniskraut leuchten mit gelben Blütenständen, und die weißen Schattenblumen gleichen den zierlichen Mäiglöckchen.

Die Kiefernwälder bilden verschiedene Lebensgemeinschaften. Die jeweils zusammenlebenden Pflanzenarten passen zu den Boden- und Klimaverhältnissen eines Gebietes und beherbergen eine bestimmte Tierwelt.

B. Die Fichtenwälder

Die Fichten sind die häufigsten Bäume unserer Mittelgebirgswälder. Sie gedeihen noch in Höhenlagen, in denen die Buchen nicht mehr anzutreffen sind. Als Krüppelgestalten halten sie sich noch auf Bergkuppen mit mehr als 1000 m Höhe. Die flachliegenden Wurzeln sind dem Gebirgsboden angepaßt und finden neben Nährstoffen eine ständige milde Feuchtigkeit. Deshalb ist die Fichte nur in kleinen Beständen in die norddeutsche Ebene vorgedrungen und meidet reinen Sand- und Kiesboden sowie steppenartiges Gelände. Der reine Fichtenwald zeigt häufig ein düsteres, eintöniges Waldbild. Die Ansiedlung der Bodenpflanzen ist durch den Lichtmangel, die dichte Nadelschüttung und die Neigung zu Rohhumusbildung erschwert. Nur an besser belichteten Waldrändern, an den Schneisen oder auf Kahl-schlagstellen finden sich Sauerklee, Siebenstern, Wintergrün und die manns-hohen Stauden des Roten Fingerhutes. Eine üppige Pflanzenwelt hat sich aber an den Bachläufen, die den Wald durchschneiden, entwickelt. Aus dem Waldesdunkel leuchtet bisweilen der bleiche Fichtenspargel auf (Abb. 9). Von den Ästen alter Bäume hängen gleich langen Bärten Flechten (Abb. 33) herab und die Stämme sind mit dichten, krustigen Flechten besetzt. So bildet auch der Fichtenwald eine besondere Lebensgemeinschaft.

C. Die Nadelhölzer

Aufgaben. 1. Erkläre die verschiedene Größe und Anordnung der Winterknospen an der Spitze des Weihnachtsbaumes. Zeichnung. — 2. Suche in Nadelholzbeständen nach Bäumen, die ihre Spitze vor Jahren einmal eingebüßt haben. Woran erkennst du solche? Zeichne und erkläre. — 3. Vom Waldboden aufgelesene Zapfen von Fichten und Kiefern enthalten meist nur wenige Samen. Erklärung? Prüfe nach, wie sie sich im feuchten und getrockneten Zustand verhalten.

Die Nadelhölzer unterscheiden sich von den anderen Pflanzen durch ihre nadel-förmigen Blätter und durch den verschiedenen Bau der Blüten. Diese enthalten keinen eigentlichen Stempel, aus dem die Frucht hervorgeht. Die weibliche Blüte einer Kiefer oder Fichte besteht nämlich aus Schuppen (Fruchtblättern), die an ihrer Innenseite zwei freie Samenanlagen tragen. Man erkennt den Bau solcher Blüten noch sehr gut, wenn sie bereits zum reifen holzigen Fruchtzapfen ausgewachsen sind. Die Schuppen sind nunmehr verholzt, sie stehen in einer Schraubenlinie um eine Achse, und hinter jeder Schuppe sitzen zwei geflügelte Samen (Abb. 14e). So wie jetzt die Luft freien Zutritt zu den Samen hat, so konnten die in der Luft schwebenden Blütenstaubkörner während der Blütezeit die Samenanlagen unmittelbar erreichen (Abb. 13b). Die Nadelhölzer haben also freiliegende oder nackte Samenanlagen. Sie sind **Nacktsamige** (Gymnospermen) im Gegensatz zu den Pflanzen, bei denen die Samenanlagen in einem geschlossenen Fruchtknoten sitzen (Abb. 13a) und die Samen später in einer geschlossenen Frucht (z. B. Erbsenhülse, Apfel). Diese heißen deshalb **Bedecktsamige** (Angiospermen). Die Nadelhölzer heißen auch **Zapfenträger** (Koniferen); sie bilden die wichtigste Klasse der Nacktsamigen.

Die männlichen Blüten der Nadelhölzer sind im Bau den weiblichen ähnlich, also ebenfalls zapfenartig. Sie bleiben aber kleiner, und unter jedem Schüppchen stehen zwei Staubäckchen, die aufspringen und den Blütenstaub (Pollen) entlassen. Bei vielen Nadel-

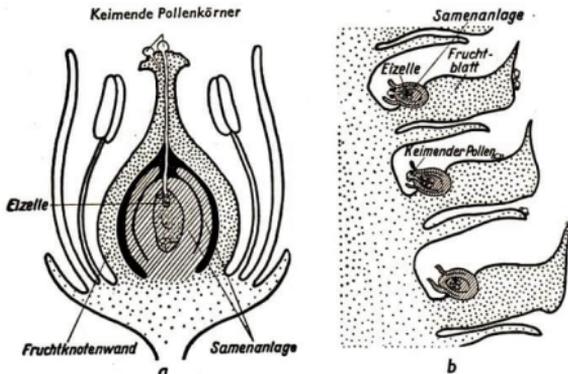


Abb. 13.

a Schnitt durch die Blüte einer bedecktsamigen Pflanze, b durch drei Schuppen eines weiblichen Blütenzapfens von einem Nadelholz (nacktsamige Pflanze) (vereinfacht)

hölzern, z. B. bei Fichten und Kiefern, besitzen die Pollenkörner zwei Luftsäcke, die ihre Verbreitung durch den Wind begünstigen. Die Nadelbäume sind also Windblütler; ihre Blüten sind eingeschlechtlich, d. h. diese besitzen entweder Staubgefäße oder Stempel. Beide Blüten finden wir auf einer Pflanze, man nennt sie einhäusig.

Alle in den vorhergehenden Jahren besprochenen Blütenpflanzen gehören entweder, wie die Tulpe

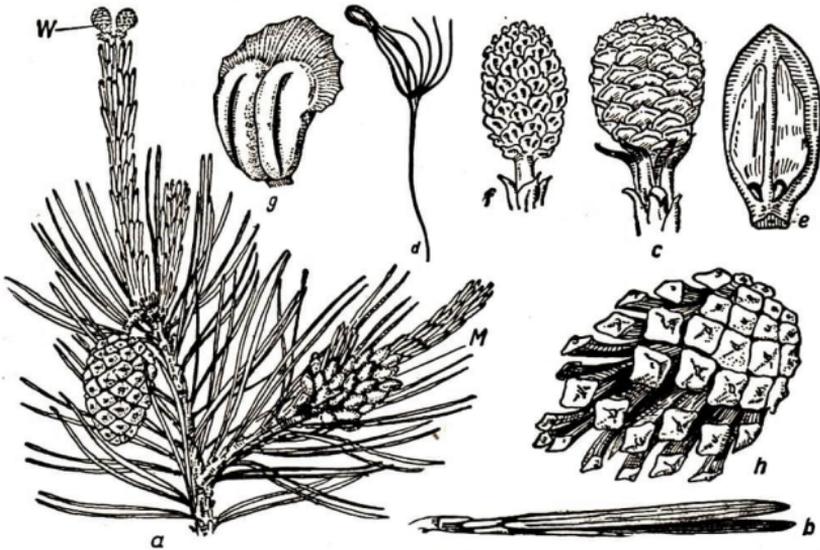


Abb. 14. Die Kiefer.

a Blühender Zweig (M männliche, W weibliche Blüten), mit Zapfen vom Vorjahre und jungen Nadeln, b Kurztrieb, c weibliche Blüte, vergrößert, d Keimpflanze mit 8 Keimblättern und anhängender Samenschale, e Zapfenschuppe mit 2 geflügelten Samen, f männliche Blüte, vergrößert, g Staubblatt mit 2 Staubtäschchen, stärker vergrößert, h zweijähriger Zapfen

oder Küchenzwiebel, zur Klasse der Einkeimblättrler, oder sie werden, wie die Schlüsselblume und die Bohne, zur Klasse der Zweikeimblättrler gerechnet. Unsere Laubhölzer reihen sich sämtlich in die Klasse der Zweikeimblättrler ein. Die heimischen Nadelbäume weichen jedoch in der Art ihrer Keimung von den Ein- wie von den Zweikeimblättrlern ab, denn sie bilden gleichzeitig mehrere nadelförmige Keimblätter aus, die quirlförmig angeordnet sind (Abb. 14d).

Aufgaben. 1. Stelle die Unterschiede zwischen den Einkeimblättrlern, Zweikeimblättrlern und Nadelhölzern, unterstützt durch einfache Zeichnungen (Blatt, Keimpflanze, Stempel bzw. Zapfen bestäubt, vgl. Abb. 13), übersichtlich zusammen. — 2. Erkläre an zwei vereinfachten, gut beschrifteten Skizzen den Unterschied zwischen dem Zapfen eines Nadelholzes (Kiefer, Fichte) und dem einer Erle (ihr Größenverhältnis ist nebensächlich).

1. Die Kiefer und die Lärche

Von allen deutschen Nadelbäumen ist die Kiefer oder Föhre (Abb. 14) am leichtesten zu erkennen. Ihre Nadeln sind länger als die der übrigen und stehen stets zu zweien beieinander. Jedes Paar ist am Grunde von einer aus Schüppchen gebildeten Hülle umschlossen. Zwar ist die Kiefer immergrün; an den kahlen Teilen der Zweige läßt sich aber erkennen, daß die Nadeln nach mehreren Jahren paarweise abgestoßen werden; doch geschieht dies nicht zu einer bestimmten Jahreszeit wie bei den Laubbäumen.

Eine kräftige, 2–3 m lange **Pfahlwurzel** reicht bis in die vom Grundwasser feuchten Bodenschichten, außerdem ermöglicht sie dem Kiefernstamm eine feste Verankerung im Erdreich. Die schmalen, spitzen Nadeln bieten nur eine geringe Verdunstungsfläche dar. Ihre starke Oberhaut ist mit Wachs überzogen. Beides schützt den Baum gegen übermäßigen Wasserverlust.

Jede ausgewachsene Kiefer trägt zweierlei Blüten, gelbe und purpurrote. Die gelben sind die männlichen Staubblüten, die roten die weiblichen Stempelblüten. Die Staubblüten stehen am Grunde der jungen Triebe und bilden Kätzchen. Sie können so viel gelben Blütenstaub austreuen, daß man früher an einen „Schwefelregen“ geglaubt hat, wenn der Wind dessen Wolken weithin trug. Die roten weiblichen Blüten bilden Fruchtkätzchen. Diese stehen einzeln oder zu zweien an der



Abb. 15. Blühende Zweige der Lärche. Helle Kätzchen männlich; ein weibliches an der Zweigspitze; zwei Zapfen vom Vorjahre

Spitze junger Triebe und werden hier leichter vom Blütenstaub getroffen. Die Achse der Fruchtkätzchen trägt zahlreiche Schuppen, die an der Innenseite wohl geschützt zwei nackte Samenknochen enthalten. Aus den Fruchtkätzchen entwickeln sich während des Sommers grüne Zapfen, die dann später verholzen. Ihre Schuppen haben sich wie ein Schutzdach über die Samen gelegt. Erst im Frühjahr des dritten Jahres öffnen sich die Zapfen und entlassen

dann die reifen Samen, die sich mit ihren Flughäutchen wirbelnd drehen und vom Winde fortgetrieben werden. Zur Blütezeit im Juni kann man an der Kiefer gleichzeitig Blüten, grüne Zapfen vom Vorjahre und reife Zapfen finden, denn die Samen brauchen volle zwei Jahre bis zur Reife.

Ebenso leicht wie die Kiefer ist die Lärche (Abb. 15) zu erkennen, weil sie kurze und weiche hellgrüne Nadeln in Büscheln (an Kurztrieben) trägt. Blütenstände und Zapfen sind hier besonders leicht zu finden. Im Gegensatz zu den anderen Nadelbäumen verfärbt die Lärche ihre Nadeln im Herbst und wirft sie ab, so daß sie im Winter kahl steht. Durch ihren Wuchs kennzeichnet sie sich aber auch dann leicht als Nadelbaum.

2. Fichte und Tanne

Wir schmücken zu Weihnachten unsere „Weihnachtstanne“. In unserer Heimat sind das die **Fichte** oder **Rottanne** (Abb. 16) und die **Edel-** oder **Weißtanne** (Abb. 20). Während die Fichte heute fast überall in deutschen Forsten verbreitet ist,

wird die Edeltanne oft im entfernten Gebirge geschlagen und weit mit der Bahn nach den Weihnachtsmärkten der Großstädte gefahren. Beide sind leicht an ihrem regelmäßigen, schön pyramidenförmigen Wuchs zu erkennen. Die Nadeln sind kürzer als die der Kiefer und stehen einzeln. Bei der Fichte sind sie fast vierkantig und vorn spitz, bei der Tanne dagegen breit, unten mit zwei deutlichen Längsstreifen versehen und an den Enden

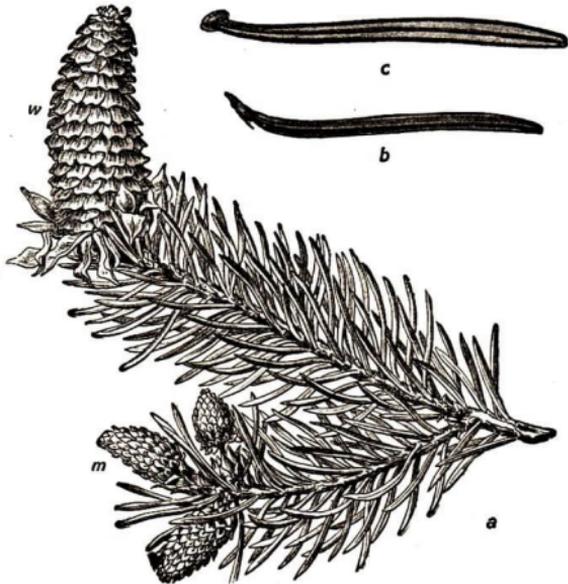


Abb. 16. a Blühender Fichtenzweig, m männliche, w weibliche Blüte, b Nadel der Fichte und c der Edeltanne

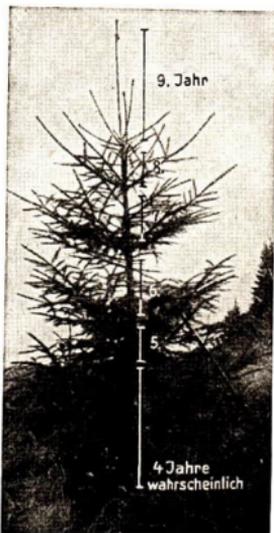


Abb. 17.
Höhenzunahme einer Jungfichte
(Wanderstock als Maß)

etwas eingeschnitten. Durch die Narben der abgefallenen Nadeln ist der dünne Fichtenzweig rau wie eine große Feile, der Tannenzweig ist dagegen glatter.

Der Stamm ist bei der Fichte mit rauher, rötlichbrauner Rinde bedeckt, bei der Tanne aber glatt und weißgrau, daher wird diese Weißtanne, die Fichte (Abb. 17) auch Rottanne genannt.

Die Blütenzapfen ähneln im Bau denen der Kiefer, die weiblichen sind aber ansehnlicher und bei der Fichte meist auffallend rot gefärbt. Die Fruchtzapfen sind lang und schmal. Die der Tanne stehen bis zur Reife aufrecht, und die Schuppen fallen noch vor dem Winter einzeln ab, so daß nur die Achse am Baume stehenbleibt. Die Zapfen der Fichte dagegen wenden sich während der Reife nach unten, werden braun und lösen sich im nächsten Jahr im ganzen los. Vorher, nämlich im Frühjahr, entläßt der Zapfen die geflügelten Samen.

3. Andere Nadelhölzer

Einheimische Nadelhölzer sind ferner noch der **Wacholder** (Abb. 18) und die **Eibe** (Abb. 19). Der Wacholder wächst meist strauchartig, oft säulenförmig, und hat sehr spitze Nadeln. Er ist zweihäusig, und seine weiblichen „Blütenzapfen“ entwickeln sich zu blauschwarzen, fleischigen Scheinbeeren. Vom Virginischen Wacholder (auch rote Zeder genannt) stammt das bräunliche Holz der Bleistifte. Die Eibe war früher in unseren Wäldern sehr häufig. Sie wird bis zu zweitausend Jahre alt und findet sich wildwachsend heute nur noch vereinzelt. Dann ist sie meist als Naturdenkmal geschützt. Häufiger ist sie in Anlagen und Gärten als Zierstrauch oder Hecke angepflanzt. Ihre Nadeln sind flach, stehen zweizeilig und enthalten ein starkes Gift. Der Same wird von einem leuchtend roten Samenmantel umgeben. Die Vögel verzehren ihn gern und sorgen so für seine Verbreitung. — Die Samen der **Arve** oder **Zirbelkiefer** sind so groß, daß sie als „Zirbelnüsse“ gegessen werden. Der wetterharte, stattliche Baum gedeiht, mit der Lärche und der Fichte zusammen, in den Hochalpen.

Da unsere einheimischen Nadelhölzer besonders empfindlich gegen den Rauch und Ruß der Schornsteine sind, werden in den Gärten und Anlagen der Städte viele widerstandsfähige ausländische Arten angepflanzt. Als schöner Ersatz der Fichte dient die **Stech-** oder **Blaufichte** aus Amerika, die wegen ihrer blauweißlich bereiften Nadeln oft Blautanne genannt wird. Im Walde bevorzugen jetzt die Forstleute vielfach die schnellwachsende **Douglastanne** vor unserer heimischen Fichte. Statt der gemeinen Kiefer wird in den Parks die **Weymouthskiefer** ge-



Abb. 18. a Wacholder mit Scheinbeeren, b Nadel und c Querschnitt einer Nadel

Abb. 19. a Eibenweige mit Samen, b Nadel und c Querschnitt einer Nadel

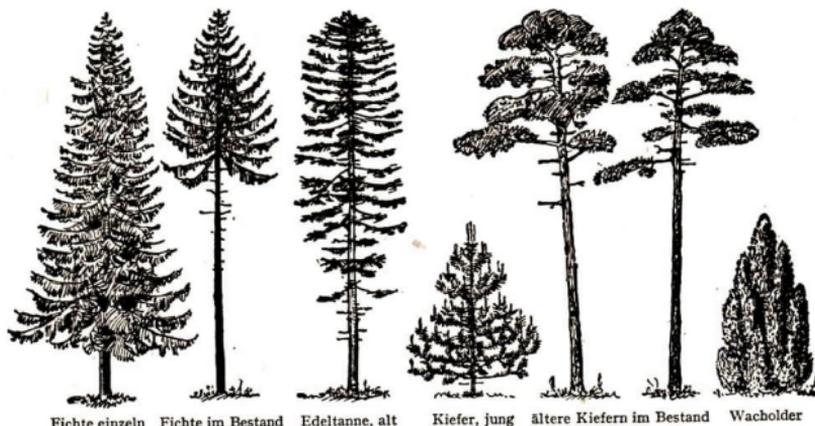


Abb. 20. Wuchsformen unserer Nadelhölzer

pflanzt, deren Länge, dünne Nadeln zu fünf stehen. Auch die stattliche **Österreichische Schwarzkiefer** finden wir häufig. Zu Schuppen umgebildete Nadeln besitzen die amerikanischen **Zypressen** und die **Lebensbäume**.

Aufgabe. Stelle die Unterschiede zwischen Fichte, Tanne und Kiefer übersichtlich zusammen: a) Nadeln nach Länge, Form und Stellung; b) Wuchs nach Stammhöhe und Kronenform (Abb. 20); c) Zapfen; d) Stamm.

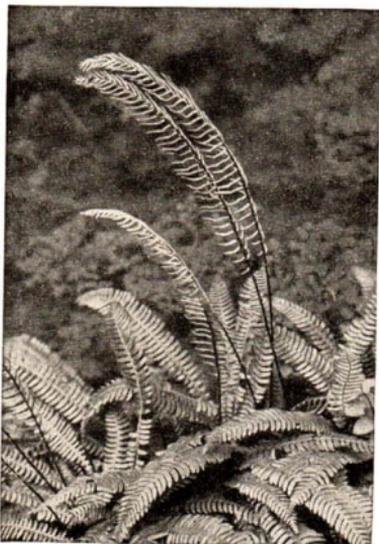
D. Andere Pflanzen des Nadelwaldes

Zwischen den Bäumen und Sträuchern des Waldes finden wir die prächtig blühenden Blumen und die unscheinbaren blütenlosen Pflanzen wie Farne, Moose, Pilze, Flechten sehr ungleich verteilt. Die Kräuter und Stauden müssen ihr Wachstum nach dem notwendigen Licht einrichten, das sie durch die Kronen der Bäume hindurch erhalten. Ferner sind sie von der Güte des Bodens und der Feuchtigkeit abhängig.

Wo an Waldrändern, Wegen, auf Lichtungen und Kahlschlägen reichlich Sonnenstrahlen und Regen gelangen, wachsen Pflanzen, die wir auch im offenen Gelände, auf Wiesen, an Schuttstellen, auf sonnigen Hügeln und ähnlichen Standorten antreffen. Im Schatten der Nadelkronen aber wächst meist eine bestimmte Pflanzenwelt, die in ihrer Zusammensetzung für die Nadelwälder kennzeichnend ist. So finden wir in den immergrünen Kiefernwäldern, deren Böden das ganze Jahr hindurch gleichmäßig beschattet werden, zahlreiche ausdauernde Bodenpflanzen. Diese Gewächse sind besonders widerstandsfähig. Es sind dies Beerensträucher und Heidekräuter. Sie besitzen derbe oder lederartige Blätter. An feuchteren Waldstellen besteht eine reichhaltige Pflanzendecke aus Moosen, Farnen, Gräsern und anderen bunten Blütenpflanzen.



Adlerfarndickicht



Rippenfarn



Streifenfarn

Abb. 21. Heimische Farne

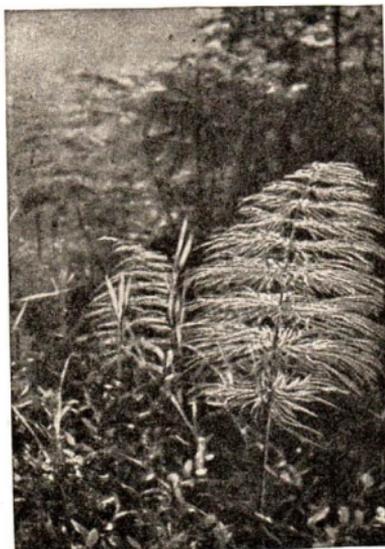
1. Farnkräuter, Schachtelhalme und Bärlappgewächse

Die Farne sind echte Bewohner des schattigen Nadelwaldes. Eine der häufigsten bei uns vorkommenden Arten ist der **Wurmfarn**. Er ist uns durch seine mächtigen Wedel, die trichterförmig an der Spitze des kurzen dicken Stammes angeordnet sind, wohlbekannt. Auch spielte er in der Heilkunde früher eine Rolle, da seine Wurzel ein Mittel gegen den Bandwurm lieferte (Name!). Im Frühjahr sind die zarten Blätter schneckenförmig zusammengerollt und werden, während sie sich aus der Erde hervorbohren, durch derbe, schuppige Haare geschützt. Blüten mit Staubgefäßen und Stempeln hat das Farnkraut nicht. Auf der Unterseite der Blätter aber sitzen, geschützt gegen Regen, kleine gestielte Kapseln. In ihnen finden sich viele ungeschlechtliche Keimzellen, die **Sporen**. Sie dienen ebenso wie die Samenkörner zur Fortpflanzung. Pflanzen, die solche Sporen erzeugen, nennt man Sporenpflanzen, zum Unterschiede von den Samenpflanzen. Aus den Sporen entwickelt sich ein herzförmiger Vorkeim, aus diesem die eigentliche Farnpflanze.

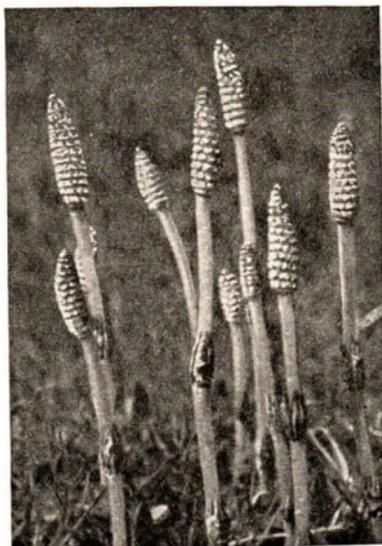
An günstigen Stellen findet sich oft eine riesige Anzahl von Farnen gleicher Art zusammen. Sie bilden einen so dichten Bestand, daß Blütenpflanzen zwischen ihnen kaum aufkommen und sie allein die „Krautschicht“ der Waldgemeinschaft darstellen. Gelegentlich nimmt der **Frauenfarn** die Stelle des Wurmfarnes ein. Beide ähneln einander, aber der erste ist zierlicher. Auf trockenerem Boden kann in lichten Beständen der **Adlerfarn** (Abb. 21) einen stattlichen „Wald im Walde“ bilden. Er hebt seine dreigeteilten Wedel auf schlankem Stiele bis über Manneshöhe. Schneidet man einen solchen weit unten ab, so bilden seine Leitungsbahnen auf dem Stengelquerschnitt etwa die Form eines Doppeladlers. Daher hat der Adlerfarn seinen Namen. Andere Arten treten mehr vereinzelt auf. So schmückt der zierliche **Buchenfarn** unsere Buchenwälder. In Bergwäldern finden wir wohl auch den **Rippenfarn** (Abb. 21) mit einfach gefiederten Blättern. Die meisten seiner Blätter tragen keine Sporen, die sporenbildenden Wedel haben eine abweichende Gestalt und sind aufgerichtet. Der stattliche **Königsfarn**, der **Straußfarn** und die **Hirschzunge** sind wegen ihrer Seltenheit geschützte Pflanzen.

Schachtelhalme. An feuchten Waldstellen, besonders im Gebirge, finden wir häufig die etwa $\frac{1}{2}$ m hohen Stengel des **Waldschachtelhalmes** (Abb. 22). Er ist wie die meisten Waldpflanzen von zartem Bau. Die Stengel oder Halme sind aus einzelnen Gliedern zusammengeschachtelt. An jedem Stengelknoten sitzen glockenförmige Blattscheiden mit vier bis sechs breiten, spitzen Zähnen. Unter ihm entspringen zahlreiche vierkantige Quirläste, die sich abermals quirlig verzweigen. So entsteht ein zierliches Bäumchen. Die Vermehrung erfolgt durch Sporen, die in einer keulenförmigen Sporenlöhre gebildet werden. Aus den Sporen gehen Keime hervor, aus denen sich dann die Schachtelhalmpflanzen entwickeln.

Andere Schachtelhalmmarten: Der **Ackerschachtelhalm** (Abb. 22) ist ein häufig auftretendes und lästiges Unkraut auf Äckern, an Wegen und im Garten. Wegen seines Gehaltes an Kieselsäure benutzte man ihn früher zum Scheuern der Zinngeräte und nannte ihn Zinnkraut. Er dient noch heute als Heilpflanze. Auf sumpfigen und torfigen Wiesen finden wir oft massenhaft auftretend den **Sumpfschachtelhalm**. Er ist für



Waldschachtelhalm



Ackerschachtelhalm



Kolbenbärlapp



Tannenbärlapp

Abb. 22. Heimische Schachtelhalme

das weidende Vieh eine gefährliche Giftpflanze. In Gräben und Teichen wachsen die oft mehr als meterhohen Stengel des **Teichschachtelhalmes**. Er bildet wenig oder unverzweigte Stengel. Die wenigen Schachtelhalmarten, die wir jetzt noch auf der Erde antreffen, sind die zwerghaften Reste eines untergegangenen Riesengeschlechtes, das wesentlich zur Bildung der Steinkohle beitrug.

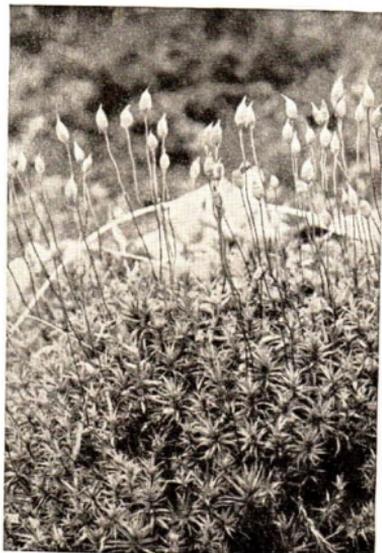
Bärlappgewächse. An einsamer Waldstelle, häufiger in der Heide, kann uns durch seinen Wuchs ein sonst unscheinbares Kraut auffallen; verzweigte, moosähnlich beblätterte Triebe kriechen schlangenartig über den Waldboden oder zwischen Felsen, manchmal meterweit, hier und da wurzelnd. Schlangemoos wird es wegen dieses Wuchses im Volke genannt. Die verschiedenen Arten gehören zur Klasse der Bärlappgewächse (Abb. 22).

Zur Zeit der Sommerferien können wir bei einigen Arten Sporenröhren an ihnen finden. Die Sporen stäuben in gelben Wolken heraus. Seit alten Zeiten wird der Staub als „Hexenmehl“ gesammelt. Vom Apotheker wurde es zum Einstäuben (Pudern) wunder Körperstellen verkauft. Auf dem Theater ahmte man mit seiner Hilfe flackernden Blitzschein nach, indem man Hexenmehl aus einem Rohr in die Flamme blies, wo es grell aufzuckend verbrennt. Heute ist das Sammeln jeder Art von Bärlapp verboten, damit die eigenartigen Pflanzen nicht trotz ihrer Unscheinbarkeit ausgerottet werden.

In den Steinkohlenlagern lassen sich pflanzliche Gewebe und Reste von Pflanzen erkennen, die mit den heute lebenden Arten aus den Klassen der Schachtelhalme, Bärlappgewächse und Farne verwandt sind. Viel reicher als in der Gegenwart war die Erde an Pflanzen dieser Art vor vielen Millionen Jahren in der sog. Steinkohlenzeit. Mächtige Wälder von baumartigen Farnen, Siegel-, Schuppenbäumen und Riesenschachtelhalmen bedeckten damals den sumpfigen Boden und bildeten ausgedehnte Flachmoor-Sumpfwälder. Diese Steinkohlenwälder wurden dann gelegentlich vom Meere überflutet und unter herangeschwemmten Schuttmassen begraben, bis dann nach einer Ruhezeit der Pflanzenwuchs wieder beginnen konnte. So entstanden nach und nach Schichten in der Erde mit brennbarer Substanz, die sich durch langsame Verkohlung zu unserem wertvollsten Bodenschatz, der Steinkohle, umwandelte.

2. Laub- und Lebermoose

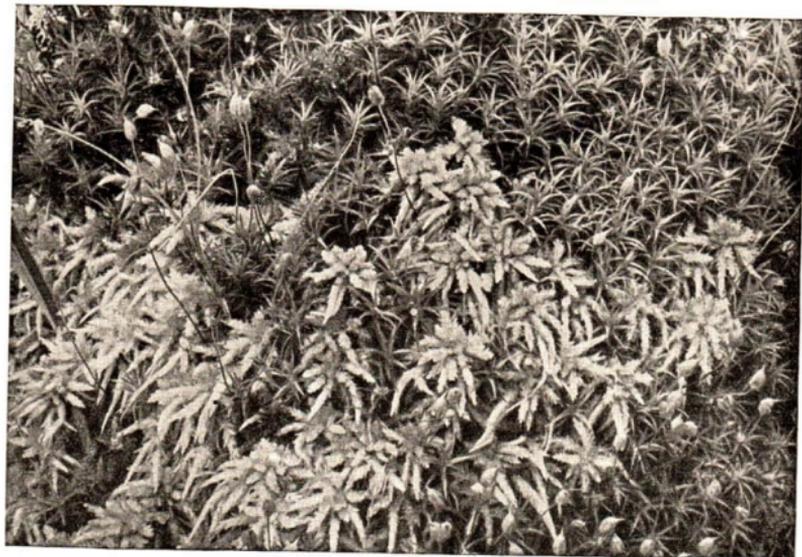
Es wird kaum ein Waldstück geben, wo sich nicht Moose finden. Sie gedeihen auf dem Waldboden, am feuchten Rande des Baches und zwischen dem dichten Waldgrase. Sie behaupten sogar ihren Platz zwischen den Pflastersteinen und auf den Dächern der Stadt, an der Rinde alter Obstbäume im Garten und auf der Erde eines Blumentopfes. Wie beim Haarmoos gedeiht kaum jemals ein Pflänzchen allein, stets bilden viele einen Rasen oder ein Polster. Dadurch werden die sonst winzigen und unscheinbaren Pflänzchen nicht nur auffällig, sondern sogar wichtig für den „Haushalt des Waldbodens“. Sie schützen ihn und die zahlreichen Kleintiere, die darin Schutz suchen, im Winter. Im Frühjahr bewahren sie die dünne Bodenschicht, die manchmal über glattem Fels liegt, vor den stürzenden Schmelzwässern. Sie wird nicht so leicht weggespült und gibt im Sommer größeren Gewächsen Halt.



Haarmoos



Brunnenlebermoos



Torfmoos und Widertonmoos. Das Torfmoos verdrängt im Moor das Widertonmoos

Abb. 23. Heimische Moose

Dann erschwert die Moosschicht, daß der Boden austrocknet. Bei jedem Regenguß saugen sich die Moospolster voll und halten viel von dem zu Tal rauschenden Wasser zurück. So schaffen sie einen Wasservorrat, der nicht nur ihnen selbst zugute kommt, sondern ebenso den Saugwurzeln der übrigen Waldpflanzen, sogar denen der Bäume. In Gebirgstälern, deren Hänge Wald mit gutem Bodenbewuchs tragen, wird eine plötzliche Überschwemmung weniger zu fürchten sein als in solchen Tälern, die von nackten Felswänden begrenzt sind. Die Pflanzendecke läßt die Regenmenge langsamer abfließen. Das ist nicht zuletzt eine Wirkung der unscheinbaren Moose.

Die Zahl ihrer verschiedenen Arten ist sehr groß, so daß nur wenige Kenner imstande sein werden, sämtliche deutschen

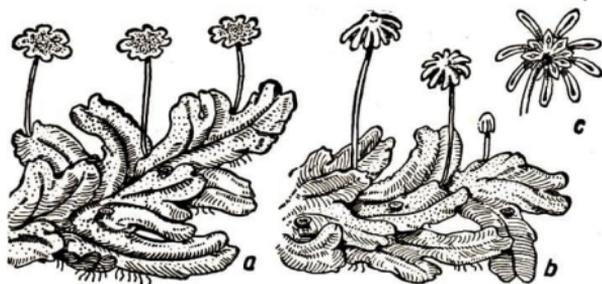


Abb. 24. Brunnenlebermoos

a männliche, b weibliche Pflanze, c ein „Schirm“ mit Eibehältern, von unten gesehen. Beide Pflanzen auch mit Brutbechern



Abb. 25.

Versuch über die Wasseraufnahme von Moospflänzchen

Moose zu benennen. Feuchte Senken im Walde werden oft von dem schönen **Haar-moos** (Abb. 23) und seinen Verwandten wie mit einem Teppich ausgekleidet. Die Polster der Haar-moose gedeihen am besten im Schutze der Bäume, auf quelligem Untergrund und bei häufigem Nebel oder Tau. Dann wachsen alle Pflänzchen eines Polsters gleichmäßig an den Spitzen weiter und vergrößern so das Polster. Am unteren Ende sterben sie ab, verfärben sich braun und vermögen mit Staub, Nadeln und Blättern zusammen neuen Humus zu bilden. Heben wir ein einzelnes Pflänzchen heraus und stellen es mit dem unteren Ende in Wasser, so welkt es trotzdem bald (Abb. 25). Es besitzt weder leistungsfähige Leitungsbahnen noch Wurzeln, sondern nur Wurzelhaare. Zwar ist es kaum fingerlang, aber die schmalen, spitzen Blättchen, die rings um das unverzweigte Stämmchen stehen, verdunsten bald mehr Wasser, als die Wurzelhaare vom unteren Teil des Stammes nachliefern können. Ohne den Schutz der Nachbarpflanzen, frei der Luft ausgesetzt, gehen solche Moospflanzen darum bald zugrunde.

Im Frühsommer findet man leicht Pflanzen des Haar-mooses, an deren Spitze die Blätter vergrößert, auch abweichend gefärbt und zu einer Art Blütenstern geordnet sind. Diese scheinbaren Blüten bergen Samenfädenbehälter. Andere Pflanzen

tragen Gebilde, die mehr einer Knospe ähneln; darin sind die Ei behälter geborgen. Es gibt also männliche und weibliche Moospflanzen. Die befruchtete weibliche Moospflanze bildet eine gestielte Sporenkapsel mit Sporen. Diese werden durch den Wind verbreitet und aus ihren zartgrünen Keimfäden entstehen neue Moospflanzen. Wo der Boden moorig wird, macht dem Haarmoos das **Torfmoos** (Abb. 23) den Platz streitig. Auf trockenerem Waldboden, häufig unter Kiefern, bildet das **Weißmoos** weißlichgrüne gleichmäßige Polster, die oft deutlich halbkugelig sind. An dunkleren Flecken, die auch im Sommer nicht austrocknen, halten sich großblättrige Arten, das **Hornmoos** und das **Sternmoos**. Unter dem Mikroskop lassen sie besonders gut die Zellen mit den Blattgrünkörperchen erkennen. An der Spitze tragen ihre Stengel oft eine große, schwärzlich gefärbte „Moosblüte“. Andere kriechen mit niederliegenden, verzweigten Stengeln zwischen dem Bewuchs des Waldbodens. Es sind vor allem Arten der Gattung **Astmoos**. Sie alle zählen zu den **Laubmoosen**, d. h. ihr Stämmchen ist stets mit Blättern besetzt.

Den Laubmoosen werden die **Lebermoose** gegenübergestellt. Diesen Namen verdient nach seiner Gestalt vor allem das **Brunnen-Lebermoos** oder die **Marchantie** (Abb. 23 u. 24): flache, grüne, leberähnlich gelappte Sprosse überziehen den Boden oder die Steine. Auf der Unterlage heften sie sich mit Hilfe von Wurzelhärchen fest. Eine solche Wuchsform nennt man ein Lager; es läßt von einer Gliederung in Stamm und Blätter nichts erkennen. Diese Pflanzen gleichen also in ihrem Wuchs den Lagerpflanzen (S. 35), vor allem vielen Flechten; nach ihren sonstigen Eigenschaften sind sie aber die nächsten Verwandten der Laubmoose.

Aufgaben. 1. Stelle vergleichende Versuche, entsprechend der Abb. 25, an über das Welken a) von einzelnen Moospflanzen, b) von zwei Hälften eines Polsters. Für die einzelnen Pflanzen benutze Tablettenröhrchen, für die Polster Blumentöpfe. Niederschrift. — 2. Beobachte Moose mit Sporenkapseln im Blumentopf. Es muß nicht Haarmoos sein, man kann ähnliche auf einer Gartenmauer oder zwischen den Pflastersteinen einer stillen Großstadtstraße finden. Wie ist der Verschluss der Kapseln, auch ihre Haltung (aufrecht? nickend?).

E. Pilze in Wald und Flur

Aufgaben. 1. Lege den abgeschnittenen Hut a) eines Blätterpilzes, b) eines Röhrenpilzes auf Papier und schütze ihn vor Luftzug. Das entstandene Sporenbild (Abb. 26) kannst du wie eine Kohlezeichnung fixieren und mitbringen. — 2. Vgl. Abb. 27 (Tintenpilz) und prüfe selbst die Redensart nach, „etwas schieße wie Pilze aus der Erde“. Pilze sind in Gartenwinkeln und auf dem Schulhof, in Anlagen und auf Rasenplätzen bis zum Beginn des Winters zu finden. Niederschrift mit Angaben von Zeit und Größe. — 3. Frischer Pferdedünger, unter einer Glasglocke aufbewahrt, gibt die Möglichkeit, eine ganze Reihe Pilzarten zu beobachten, die einander ablösen. Nach eigenartigen Pilzen, die ihre Sporenkapseln zum Lichte hin bis an die Glasglocke schießen, entwickeln sich zuletzt meist Blätterpilze. Niederschrift mit Zeichnungen und Zeitangaben.

Heute noch glauben viele Menschen, daß man die giftigen Pilze beim Kochen erkennen könne. Wenn eine mit den Pilzen oder Schwämmen gekochte Zwiebel braun oder ein silberner Löffel schwarz werde, dann sei das Gericht giftig. Andere erklären alle Pilze für gefährlich, die unangenehm schmecken oder sich beim Zerbrechen blau oder anders verfärben, alle Pilze dagegen für essbar, an denen die

Schnecken gefressen haben. Die eine Regel ist so wenig richtig wie alle anderen.

Gegen Pilzvergiftungen schützt einzig und allein, daß man nur diejenigen Pilzarten sammelt, die man genau als ungiftig kennt, und daß man sie richtig zubereitet.

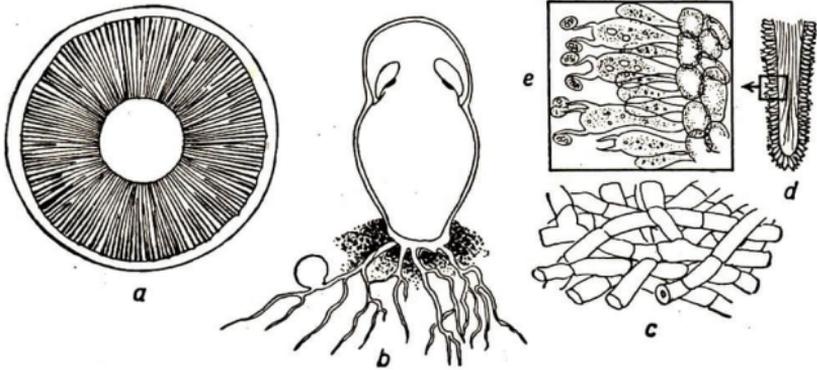


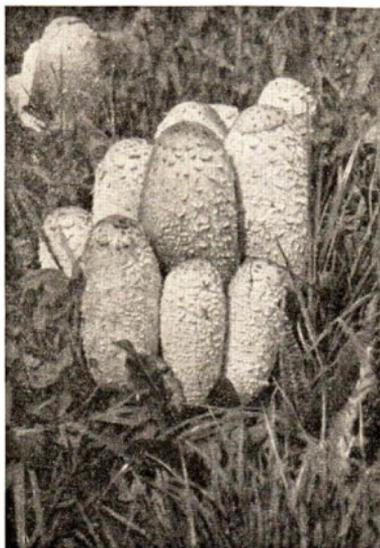
Abb. 26.

a Hut eines erwachsenen Edelpilzes von unten gesehen, b junger Pilz im Längsschnitt, c Fadengeflecht aus dem Pilzkörper (vergr.), d Lamelle eines ausgewachsenen Pilzes im Durchschnitt, e ein Teil der Lamellenhaut, stärker vergrößert

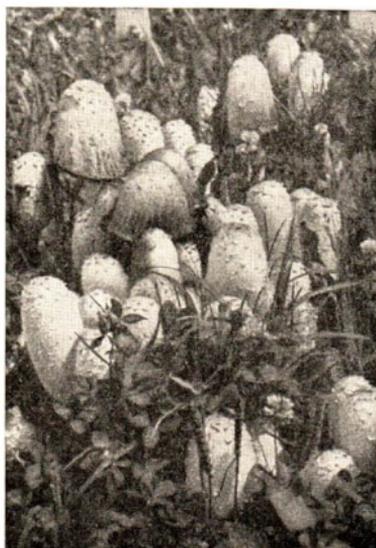
Zur Sammelzeit werden Pilzwanderungen unter Führung erfahrener Pilzkenner veranstaltet. Pilzberatungsstellen und Pilzausstellungen geben kostenlos Auskunft. Wer dazu noch in einem guten Pilzbuche die Beschreibungen sorgfältig liest und die Abbildungen genau vergleicht, wird bald einige wichtige Pilzarten sammeln können und vor Verwechslungen sicher sein.

Pilze werden als Nahrungsmittel häufig überschätzt; ihr Eiweißgehalt kann vom Körper nur teilweise ausgenützt werden, ihr Vitamingehalt ist mäßig. Ihr Wohlgeschmack dagegen macht sie begehrt.

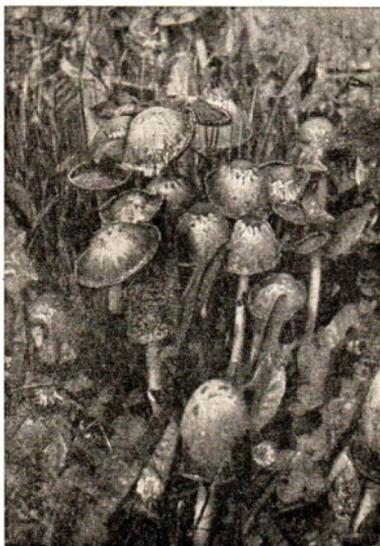
Pilze lassen sich nur schwer frisch aufbewahren; denn sie sind wegen ihres großen Wassergehaltes so leicht verderblich wie etwa Fische. Darin liegt ein weiterer Anlaß zu gefährlichen Vergiftungen: Pilze müssen bald verbraucht, oder sachgemäß eingemacht oder getrocknet werden; ähnlich wie Fisch und Fleisch wirken sie sehr giftig, sobald sie sich zu zersetzen beginnen. Deshalb soll man die Pilze nur im jugendlichen, nicht zu nassen Zustande sammeln. Ein Pilzgericht ist aber auch schwer verdaulich, u. a. wegen des Reichtums an faserartiger Zellwand. Mancher, der eine Pilzvergiftung befürchtete, hatte sich nur an einem zu reichlichen Gericht den Magen überladen. Trotzdem soll man sofort bei dem Verdacht einer Pilzvergiftung den Arzt aufsuchen, denn diese ist sehr gefährlich. Vor allem aber soll jeder so viel über Pilze Bescheid wissen, daß er Vergiftungen vermeiden kann.



„Pilzhüte“ am 20. August morgens



Am Abend des gleichen Tages



24 Stunden später



48 Stunden später

Abb. 27. Werden und Vergehen eines Tintenzwiesenschwammes

1. Der Champignon und seine Züchtung

Dieser Pilz kann in gleichmäßig warmen und feuchten Kellerräumen auf nährstoffreichem Boden gezüchtet werden. Wie der Gärtner für ein „warmes Mistbeet“ sorgt, so verwendet der Pilzzüchter als wärmende und nährnde Unterlage seiner Beete eine Lage Pferdemist, die er mit einer Erdschicht bedeckt. Die Pilzpflanze (Abb. 26) durchwuchert diesen Nährboden als ein weißes wirres Fadengeflecht (Myzel). Wurzeln, Stamm und Blätter fehlen ihr völlig, jedoch brechen nach einigen Wochen aus dem Boden weiße Knollen hervor. Diese strecken sich, gliedern sich in Stiel und Hut und werden so zu den essbaren Pilzen. Die Haut, die anfangs Stiel und Hut verbindet, reißt ein, und auf der Unterseite des Hutes werden die rosafarbenen Blätter (Lamellen) sichtbar, sie bilden das „Futter“ des Hutes, während ein Rest der Haut als „Ring“ am Stiele hängenbleibt. Die Farbe der Blätter wird dadurch hervorgerufen, daß ihre Fläche völlig mit winzigen Sporen bedeckt ist. Mit der Reife färben diese sich tief schokoladenbraun, verstäuben und können neue Pilzgeflechte hervorbringen. Den Zuchtpilz vermehrt man aber nicht durch Sporen, sondern durch Stücke des Fadengeflechtes, die „Champignonbrut“. Was wir als Pilze essen, sind somit nur die Sporenträger der ganzen Pflanze, man nennt sie auch Fruchtkörper.

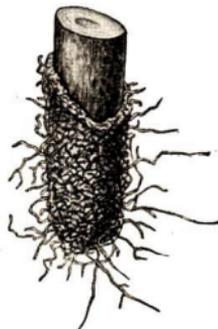


Abb. 28. Mykorrhiza

Andere Pilzarten als der Champignon haben sich bisher noch nicht züchten lassen. Manche Pilzarten, z. B. der Hallimasch, sind Schmarotzer, auch wenn die Wirtspflanze nicht merkbar geschädigt wird. Andere Arten von Pilzen leben offenbar in gegenseitiger Abhängigkeit mit ihrer Blütenpflanze, indem beide Nahrungsstoffe austauschen; sie haben sich also zu einem Genossenschaftsleben (Symbiose, vgl. die Flechten, S. 39) zusammengefunden. Solche Gemeinschaft von Wurzel und Pilzgeflecht nennt man Pilzwurzel (Mykorrhiza, Abb. 28). Unsere Waldbäume (z. B. Buchen, Eichen, Birken, Nadelhölzer) bieten Beispiele dafür.

2. Die Pilze als Lagerpflanzen und Fäulnisbewohner

Die Pilze sind völlig anders gestaltet als die Blütenpflanzen und die bisher besprochenen Sporenpflanzen. Die Gliederung in Stamm; Blätter und Wurzeln fehlt ihnen völlig. Sie stimmen darin mit sämtlichen anderen „niederen Sporenpflanzen“ überein, aber auch mit der Marchantie (S. 32), und werden deshalb **Lagerpflanzen** (Thallophyten) genannt. In ihrer Lebensweise weichen die Pilze von sämtlichen grünen Pflanzen ab und ähneln den Fäulnisbewohnern und Schmarotzern unter den Blütenpflanzen (vgl. S. 17). Ihre Zellen enthalten kein Blattgrün. Die Pilze zehren von den Stoffen der Humusdecke im Walde oder der frischgedüngten Viehweide, saugen aber auch den modernden und sogar den lebenden Baumstamm aus. Von einem Punkte aus durchwuchern sie gelegentlich eine nährstoffreiche Unterlage gleichmäßig nach allen Seiten. Wenn sich dann Fruchtkörper

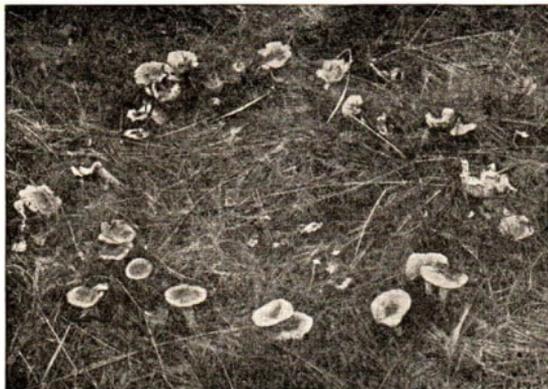


Abb. 29. Die Fruchtkörper des Blätterschwammes sind in Form eines „Hexenringes“ gewachsen

Hutes strahlenförmig überkleiden. Bei den **Röhrenpilzen** dagegen ist die Unterseite ihres Hutes von einem Futter bedeckt, das aus feinen, nach unten offenen Röhren gebildet wird. Die Sporen entstehen an der Innenwand dieser Röhren. Bei wieder anderen Arten, wie z. B. den **Korallenschwämmen**, überzieht die Sporenschicht die Außenseite der Fruchtkörper, oder die Sporen sind in dessen Innerem geborgen, so z. B. bei den **Bauchpilzen**.

Unter den **Blätterpilzen** sind die geschätztesten Arten die Edelpilze oder Champignons, und zwar der **Wiesen-** und der **Wald-Edelpilz** (Tafel IV). Der erste ist die Stammart des Zuchtchampignons. Er kann schon im Mai erscheinen und bis in den November hinein auf Viehweiden, aber auch in Gärten gefunden werden. Der Wald-Edelpilz wächst vom Sommer bis zum Herbst in lichten Wäldern. Statt des Wiesen-Edelpilzes wird im Mai auch oft der ähnliche, essbare **Maipilz** gesammelt. Mit ihm werden manchmal junge Fruchtkörper des **Ziegelroten Ribspilzes** (Tafel III) verwechselt. Dieser ist aber ein gefährlicher Giftpilz. Statt des Wald-Edelpilzes dagegen werden immer wieder die **Knollenblätterpilze** eingetragen, obwohl man sie an der dicken Knolle am unteren Ende des Stieles unterscheiden kann. Unter ihnen ist der **Grüne Knollenblätterschwamm** (Tafel III) der gefährlichste aller Giftpilze, der die meisten Todesfälle durch Pilzvergiftungen verursacht; aber auch vor dem **Gelben** und dem **Frühlings-Knollenblätterschwamm** muß man sich hüten. Ihre Unterschiede führt die Übersicht auf.

Der bekannteste Blätterpilz ist sicher der giftige **Fliegenpilz** (Tafel IV). Er kommt auch in rotgelben bis gelbbraunen Abarten vor und ähnelt sowohl dem giftigen **Königspilze** wie dem **Pantherpilz** (Tafel IV), der vor allem in den letzten Jahren sehr ernste Vergiftungen hervorgerufen hat. Besonders gefährlich sind diese bräunlichen Pilze, weil sie immer wieder mit dem essbaren **Perlpilze** (Tafel IV) verwechselt werden. Ihn muß man sehr genau kennen, ehe man ihn verwerten darf. Er wird darum kaum jemals auf den Markt gebracht. Um so häufiger findet man dort den

bilden, stehen diese im Kreise und ein „Hexenring“ (Abb. 29) über- rascht den Wanderer.

3. Weitere Pilzarten

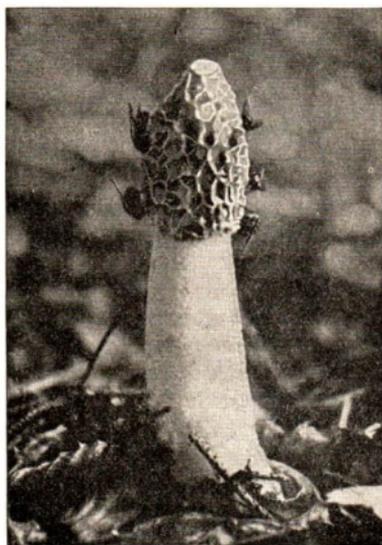
Die Pilzkenner unterscheiden die verschiedenen Arten von Pilzen am Bau der Fruchtkörper und an den mikroskopisch kleinen Sporen. Die Blätterpilze tragen die Sporen wie der Champignon auf zarten Blättern, die die Unterseite des

gelben **Pfifferling** (Tafel III). Den sehr schmackhaften **Echten Reizker** dagegen (Tafel III) wird man dort vergeblich suchen. Der schöne rote Pilz verdirbt zu rasch, verfärbt sich durch Druck schmutzgrün und wird unansehnlich. Von dem ungenießbaren **Zottigen Reizker** ist er leicht zu unterscheiden. Der Milchsafte des Speisepilzes ist gelbrot und schmeckt milde, der des ungenießbaren hat eine weiße Farbe und schmeckt brennend scharf. An Baumstümpfen wachsen schließlich noch truppweise das kleine eßbare **Stockschwämmchen** und der ungenießbare **Schwefelkopf**. Der **Hallimasch** befällt sogar lebendes Holz und wird so zum Forstschädling. Sein Pilzgeflecht kann die Waldbäume töten und das durchwucherte Holz zum nächtlichen Leuchten bringen.

Unter den **Röhrenpilzen** ist der **Steinpilz** (Tafel IV) der wertvollste. Er ist in seiner Farbe sehr veränderlich, aber doch nicht schwer von anderen Pilzen zu unterscheiden, die ihm zunächst ähnlich sehen. Es sind z. B. der giftige **Satanspilz** (Tafel IV) und der ungenießbare **Bitterpilz**. Das Fleisch des ersten läuft blau an, wenn man es drückt oder zerbricht. Vom zweiten braucht man nur ein erbsengroßes Stück frischen Pilzfleisches zu zerkaugen, und man wird den bitteren Geschmack merken. Der **Hexenpilz** und die **Maronen-Röhrlinge** sind ebenfalls mit diesem verwandt. Auch sie verfärben sich durch Druck blau, sind aber gute Speisepilze. Doch wer sie nicht genau von den giftigen Pilzen unterscheiden kann, soll sie stehen lassen.

Bei einer Reihe anderer Pilze sind die Fruchtkörper abweichend gestaltet. Sie zeigen unregelmäßige Formen, sind strauchartig verzweigt, und die Sporen werden

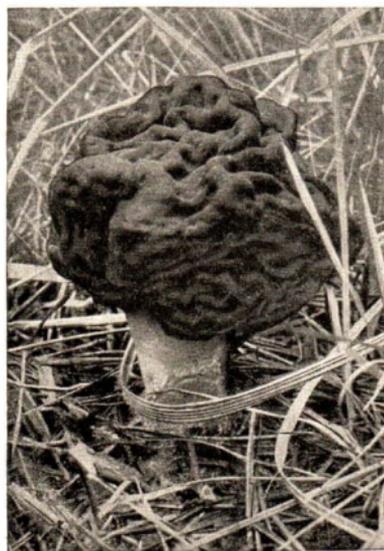
Niemals ein Ring am Stiel		Sämtlich mit Ring am Stiel	
Ziegelroter Rißpilz (Tafel III)	Maipilz	Edelpilz = Champignon (Tafel III)	Knollenblätterpilz (Tafel III)
sehr giftig	eßbar	Wiesen- Wald- Edelpilz beste Speisepilze	Gelber Grüner Knollenblätterschwamm Vorsicht! sehr giftig
Nur jung weiß, die Blätter manchmal rosa. Ältere Pilze gelblich bis ziegelrot	Blätter stets weißlich. Deutlich nach Mehl riechend	Blätter rosa bis dunkel gefärbt schon bei jungen Pilzen	Knolle vorhanden, oft in der Erde verborgen, mehr oder we- niger wie in einer Hülle steckend. Die Oberhautfetzen auf dem Hut sind manchmal vom Regen ab- gewaschen
		oft nur schwach Geruch nach Anis	
Öfter mit Knolle	Stets ohne Knolle	Knolle nicht immer deutlich	
Jahreszeit (Mai bis Juni) und Standort (Wiese) können übereinstimmen		Jahreszeit (Spätsommer bis Herbst) und Standort (Wald) sind ähnlich	
Stets sind die Unterschiede an jungen und alten Pilzen genau zu beachten			



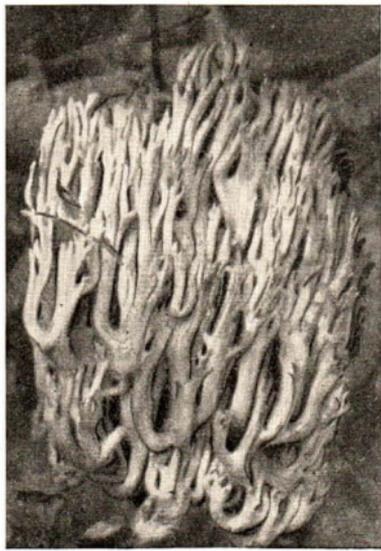
Die Stinkmorchel
lockt Fliegen an, die die Sporen verbreiten



Die Morchel



Die Lorchel



Ein Keulenpilz

Abb. 30. Seltsame Pilzgestalten

auf ihrer Außenfläche gebildet. In den verschiedenen Gegenden heißen solche Pilze nach ihrer Form Keulenpilz, Ziegenbart, Hahnenkamm, Korallenpilz, Hirschschwamm, Tannenhase oder anders (Abb. 30). Bei wieder anderen stäuben die Sporen aus dem Inneren des rundlichen Fruchtkörpers. Im jungen Zustande ist dieser mit weißem Pilzfleische, bei der Reife mit dem oft mißfarbigen Sporenstaub erfüllt. So ist es bei den kugeligen Bovisten oder Stäublingen. Manche sind in jungem Zustande eßbar, der **Kartoffelbovist** aber nicht. Die Sporen der **Stinkmorchel** (Abb. 30) werden mit dem Schleim verbreitet, der der Außenseite des spitzen Hutes aufsitzt. Fliegen saugen ihn begierig auf. Sie werden durch seinen Geruch nach Aas angelockt.

Die **Speisemorchel** (Abb. 30) ist einer der am meisten geschätzten Gewürzpilze und wird vor allem getrocknet verkauft. Durch die Form ihres Hutes, aber auch durch dessen gefaltete Oberfläche unterscheidet sie sich leicht von der **Speiselorchel** (Abb. 30). Diese bildet ihre Fruchtkörper im März bis Mai und ist die Ursache mancher Pilzvergiftungen, die im Frühjahr auftreten. Sie enthält ein Gift, das sich im Kochwasser löst. Wird dieses restlos weggeschüttet, ist sie ein feiner Speisepilz. Die echte **Trüffel** ist in Deutschland selten, jedoch in Frankreich häufiger. Sie wird als Beigabe zu Gemüsekonserven hoch geschätzt. Ihr knolliger Fruchtkörper wächst in der Humusschicht des Waldes verborgen.

Aufgaben. 1. Fertige entsprechend der gedruckten Übersicht auf S. 36 und den Abbildungen vier vereinfachte farbige Zeichnungen an (Tafel III u. IV). — 2. Stelle nach den Angaben eine Übersicht zusammen, welche Pilze zu den verschiedenen Jahreszeiten die Pilzvergiftungen verursachen können.

F. Die Flechten

Auf sandigen Böden, auf der glatten Fläche der Steine und in den engen Spalten zwischen ihnen kann sich nur schwer Leben entwickeln. Es fehlt an ausreichender, guter Erde. In schroffem Wechsel folgen Hitze und Kälte, vollkommene Trockenheit und stürzende Nässe aufeinander. Pflanzen, die solche Stellen bewohnen, bereiten den nachfolgenden Gewächsen, die bei solchen schweren Lebensbedingungen zugrunde gehen würden, den Boden. Die ersten dieser Wegbereiter sind die Flechten.

Flechten sind Lagerpflanzen von grau-grüner, gelber, brauner oder roter Farbe. Sie bilden oft Krusten auf Steinen (Abb. 31), an der Erdoberfläche oder an Baumrinde; bei den Laub- und Strauchflechten

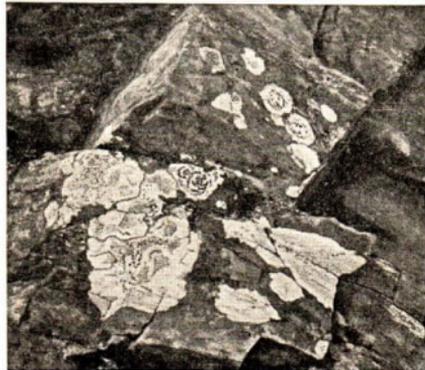


Abb. 31. Krustenflechten auf Gestein

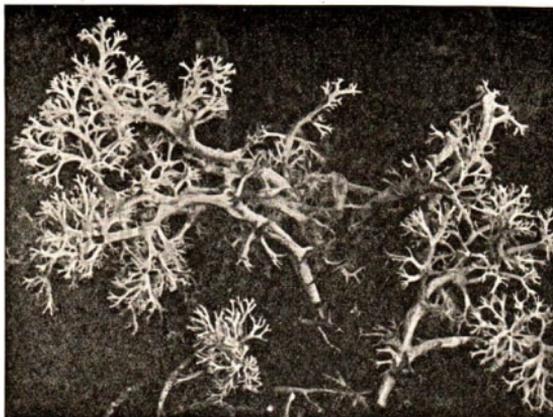


Abb. 32. Rennierflechte

Außenschicht ein und schaffen sich so ein wenig Nährstoff. Regen, Nebel und Tau begünstigen das Flechtenwachstum; darum ist in den Tundren des Nordens, aber



Abb. 33. Dichte „Vorhänge“ bildet die Bartflechte oft in den Bäumen nebelreicher Wälder

ist das Lager größer, unregelmäßig gelappt oder strauchartig verzweigt (Abb. 32). Niemals aber bilden sie Stämmchen und Blätter wie etwa die Laubmoose. Die Flechten vermögen monatelang einzutrocknen; bei der knappen Nahrung wachsen viele von ihnen nur um wenige Millimeter im Jahre, aber ihren Standort behaupten sie zäh. Manche Arten zersetzen sogar den glatten Stein, dringen in seine

auch in den Heiden und Wäldern unseres Heimatlandes der Boden gelegentlich auf weite Strecken von Flechten überzogen. Mit Moospolstern untermischt, ähneln sie einem graugrünen Rasen oder Zwergsträuchern. Dort wächst vor allem die Rennierflechte (Abb. 32). Von den Ästen der Bäume, besonders im Bergwalde, hängen **Bartflechten** herab (Abb. 33).

Eine verbreitete Krustenflechte ist die **Wand-Schüsselflechte**. Ein Querschnitt durch ihr gelbbraunliches Lager lehrt uns unter dem Mikroskop, daß es wie jedes Flechtenlager aus zwei völlig verschiedenen Pflanzen

besteht; Pilzfäden umspinnen Zellen von grünen Algen (Abb. 34), die ebenfalls niedere Pflanzen sind. Beide Pflanzenarten leben in gegenseitiger Abhängigkeit. Es schmarotzt nicht eine Pflanze auf der andern, sondern die Algenzellen verwerten mit Hilfe ihrer grünen oder blaugrünen Farbstoffe die Kohlensäure und das Licht, der Pilz sorgt offenbar für die anderen Nährstoffe. Wie schon erwähnt, nennt man eine solche Lebensweise ein **Genossenschaftsleben (Symbiose)**. In den schüsselförmigen Auswüchsen auf der Oberseite des Flechtenlagers entstehen die Pilzsporen. Sie könnten bei der Keimung eine neue Flechte bilden, wenn sie die geeigneten Algenzellen vorfinden. Oft schnürt aber die Flechte auch winzige Brutkörperchen ab, die bereits aus Algenzellen und Pilzfäden bestehen.

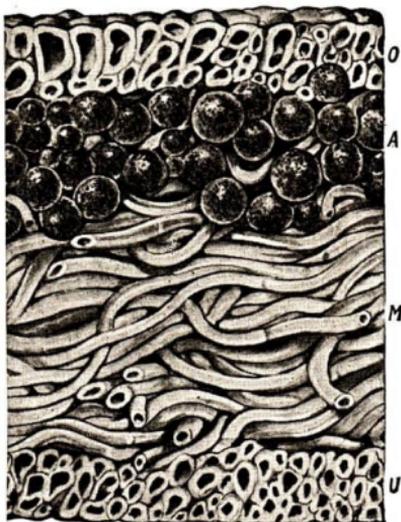


Abb. 34. Schnitt durch eine Flechte
 O Oberrinde (aus verkitteten Pilzfäden);
 A Algenschicht;
 M lockeres Markgewebe;
 U Unterrinde (wieder aus verkitteten Pilzfäden)

G. Tiere des Nadelwaldes

Je mehr Nahrung und Bergungsgelegenheit ein Wald bietet, desto reicher ist sein Tierleben. Daher sind auch die dürtigen Flechten-Kiefernwälder und die Fichtenwälder am tierärmsten, da sie weder Unterholz noch eine dichte Bodendecke enthalten. Wir finden hier vor allem die ansehnlichen Bauten der Waldameisen und bestaunen das rege Treiben der immer tätigen Tiere. Auch treffen wir die großen Roßameisen, die in morschen Baumstämpfen leben.

Reicher wird das Tierleben, wenn Kräuter und Stauden den Boden bedecken und allerlei Sträucher das Unterholz des Waldes bilden (Abb. 35 u. 36). Nadelstreu und Moos beherbergen viele Käfer und deren Larven, ferner Spinnen, Tausendfüßler, Schnecken und anderes Kleingetier, das wiederum von Kröten und Spitzmäusen gesucht und verzehrt, aber auch von Igel und Dachs nicht verschmäht wird. Selbst Wildschweine wühlen die oberen Bodenschichten und fressen mit Behagen, was sie hier an Früchten und Kleintieren finden. Meisen, Kleiber und Spechte suchen nach Baumkerbtieren, und der Kuckuck räumt unter den Raupen der Waldschmetterlinge auf. Eichhörnchen, Kreuzschnabel, Schwarz- und Buntspecht, selbst Buchfinken werden durch die Samen der Nadelhölzer herbeigelockt. Im Unterholz birgt sich am Tage das Rot- und Rehwild; hier schleicht auch Meister Reineke umher, um Waldmäusen nachzuspüren oder sonst zusagende pflanzliche und tierische Kost zu suchen.

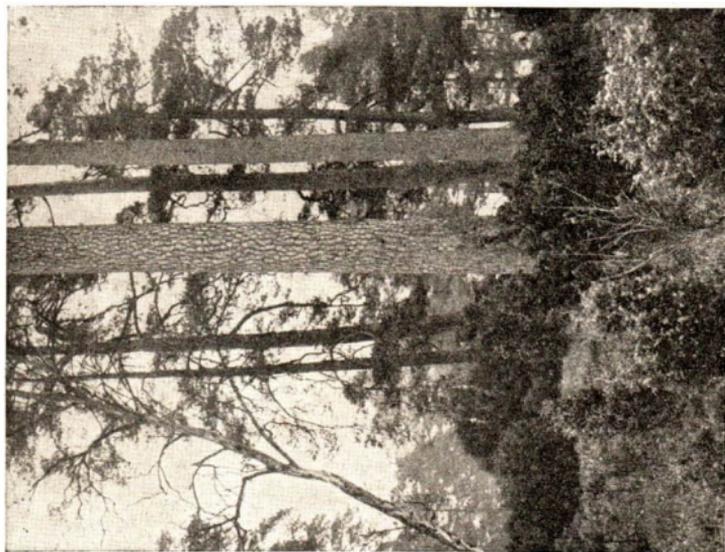


Abb. 36. Uppriger Kiefernwald

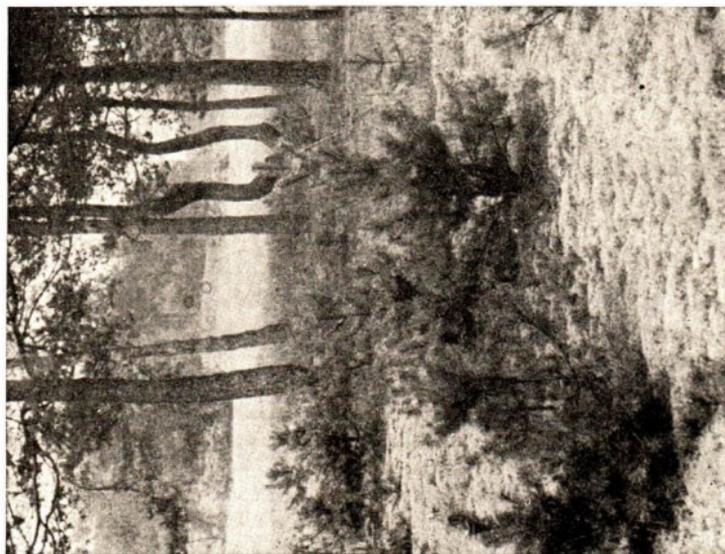


Abb. 35. Flechtenreicher Kiefernwald

1. Geweihträger

a) Das Reh

Es ist ein Sommerabend kurz vor Untergang der Sonne. Auf dem gewohnten Pfad, dem „Wechsel“, tritt vorsichtig ein Reh aus dem Unterholz des Waldrandes; es ist ein weibliches Tier, eine Ricke. Die langen, beweglichen Ohren lauschen nach allen Richtungen. Die feuchte Nase wittert gegen den Wind, die glänzenden, großen Augen schauen hier- und dorthin. Da keine Gefahr droht, tritt es immer wieder sichernd auf die Waldwiese heraus. Nach einer Weile folgt der Bock und gesellt sich zu der Ricke. Unsere Rehe sind äußerst scheue Tiere. Man unterscheidet daneben noch als besondere Form die Feldrehe, die im Winter meist in größeren Rudeln, „Sprüngen“, von 30–40 Stück auftreten, sich mehr auf offenem Gelände wie Getreide-, Hackfruchtfeldern und Wiesen aufhalten und sich etwas mehr an den Menschen gewöhnt haben. Das Fell der Rehe ist im Sommer brandrot, im Winter graubraun. Am hinteren Körperteil befindet sich links und rechts von dem kleinen Stummelschwanz ein grauweißer Fleck, der „Spiegel“. Er mag bei Nacht auf der Flucht den nachfolgenden Tieren als Erkennungszeichen dienen. Gelegentlich kommen auch vollständig weiße oder weißgefleckte Tiere mit roten Augen (Albinoform) und vollständig schwarze Tiere vor. Bei den ersteren fehlt in den Haaren der Farbstoff fast vollständig, bei den letzteren sind diese überreich an schwarzbraunem Farbstoff.

In der Nahrung sind die Rehe sehr wählerisch. Auf den Feldern suchen sie junges Getreide, Gras und Klee, auf der Waldwiese saftige Kräuter, im Unterholz Himbeer- und Brombeergestrüpp, auf der Heide Heide- und Heidelbeerkraut, im Laub- und Nadelwald Knospen und Triebe von Eichen, Buchen, Ebereschen, Kiefern und Tannen und im Herbst und Winter Eicheln, Bucheckern und Kastanien. Das Gebiß der Rehe ist wie das der Ziege ein Pflanzenfressergebiß. Der Magen ist ebenfalls ein Wiederkäuermagen. Die Beine sind etwas schlanker als bei der Ziege. Auf der Flucht werden die Hufe der 3. und 4. Zehe weit auseinandergespreizt, so daß auch die Afterklauen der 2. und 5. Zehe den Boden berühren und größere Standfestigkeit verschaffen. Mit Leichtigkeit springt das Reh auf der Flucht über Gräben und Wälle, um im dichten Unterholz oder hochragenden Getreidefeld Schutz zu suchen.

Etwa Ende Juli bis Anfang August ist die Paarungszeit des Rehes. In dieser „Brunst“- oder „Blattzeit“ tragen die Böcke manchmal erbitterte Kämpfe um die Weibchen aus. Zornig rennen sie aufeinander zu und suchen den Gegner mit dem Geweih zu spießen („forkeln“), bis der eine in „hoher Flucht“ abgeht oder tot auf dem Platze bleibt. Der Sieger aber wacht sorgfältig darüber, daß kein neuer Nebenbuhler naht. Im Mai werfen die Ricken ein, seltener zwei oder drei Kitzchen. Zuerst sind diese noch sehr unbeholfen. Ihr Fell ist rotbraun, mit Reihen von weißen Punkten besetzt (Abb. 37). Das Kitzchen wird von der Mutter in dichtem Gras oder Unterholz versteckt. Wenn der Mensch ein solches Kitzchen findet, so darf er nicht nahe herangehen oder es gar berühren. Es bleibt dann etwas von dem menschlichen Geruch an dem Tier haften. Das Muttertier wird von diesem Geruch abgeschreckt, verläßt deshalb das Jungtier, und dieses muß elend verhungern.

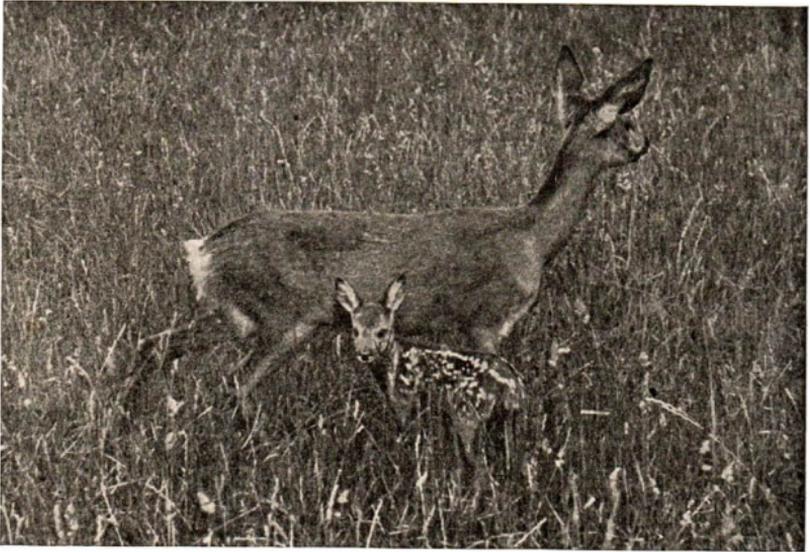


Abb. 37. Rehkitzchen unter der Obhut der Riecke

Im Herbst beginnt beim Kitzbock die Gehörnentwicklung (Abb. 38 u. 39). Es bilden sich im Stirnbein zwei Knochenauswüchse, die Rosenstöcke, die von einer behaarten, aderreichen Haut überzogen sind. Durch das Blut wird viel Kalk herbeigetragen, und es bildet sich ein kleines Geweih von knopfartiger Gestalt. Die Haut trocknet allmählich ein und wird als „Bast“ abgescheuert. Dieses kleine Gehörn wird bald abgeworfen, und es bildet sich ein neues Gehörn, das aus zwei Spießes besteht. Der Träger heißt jetzt „Spießbock“. Nun wird in jedem Jahr das Gehörn gewechselt. Zunächst wächst aus den „Stangen“ nach vorn ein neues „Ende“ heraus, der Vordersproß. Jetzt ist der Bock ein „Gabelbock“. Wenn sich im nächsten Jahr außerdem noch ein Rücksproß bildet, heißt der Bock „Sechserbock“. Selten bilden

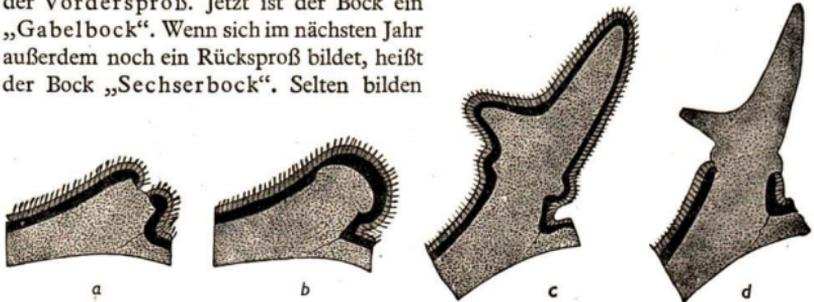


Abb. 38. Entwicklung des Geweihes. a Rosenstock nach Abwurf des „Spießes“, von den Rändern her sich mit Fell bedeckend, b Rosenstock wieder ganz von Fell bekleidet, c Geweih mit Bast, d gefegtes Geweih

sich beim Rehbock noch mehr als sechs Enden aus. Nach dem „Fegen“ des Bastes färbt sich das Gehörn, das perlartige Auswüchse hat, durch die Säfte der Bäumchen, an denen der Bast abgescheuert wird (Gerbsäure), braun, während die Enden der Stangen und Sprossen glatt und gelblichweiß sind.

In der Jugendzeit sind Fuchs und Baumarder die gefährlichsten Feinde des Kitzchens. Läßt das Jungtier bei Gefahr sein ängstliches „Fiepen“ ertönen, so eilt das Alt-



Abb. 31. Rehgehörn.¹⁾
Von links nach rechts: Spießbock, Gabelbock, Sechserbock

tier herbei und bearbeitet den Räuber mit den Hufen, bis er die Flucht ergreift. Im Winter werden gelegentlich kranke Alttiere vom Fuchs gerissen. Im allgemeinen sind die Rehe in der Freiheit ziemlich widerstandsfähig. Eigentümlicher Weise gelingt es selten, Rehe im Tiergarten längere Zeit zu halten oder gar zur Fortpflanzung zu bringen.

b) Der Rothirsch

Der Rothirsch (Abb. 41) ist das stattlichste Tier unserer Hochwälder, in denen ihn weder Unterholz noch Gebüsch an der freien Flucht hindert. Er liebt große zusammenhängende Wälder oder einsames Bruchgelände. Auffallend ist seine starke Geweihentwicklung. Im neunten Lebensmonat bilden sich die Rosenstöcke, aus denen sich zuerst die Spieße hervorschieben, die im Herbst des zweiten Lebensjahres gefegt werden. Im Mai des folgenden Jahres werden die Spieße abgeworfen (Abb. 40). Es entsteht eine breite Rose und im Laufe des Sommers das zunächst mit Bast überzogene Gabler- oder gleich das Sechsergeweih. Vor dem Fegen heißt das Geweih auch Kolbengeweih (Abb. 42). Die Entwicklung geht so weiter, daß nun in jedem Februar oder zu Anfang März das alte Geweih abgeworfen wird und sich ein neues bildet mit einer weiteren Sprosse. Der Monat Februar hat wegen des Geweihabwurfes den Namen „Hornung“ erhalten. Nach jeder Geweihneubildung sitzt die Augensprosse, die zuerst hoch saß, etwas tiefer, die Rose verbreitert sich und an den Stangen



Abb. 40. Der Hirsch hat sein Geweih abgeworfen

¹⁾ In der Jägersprache hat nur der Hirsch ein „Geweih“, der Rehbock aber ein „Gehörn“.



Abb. 41. Rothirsche am Futterplatz im Winter

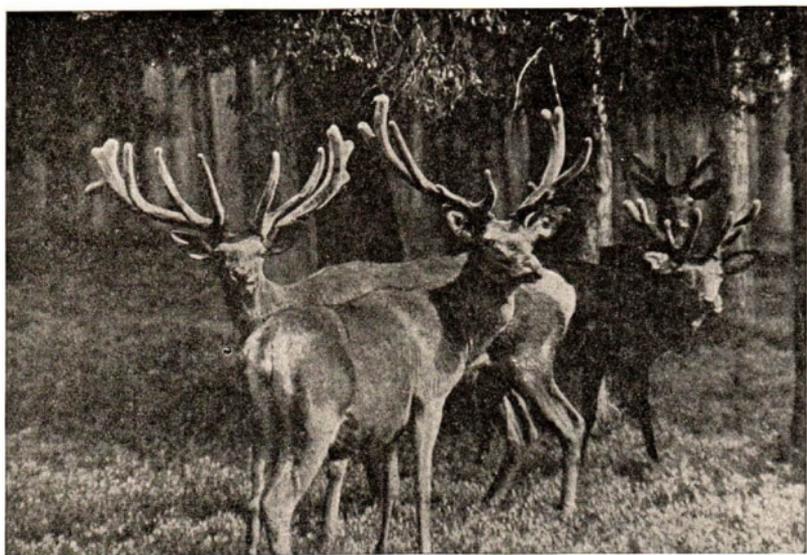


Abb. 42. Kolbenhirsche sind Hirsche mit noch ungefegtem Geweih

bilden sich neue Seitensprosse des Acht-, Zehn-, Zwölfenders usw. (Abb. 43). Zur Brunstzeit im Spätherbst hört man das Schreien („Röhren“) der Hirsche, die erbitterte Kämpfe um die Rudel ausfechten. Im Mai wirft („setzt“) die Hirschkuh



Abb. 43. Entwicklung des Hirschgeweihes

das Kalb, das schon nach wenigen Tagen der Mutter zum Äsen folgt. Das Rotwild kann u. U. durch Abweiden der Getreide- und Hackfruchtfelder, durch das Abrinden der Bäume („schälen“) sowie durch das „Fegen“ beträchtlichen Schaden anrichten. Im Winter muß darum der Jagdpfleger den verhungerten Tieren an Futterplätzen Heu, Stroh, Getreide, Kastanien, Eicheln und Bucheckern als Zusatznahrung geben.

c) Der Damhirsch

Aus Geweih- und Skelettfunden hat man feststellen können, daß in früheren Zeiten schon einmal eine Urform des Damhirsches (Abb. 44) in Deutschland lebte. Als dann vom Norden die Eiszeiten kamen, wurde dieses Damwild vernichtet oder in wärmere Gegenden vertrieben. Es ist dann im 3.-4. Jahrhundert aus Südeuropa



Abb. 44. Damwild

neues Damwild bei uns eingeführt worden. Dieses wird sowohl in der freien Wildbahn gehegt als auch in Parks gehalten, weil es sehr zahm wird und sich auch in der Gefangenschaft fortpflanzt. Unter diesem trifft man häufig auch die weiße Albinoform. Im Geweih unterscheidet es sich vom Rothirsch dadurch, daß sich nach dem Sechsenderstadium die Seitensprosse an schaufelartigen Verbreiterungen des Hauptsprosses bilden. Der Abwurf des Geweihs erfolgt meist im Mai.

2. Schwarzwild

Auch das Wildschwein (Abb. 45) ist früher in unseren Bruchländereien und sumpfigen Waldgebieten häufiger gewesen, dann aber durch die Aufforstung seltener geworden. Wegen seiner dunklen Hautfarbe hat es den Namen Schwarzwild erhalten. Am Tage liegen die Tiere, die sich meist zu Rudeln („Rotten“) zusammengeschlossen haben, im dichten Wald in einem Lager, dem „Kessel“, versteckt. In einer Rotte finden sich männliche Tiere, „Keiler“, und weibliche „Bachen“, mit den jungen gestreiften „Frischlingen“. Am Abend sucht das Rudel gern eine sumpfige Stelle, die „Suhle“, auf, um sich im Schlamm zu wälzen. Dieses Schlammbad dient der Abkühlung und tötet gleichzeitig die juckenden Insektenlarven, Läuse und Milben in der Haut. Als Nahrung sucht sich das Schwarzwild im Walde Bucheckern, Eicheln, Haselnüsse, Pilze und Kleintiere im Laub. Sehr gern werden Hackfrucht- und Getreidefelder aufgesucht, in denen durch Zerwühlen



Abb. 45. Wildschweinemutter (Bache) mit ihren Frischlingen

großer Wildschaden angerichtet werden kann. Für den Kampf um sein Dasein ist das Wildschwein besonders gerüstet: seine Sinne, besonders Gesicht, Gehör und Geruch, sind weit schärfer als bei dem Hausschwein. Auf der Flucht ist es sehr beweglich. Die Eckzähne sind besonders bei den Keilern mächtig entwickelt. Mit den nach oben gekrümmten oberen Eckzähnen kann das Schwarzwild Gestrüpp und Wurzelwerk aufreißen und selbst dem Menschen gefährlich werden.

3. Vogelleben im Walde

a) Brutpflege der Vögel

Mit dem Beginn der warmen Frühlingszeit findet bei unseren meisten einheimischen Vögeln die Paarungszeit statt. Überall zwitschern, trillern und pfeifen die Singvögel ihre schönsten Lieder; die Hühnervögel im Bruchland, Moor und Wald locken mit ihrem Balzruf, die Wildtauben gurren, und die Bussarde schwingen sich hoch in die Luft und führen ihre stolzen Flugkünste vor.

Im Garten hat sich ein Buchfinkpäarchen zur Brutpflege zusammengefunden und eine geschützte Astgabel zum Nistplatz ausgesucht. Unermüdlich schleppt das Männchen trockene Moosstengel, Würzelchen, Fasern, Haare und Federn herbei, während das Weibchen hauptsächlich den Nestbau übernimmt. Mit dem Schnabel verwebt es das Baumaterial zu einem dichten Filz, während es mit dem Leib drehende Bewegungen wie mit einem Stempel macht, um das Nest zu runden. Außen wird es



a Ein Buchfinkweibchen brütet



b Die Singdrossel hat ihren Jungen Futter gebracht



c Der Zaunkönig an seinem Nest



d Ein Kuckucksei ist wenig größer
als das Ei der Gartengrasmücke

Abb. 46. Brutpflege

mit Moos und Flechten verkleidet, so daß es sich in seinem Aussehen der Farbe der Baumrinde anpaßt. Ein kleines Wunderwerk ist fertig.

Gar vielgestaltig ist die äußere Form der Vogelnester: Hier das liederliche Sperlingsnest unter der Dachrinne, dort das sorgfältig gemauerte Lehmnest der Hauschwalbe, hier das platte Reisignest des Storches, dort die Nisthöhle der Uferschwalbe. Ganz verschieden ist auch der Ort der Nistanlage: hier auf dem Boden der Wiese das Kiebitznest, dort im Baum das Amselnest oder hoch oben im Wipfel der Raubvogelhorst. Jede Vogelart baut aber in jedem Jahr das ihr eigentümliche Nest. Von den Urahnern ist der Instinkt, das Nest gerade so zu bauen, ererbt worden, und jedes Tier vererbt diesen Trieb wieder weiter. Die Brutzeit beträgt je nach der Art bei den kleinsten Vögeln 12, bei den größten 36 Tage. Die Eier werden mit einer besonderen Stelle des Bauches, dem Brutfleckchen, so warm gehalten, daß die Temperatur 38–42° beträgt. Vorsichtig dreht der brütende Vogel von Zeit zu Zeit die Eier im Nest, so daß sie gleichmäßig erwärmt werden. Die Jungen sind entweder Nestflüchter, d. h. sie können sofort nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei das Nest verlassen oder Nesthocker, d. h. sie können das Nest noch nicht verlassen und werden von den Eltern darin aufgezogen.

b) Unsere gefiederten Freunde

Finken. Gleich dem Sperling haben verschiedene Singvögel einen kräftigen, kegelförmigen Schnabel, mit dem sie Körner, Samen und Kleintiere aufpicken können. Der **Buchfink** ist der häufigste Gast unserer Gärten. Er bewohnt aber auch Waldungen aller Art sowie Feldgehölze und Parkanlagen. Während das Weibchen brütet (Abb. 46a), schmettert das Männchen, das an seiner rotbraunen Brust zum Unterschied vom graubrüstigen Weibchen zu erkennen ist, aus voller Kehle sein Lied. Im Herbst wandern die Weibchen in wärmere Gegenden, während einige Männchen auch im Winter bei uns bleiben und sich an Vogelfutterplätzen ihre Nahrung suchen. Wie alle Finken füttert der Buchfink seine Jungen mit Würmern, Insekten und Insektenlarven.



Abb. 47.
Kopf vom Hausrotschwanz

Sänger (Pfriemenschnäbler). Zum Unterschied von dem Kegelschnabel der Finken haben die nachfolgenden Sänger einen mehr

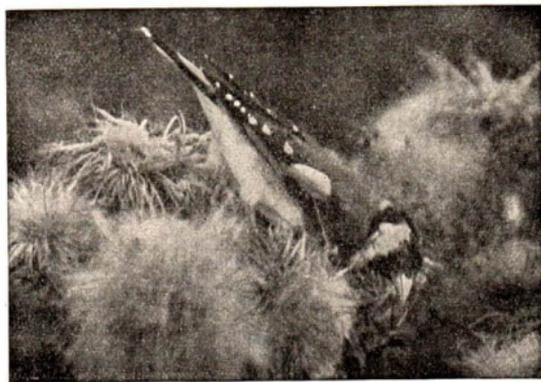


Abb. 48. Stieglitz auf Fruchtköpfchen von Disteln. $\frac{1}{2}$ nat. Größe



Abb. 49. Kohlmeise am Nistloch



Abb. 50. Blaumeise vor der Nisthöhle

Abb. 51. Nisthöhle mit abnehmbarem Zementdeckel.
Vogelschutzwärte Seebach

länglichen Schnabel, den Pfriemenschnabel (Abb. 47), mit dem sie sich besonders Kerbtieren suchen. Einige dieser Vögel haben es in der Kunst des Gesanges zur höchsten Vollendung gebracht. Schon im zeitigen Frühling, Ende Februar bis Anfang März, hören wir aus dem Gipfel hoher Bäume oder von Dachspitzen das Flöten der **Schwarzdrossel** oder **Amsel**. Das tiefschwarze Männchen hat zum Unterschied vom mehr grauen Weibchen einen gelben Schnabel. Das Nest bauen die Amseln gern in Unterholz, Buschwerk, Reisighaufen oder auch in alten Weiden etwa mannshoch aus Halmen, Würzelchen, Stengeln und dürrem Gras und streichen es mit etwas Erde und Schlamm aus. Durch Vertilgen von Nacktschnecken, Kerbtieren und Würmern können die Amseln sehr nützlich sein. Dem Gärtner werden sie allerdings dadurch lästig, daß sie die Erdbeerbeete und Johannisbeersträucher plündern.

Das Meisenvolk. Die Meisen sind fast alle ursprüngliche Höhlenbewohner unseres Waldes. **Kohl-** und **Blaumeise** (Abb. 49 u. 50) nisten auch gern in den vom Menschen in den Gärten aufgehängten Meisenkästen (Abb. 51). Unermüdlich klettern die Meisen an Zweigen und Stämmen, hängen auch kopfunter an Ästen und picken mit ihrem kleinen spitzen Schnabel Eier, Larven und Puppen der Kerbtiere unter der Rinde hervor. Im Winter kommen die Kohlmeise, kenntlich an der schwarzen Kopfkappe und der gelblichen Brust, und die Blaumeise, kenntlich an dem blauen Scheitel, in die Nähe der Wohnungen und suchen die Obstbäume nach Nahrung ab. Von allen heimischen Meisen ist die **Schwanzmeise** die kunstvollste Nestbauerin. Sie hängt zwischen Ästen ein eiförmiges, geschlossenes Nest, das an der

Seite ein Einschlupfloch hat, auf. Die Wände werden mit Moos, Flechten, Birkenrinde und Spinnweben verputzt, so daß das Nest einem Auswuchs am Ast gleicht.

Aufgaben. 1. Zeichne nebeneinander den Schnabel eines Finken, eines Sängers und einer Meise. Erkläre die Ausdrücke Kegel- und Pfiemenschnabel! — 2. Weise die Anpassung der Schnabelform an die Nahrungssuche nach! — 3. Zeichne nebeneinander den Fuß einer Amsel und einer Lerche! — 4. Stelle in Gruppen zusammen: Nistorte, Nestform, Nestbaumaterial der bisher genannten Singvögel!

Kennübung: Weitere Finken

Name	Farbe des Männchens	Vorkommen	Nistplatz	Besondere Kennzeichen
Goldammer	goldgelb und bräunlich	Gärten, Parks und Buschwerk	Bodenbrüter	im Winter auf Straßen, Bauernhöfen und bei Hühnerställen
Kirschkernbeißer	kastanienbraun mit weißen Flügelbinden	Gärten, Parks und Wälder	mannshohe Bäume	übersperlingsgroß, besonders dicker Kegelschnabel, plündert gern Kirschbäume, um den Kern zu zerknacken
Stieglitz (Abb. 49)	gelb-rot-schwarz-weiß gefleckt	Gärten und Parks	Birn- und Kastanienbäume	im Herbst scharenweise auf Distelköpfen, auf dem Boden unbeholfen, meidet ihn daher
Grünfink	grasgrün mit gelbem Spiegel	feuchter Boden mit viel Gebüsch	Knicks, Gartenhecken	schneller Flug in Schlangelinien, häufig Flügel taubenartig nach oben zusammenschlagend
Hänfling	zimtbraun, scharlachrote Brust	Parks und buschbestandenes Gelände	Weißdornhecken	schneller Flug in Schlangelinien, Schwanz häufig fächerartig verbreiternd
Erlenzeisig	gelblichgrau, schwarze Kopfplatte	Nadelhölzer, im Winter: Laubwälder und Erlenbrüche	Tannen und Lärchen	gesellig, gut kletternd; rascher, bogenförmiger Flug
Fichtenkreuzschnabel	johannisbeerrot	Nadelholzwaldungen	Fichtendickicht, brütet meist im Januar	gesellig, gekreuzte Schnabelspitzen; gut kletternd; rascher, bogenförmiger Flug

Kennübung: Weitere Sänger

Name	Farbe des Männchens	Vorkommen	Nistplatz	Besondere Kennzeichen
Singdrossel (Abb. 46 b)	oben olivbraun, unten braunschwarz gefleckt	Wald- und Parkanlagen, Gärten	Holzmulm und Lehm mit Speichel zu papierähnlicher Masse	jauchzender Gesang von großer Klangfülle, dazwischen schrillere Töne
Nachtigall	oben dunkler, unten heller graubraun	Gebüsch in der Nähe von Gewässern	Halme, Würzelchen, Haare in Bodennähe	seelenvoller, klagender, jauchzender, jublierender Gesang, bester Sänger
Rotkehlchen	olivbraun, Kehle und Brust ziegelrot	Gärten, Parks und Waldungen		leiser, feierlicher Gesang, munteres Wesen, hüpfte in großen Sätzen, neugierig
Gartenrotschwänzchen	weiße Stirn, grauer Nacken, schwarze Wangen, roter Bauch und Schwanz		hohle Bäume (Weiden)	leises, wohlklingendes Lied, häufig auf äußersten Zweigspitzen der Weiden sitzend
Hausrotschwänzchen	fast ganz grauschwarz, roter Schwanz	Gärten und Hausnähe	in Gebäuden, Steinbrüchen, Felsgegenden	leiser, etwas krächzender Gesang, hält sich gern auf dem Gestein auf
Zaunkönig (Abb. 46 c)	bräunlich	Gärten und Parks	kugelig, mit seitlichem Schlupfloch	klagender und jublierender Gesang vom Wipfel niedriger Bäume
Mönchsgrasmücke	mausgrau mit schwarzer Kopfplatte	Gärten und Parks mit viel Unterholz	in mannshohem Gebüsch	klagender und jublierender Gesang vom Wipfel niedriger Bäume, geschickt schlüpfend

c) Die Brutkolonie der Saatkrähe

Wenn Ende März die **Saatkrähen** aus südlicheren Gegenden (Nordafrika) wieder zurückkehren, erfüllen sie den „Krähenwald“ mit ihrem lauten, krächzenden Geschrei. In den Kronen der Buchen und Eichen suchen die Paare möglichst ihren alten Bau vom vorigen Jahr, der aus Reisig und mit dem Schnabel abgebrochenen Zweigspitzen errichtet ist. Zum Ausbessern werden Zweige, Moos, Strohhalme und Laub herbeigeschleppt. Dabei gibt es häufig lärmende Streitigkeiten, denn auf einem Baum nisten bis zu 15 Paare, und Baum an Baum ist bewohnt, so daß eine große

Kennübung: Rabenvögel

Name	Farbe	Vorkommen	Nistplatz	Besondere Kennzeichen
Saatkrähe	metallglänzend, schwarz	Felder und Waldränder	kolonieweise auf hohen Bäumen	schlanker und glänzender als die Rabenkrähe; im Winter teilweise nach dem Süden ziehend
Rabenkrähe	schwarzblaues Gefieder		einzelnen auf hohen Bäumen brütend	gesellig; am Abend zu gemeinsamen Schlafbäumen ziehend; brütet westlich der Elbe
Nebelkrähe	Rumpf grau, sonst schwarz	Felder		gesellig lebend, brütet östlich der Elbe; beim Durchzug und als Wintergast westlich der Elbe
Dohle	grauer Rumpf, sonst schwarz	Nähe menschlicher Siedlungen	Kirchtürme, Ruinen, hohle Bäume	gesellig, guter Flieger, dabei unablässig rufend; kleinster Rabe; im Winter teilweise fortziehend
Elster	glänzend, schwarz-weiß	Gärten und Felder	Dorngebüsche (Nest mit Schutzdach)	kurze Schwingen, langer, im Winde flatternder Schwanz; wenig gesellig, scheu
Kolkrabe	schwarzblau, metallisch glänzend	Wälder und Felder	einzelnen in hohen Bäumen	größter Rabenvogel, großer Schnabel, räuberisch, sehr selten, unter Naturschutz
Eichelhäher (Abb. 53)	rötlichgrau, blaue Flügeldeckfedern	Waldungen	mannshohe Fichtenschonungen	Durchschlüpfen u. Durchflattern des Gebüsches, dabei Ruf „rätsch, rätsch, gar“, ahmt gern andere Vogelstimmen nach

Brutkolonie entstanden ist. Hier sucht ein Paar dem andern den Bau streitig zu machen, dort stiehlt eine Krähe der andern Nestbaumaterial. Da stürzen sich die andern Vögel der Kolonie mit lärmendem „Kra, Kra“ auf die Störenfriede, so daß erst spätabends Ruhe eintritt. Auch in kleinen Gehölzen, in der Nähe der Felder, nisten die Saatkrähen gerne (Name!). Im April werden in drei Wochen die hellgrünen, bräunlich gepunkteten Eier ausgebrütet. Die Jungen sind unersättlich, und unermüdlich schleppen die Eltern Maikäfer und deren Larven (Engerlinge), andere Insekten, Nacktschnecken und Würmer heran, so daß das Wort „Rabenerlern“ nicht zutreffend ist (Abb. 52). Die Jungen sind in etwa vier

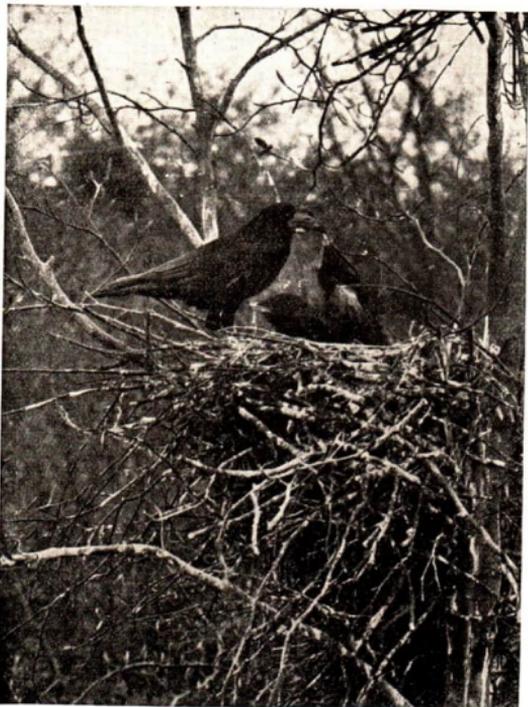


Abb. 52. Am Saatkrähennest

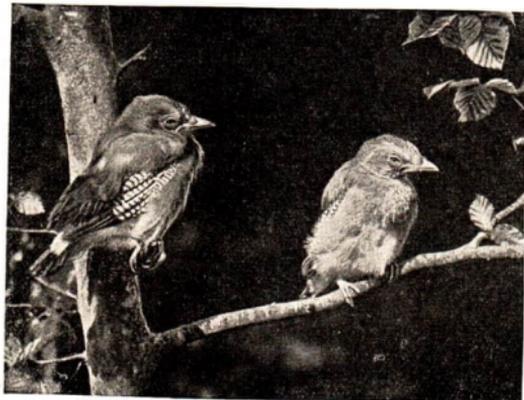


Abb. 53. Junge Eichelhäher

Wochen flügge und suchen nun zusammen mit den Eltern Nahrung. Besonders nach der Erntezeit, wenn der Bauer Dung gestreut hat und pflügt, folgen die Saatkrähen in großen Scharen dem Pfluge, um Würmer und Engerlinge, die mit der aufgebrochenen Scholle hochgeworfen werden, schnell mit dem Schnabel zu packen. Auch die Feldwühlmäuse werden mit einem kräftigen Schnabelhieb getötet und gern verzehrt. Am Schnabelgrund der älteren Saatkrähen fehlen die Federn, so daß dort die nackte, weiße Haut zum Vorschein kommt.

d) Der Kuckuck als Brutschmarotzer

Aufgaben. 1. Achte darauf, wann du den Kuckuck zuerst hörst!— 2. Vergleiche die Tonhöhe und Tonfolge mit denen aus dem bekannten Lied „Kuckuck, ruf's aus dem Wald“!

Mit seinem Ruf lockt der scheue **Kuckuck** (Abb. 54) das Weibchen zur Paarung. Dieses hat im Gegensatz zu allen anderen Vögeln den Trieb zur Brutpflege vollständig verloren. Als Pflegeeltern werden vor allem Rotkehlchen, Grasmücke, Laubsänger, Rohrsänger, aber auch Würger ausgewählt. Nun ist es auffal-

lend, daß die verschiedenen Kuckucksweibchen stets solche Gelege bedenken, deren Eier in Größe, Form und Farbe ihren Eiern gleichen (Abb. 46 d). So ist es wohl auch erklärlich, daß die Singvögel das untergeschobene Ei nicht von dem eigenen unterscheiden können und es sorgfältig ausbrüten. In seiner Gefräßigkeit nimmt der junge Kuckuck seinen Stiefgeschwistern alle Nahrung fort, wirft sie sogar, indem er sie auf seinen Rücken wühlt, aus dem Nest. Ist



Abb. 54. Der Kuckuck kann eine seiner drei Vorderzehen auch nach hinten richten (Wendezeh)

er flügge, so verläßt er seine Stiefeltern auf Nimmerwiedersehen. Wenn die Kuckucke durch diese Art der Brutpflege auch manche Singvogelbrut vernichten, so sind sie doch dadurch sehr nützlich, daß sie zu den wenigen Vögeln gehören, die die schädlichen Spinnerraupen im Wald verzehren.

e) Spechte als Zimmerer im Wald und andere Höhlenbrüter

Aufgaben. 1. Achte im Sommer in Parks und Gehölzen auf Vögel, die an den Stämmen sitzen oder klettern! Färbung? Art des Sitzens, Kletterns und Fliegens? — 2. Wenn du im Wald ein hackendes, knarrendes oder trommelndes Geräusch hörst, schleiche dich vorsichtig heran und stelle fest, wie das betreffende Tier diese Geräusche hervorruft! — 3. Suche im Wald nach Bäumen, die Spuren von Schnabelhieben tragen, und unter den Bäumen nach Fichtenzapfen, die von Schnabelhieben zerhackt sind („Spechtschmiede“)!

Vom Rand des Mischwaldes klingt ein merkwürdiges Hämmern und dann wieder ein knarrend trommelndes Geräusch. Wir schleichen vorsichtig näher heran. Da schwingt sich in hüpfendem Flug mit gellendem Lachen von der knorrigen Eiche ein schlanker, buntgefärbter Vogel. Schwarz, rot und weiß sind die Hauptfarben. Es ist ein **Großer Buntspecht**. An einer alten rissigen Kiefer läßt er sich wieder nieder. Zwei nach vorn gerichtete und zwei nach hinten gerichtete Zehen haken mit ihren scharfen Krallen fest in die Rinde (Abb. 55). Die steifen Schwanzfedern dienen noch mit als Stütze und stemmen sich gegen diese. So sitzt er fest am Baum und



Abb. 55. Spechtfuß

hackt mit seinem starken, meißelförmigen Schnabel (Abb. 56) kräftig in die Rinde, bis er den Gang einer Insektenlarve freigelegt hat. Nun stößt er mit der langen klebrigen Zunge in den Gang hinein. Die Larven werden von den Widerhaken der vorderen, hornigen Spitze festgehalten und verschlungen. Sehr gern suchen die Spechte auch Ameisenhaufen auf, scharren mit ihren

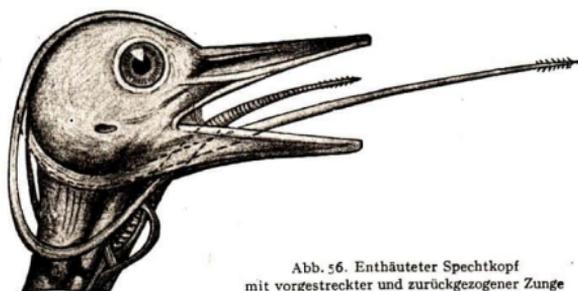


Abb. 56. Enthäuteter Spechtkopf
mit vorgestreckter und zurückgezogener Zunge

Kletterfüßen und dem Schnabel den Bau auseinander und holen sich mit der klebrigen Zunge die Puppen heraus.

Außer den Insekten und Insektenlarven fressen die Spechte auch gern Sämereien der Nadelbäume. Ein Fichtenzapfen wird in

einen Rindenspalt eingeklemmt und dann mit dem Schnabel zermeißelt. Am Fuße einer solchen Spechtschmiede sind häufig so bearbeitete Zapfen zu finden. Das öfter zu hörende Trommeln entsteht dadurch, daß die Spechte einen dünnen Zweig mit dem Schnabel in zitternde Bewegungen setzen. In Bäumen, meist solchen, die im Kern faul sind, zimmern sie sich ihre Bruthöhle. In etwa 6–10 m Höhe werden ein kreisrundes Einschlußloch und ein senkrechter Gang nach unten gemeißelt, der sich sackartig erweitert. Hier werden die 4–6 Eier ausgebrütet.

Kennübung: Spechte

Name	Farbe der Männchen	Vorkommen und besondere Merkmale
Großer Buntspecht (Rotspecht)	schwarzer Scheitel mit roter Querbinde am Hinterkopf, schwarzweiße Flügeldecken, dunkler Schwanz, darunter scharf abgegrenzt rot	Gärten, Parks mit reichlichem Unterholz und alten Bäumen, Wald-ränder, kurzer, harter Ruf
Mittelspecht	ganzer Scheitel rot, Schwanz- und Bauchunterseite rosenrot	Laubwäldungen an Flußufem, Ruf höher und sich wiederholend
Zwergspecht	schwarzweiße Bänderung auf dem Rücken, roter Scheitel, kein Rot auf der Unterseite	bevorzugt Auwäldungen, dünner, schwacher, in die Länge gezogener Ruf; ein wenig über sperlingsgroß
Grünspecht	Oberkopf und Scheitel karminrot, roter Fleck im dunklen Augenbe-zirk, Rücken dunkler, Bauch heller grün	parkartiges Gelände mit Laub-bäumen, meidet Nadelwald, durch-sucht gern auf dem Boden Ameisen-haufen, trommelt selten
Grauspecht	aschgrauer Kopf mit roter Scheitel-mitte, Unterseite mehr graugrün	Laubwälder der Vorgebirge, häufig Ameisenhaufen durchsuchend, sel-ten trommelnd
Schwarzspecht	rote Kopfplatte, gelbe Augen, sonst schwarz	bevorzugt Laub- und Nadelwal-dungen, besonders Hochwald, größ-ter Specht

In seiner Lebensweise ist der zu den Singvögeln gehörende, also nicht mit den Spechtvögeln verwandte **Kleiber** diesen ähnlich. Während die Spechte nur aufrecht am Stamm sitzen und klettern können, klettert der Kleiber geschickt mit seinen drei nach vorn und einer nach hinten gerichteten Zehe sowohl auf- wie abwärts. Seine Nahrung besteht ebenfalls aus Insekten, Samen und Beeren. Er benutzt gern die leeren Bruthöhlen der Spechte, deren Flugloch er durch Aufkleben von Lehm verengt. Ebenfalls geschickt am Baum klettern — aber nur aufwärts — kann der kleine **Baumläufer**, den wir wie den Kleiber auch häufig in Parks beobachten können, wie er geschickt in Windungen den Baum hinaufläuft, bis er den untersten Ast erreicht hat, sich dann kopfüber in die Luft wirft und beim nächsten Baum an der Wurzel wieder anfängt.

Aufgaben. 1. Zeichne a) einen am Baum sitzenden Specht in Umrißform, b) einen Baumstamm mit einer Spechthöhle im Längsschnitt! — 2. Stelle eine Übersicht über die Spechte nach Größe und Färbung zusammen!

H. Waldschädlinge

Aufgaben. 1. Suche im Nadelwald unter den Rindenspalten alter, wurmstichiger Fichten nach Fraßspuren von Käfern und deren Larven! Welche Eigenart haben diese Fraßspuren? — 2. Suche nach Raupen an Nadeln und nach zerfressenen Nadeln! Färbung der Raupen! Fraßspuren an den Nadeln.

Rinden- und Holzzerstörer unter den Käfern. Bei einem Gang in den Fichtenwald fallen uns an alten Fichten die kleinen kreisrunden Einschlußflöcher des **Fichtenborkenkäfers** oder **Buchdruckers** auf (Abb. 57). Das Weibchen dieses kleinen, nur wenige Millimeter großen Käfers dringt im Frühling unter die Rinde und frißt in der zwischen Holz und Rinde befindlichen, für den Baum so wichtigen, saftigen Bastschicht einen Muttergang in der Längsrichtung des Stammes (Abb. 58). Links und rechts

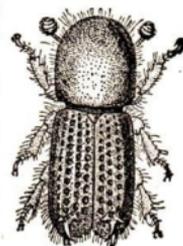


Abb. 57. Buchdrucker
(8fach vergr.)



Abb. 58. Fraßgänge des Buchdruckers unter der Borke



Abb. 59. Fraßgänge des Buchdruckers im Holz mit „Puppenwiegen“ und Larven verschiedenen Alters



Abb. 60. Großer Rüsselkäfer (2 fach vergr.)

legt es an dessen Wände seine Eier ab (Abb. 58). Die ausschlüpfenden Larven fressen nun nach beiden Seiten vom Muttergang anfangs feine, später breiter werdende Gänge, an deren Ende sie sich in einer muldenförmigen Vertiefung, der Puppenwiege, verpuppen. Nach einigen Wochen schlüpfen die jungen Käfer aus, die im Laufe des Sommers noch einmal eine Brut zur Entwicklung bringen. Da durch das Zerfressen der Bastschicht der Baum zum Absterben gebracht wird, werden kränkelnde Bäume, die besonders leicht befallen werden, vom Förster entfernt. Die Rinde solcher Bäume wird geschält und verbrannt. Vor dem Schwärmen der Käfer im Frühling werden einzelne kranke Bäume als „Fangbäume“ für die Käfer gefällt.



Abb. 61. Eichenbock (nat. Größe)



Der **Große Rüsselkäfer** (Abb. 60) nagt an der Rinde junger Bäume und kann sie dadurch zum Absterben bringen. Man sucht ihn durch Leimringe, Fanggruben und durch geschälte Rinde als Fangköder zu bekämpfen.

Abb. 62. Hirschkäfer, Männchen ($\frac{1}{2}$ nat. Gr.)

Harmloser sind der **Große Eichenbockkäfer** (Abb. 61) und der **Hirschkäfer** (Abb. 62), deren Larven im Eichenholz leben und dessen Wert herabsetzen. Während ersterer durch seine großen Fühler auffällt, sind bei den Männchen des letzteren die Oberkiefer zu gewöhnlichen Gebilden vergrößert. Er steht wegen seiner Seltenheit unter Naturschutz. Der größte unserer heimatischen Bockkäfer ist der **Mulmbock**, der bis zu 5 cm groß wird. Larve und Käfer leben in starken alten Kiefernstöcken größerer Nadelwaldungen.

Kennübung: Schädliche Waldschmetterlinge

Name	Eiablage	Fraßzeit der Raupen	Verpuppung	Schlüpfen der Schmetterlinge
Kiefernspinner	Juni-August	Spätsommer, anfangs nur Kanten der Nadel, später ganze Nadel fressend, Überwinterung im Boden, Fraßzeit nur im Frühling	im Juni zwischen Nadeln oder in Borkenspalten	Ende Juni
Kiefernspanner	Mai-Juli	grüne Spannerraupen, die bis Oktober die Nadeln zackig anfressen	im Herbst unter Moos- und Nadeldecke	Mai
Forleule (Kiefernleule)	März-Mai	junge Raupe an Maitrieben, später Entnadeln ganzer Kiefern („Kotgeriesel“ unter befallenen Bäumen)	Juli oder August unter Moos- oder Nadeldecke	Vorfrühling
Nonne (Abb. 63 und 64)	Juli (nachts zwischen 22 und 1 Uhr)	Überwinterung im Ei als entwickelte Raupe, beißen Mai-Juli Nadeln an der unteren Hälfte an	Ende Juni	Juli

Nadelzerstörende Schmetterlingsraupen. Bedeutend größerer Schaden wird durch die Raupen verschiedener Schmetterlinge angerichtet, die ganze Waldbestände kahlfressen und zum Absterben bringen. Ihnen gilt der erbitterte Kampf des Forstmannes mit Fanggürteln, Schlagen befallener Bäume, Abblasen von Giften aus Motorspritzen, wobei aber auch die natürlichen Insektenfresser häufig getötet werden. Solche natürlichen Helfer sind die Ameisen, Schlupfwespen, Raupenfliegen, Seuchenerreger unter den Raupen und die insektenfressenden Vögel: Spechte, Meisen, Kuckuck, Häher, Stare, Krähen.

Nadel- und Holzzerstörer unter den Hautflüglern. Unter den Hautflüglern sind es besonders die **Kiefernblattwespe** und die **Kiefernholzwespe**, die geringeren oder bei massenhaftem Auftreten auch stärkeren Schaden anrichten. Die Larven der ersteren zerfressen besonders die Nadeln der Kiefern und Fichten, während die der letzteren Gänge ins Holz bohren.

Auch unsere Holzgewächse bleiben nicht von Schädlingen aus dem Pflanzenreiche verschont. Der **Kiefernblasenrost** bricht in Form gelbroter Blasen aus den Zweigen der Kiefern hervor und läßt sie absterben. Der **Schüttelpilz** bringt



Abb. 63. Nonne mit ausgebreiteten Flügeln (etwas vergr.)

die Nadeln der Kiefern oder Fichten zum Abfallen. Das Pilzgeflecht (Myzel) des **Hallimasch** (vgl. S. 37), eines essbaren Blätterpilzes, dringt in die Wurzeln von Waldbäumen ein und tötet sie. Die **Holzschwämme**, vor allem der **Feuerschwamm**, schädigen die Stämme im Walde.

Der gefürchtete **Hauschwamm** aber befällt das Holz unserer Bauten; er kann die Tragkraft der Stützbalken in den Häusern so weit zerstören, daß diesen der Einsturz droht.



Abb. 64. a Massenhaftes Auftreten von Nonnenschmetterlingen an Fichten in Oberbayern, b von Nonnenraupen kahlgefressener Fichtenwald, der wegen der Fraßbeschädigung gefällt werden mußte

V. Nutzwald und Dauerwald

Die Fläche, die der Wald in Europa bedeckt, hat vom Altertum bis heute mit zunehmender Bevölkerungsdichte sehr stark abgenommen. Gewaltig ist der Bedarf an Holz gestiegen. Riesige Mengen kräftiger Pfosten und widerstandsfähiger Bohlen werden als Bauholz und in den Bergwerken als Grubenholz verbraucht. Die Erfindung, Packpapier, Zeitungspapier, und in den letzten Jahrzehnten sogar gutes Schreibpapier aus Holz herzustellen, hat den Verbrauch abermals bedeutend gesteigert. In neuester Zeit ist das Holz zu einem wichtigen Rohstoff der chemischen Industrie geworden, die daraus mannigfaltige Kunststoffe und Materialien herstellt. So ist das Holz immer mehr begehrt. Aber der Holzertrag eines Waldes läßt sich nur wenig steigern. Seit etwa 200 Jahren haben aus solchen Überlegungen heraus die Forstleute vielfach Nadelhölzer angepflanzt, z. B. auf trockenem Boden Kiefern, auf feuchterem Fichten, denn diese wachsen schneller als die wertvolleren Eichen und Buchen. Sie gedeihen auch auf wenig fruchtbarem Boden — die Kiefer sogar auf Sand — und sind leicht zu pflegen. In schnurgeraden Reihen mit gleichen Abständen werden die jungen Bäumchen auf die Schonung gesetzt und liefern, gleichmäßig herangewachsen, bald schlanke Stangen. So kann man alle 10 oder 20 Jahre ein Gebiet zugleich und im ganzen auslichten, um den stärker gewordenen Stämmen mehr Platz zu verschaffen; nach etwa 100 Jahren läßt sich der ganze Bestand gleichzeitig schlagen und liefert eine große Menge gleichartiges und gleichwertiges Holz. Es wird zur nächsten Straße oder zum Gebirgsfluß geschleift und abgefahren oder zu Tal gefloßt. Auf dem Kahlschlag aber legt man eine neue Schonung an. So kommt es, daß heute fast dreiviertel unseres Waldes Nadelwald sind.

Heute, nach einem Jahrhundert des Erprobens, hat es sich als ungünstig erwiesen, derartige reine Bestände von einer einzigen Holzart, Stangenholz, aufzuziehen. Die gleichwertigen Hölzer, wie der reine Fichtenbestand, nutzen den Boden einseitig aus. Sie bilden einen „Holzacker“, der den Kultursteppen unserer Äcker zu vergleichen ist. Man kann jedoch die Holzäcker nicht künstlich düngen wie die Felder; deshalb ist es schwer, auf den kahlgeschlagenen Stellen neue Wälder großzuziehen. Die gleichartigen Bestände begünstigen auch, daß sich die Schädlinge einer bestimmten Baumart gefährlich ausbreiten. Wegen ihrer gleichen Höhe leiden die gleichaltrigen Bäume mehr unter dem Druck des Windes und der Last des Schnees.

Der Natur gemäß ist allein der Mischwald. Die Stämme sind nicht gleichaltrig, sondern junge wachsen im Schutze der älteren heran; meist sind auch Nadel- und Laubhölzer gemischt. Sie bieten vielfältige Nahrung und Wohnmöglichkeit, so daß sich nicht bevorzugt Schädlinge bestimmter Art, sondern ebensogut deren Verfolger einstellen werden. Auch senken die verschiedenen Arten von Bäumen ihre Wurzeln in verschiedene Tiefe, beanspruchen die Nährstoffe nicht alle im gleichen Mischungsverhältnis und nutzen dadurch den Boden nicht nur einseitig oder in einer Schicht aus, wie das beim Stangenholz der Fall ist. Über der Erde wie in ihr herrscht also im Mischwalde ein überaus mannigfaltiges Pflanzen- und Tierleben. Ernährer

und Verzehrer sorgen in Gemeinschaft dafür, daß die Stoffe, die dem Waldboden entzogen worden sind, ihm auch wieder zugeführt werden. Im Gegensatz zum Stangenwalde wird daher ein solcher natürlicher Mischwald zu einem wahren Dauerwalde. In stetigem Wachsen treten die kommenden Generationen an die Stelle der vergehenden.

Die Waldgemeinschaft vermag sich aber nicht nur aus eigener Kraft zu erhalten: sie würde sich sogar auf Kosten von Äckern und Wiesen ausbreiten, wenn das nicht der Mensch durch seine Kulturarbeiten verhinderte. Eine Lichtung im Walde, eine Wiese oder Weide, die an einen Wald grenzt, aber auch ein Kahlschlag oder eine Schonung vermögen uns das zu zeigen: So schnell eine Schonfläche im Fichtenwalde von Waldgräsern, Fingerhut und Weidenröschen erobert wird, und so üppig diese gedeihen, — nach wenigen Jahren werden sie von jungen Birken, Weiden, Zitterpappeln, Ahornarten und anderen zurückgedrängt, die sich von selbst einfinden. Der Förster läßt sie gern einige Jahre gewähren, weil in ihrem Schutz die Jungfichten gut heranwachsen, die er hat pflanzen lassen. Würde er nicht nach einigen Jahren eingreifen, um eine möglichst gute Holznutzung zu erzielen, so würde sich hier ein Wald entwickeln, wie er standortgemäß ist. Ähnliches geschähe auf der Waldwiese, wenn der angeflogene Jungwuchs nicht durch den scharfen Schnitt der Sense vernichtet würde.

Der natürliche Wald ist eine Lebensgemeinschaft, die sich auch ohne Zutun des Menschen von selbst erhält und stetig neu verjüngt. Die Waldgemeinschaft vermag sogar auf Kosten von Äckern und Wiesen neues Land zu erobern, wenn der Mensch dem nicht Einhalt gebietet.

Aus dem Pflanzenreich

I. Bau der Blütenpflanzen

A. Die Pflanzenzelle

Vor etwa drei Jahrhunderten bauten sich Naturforscher die ersten Mikroskope (Abb. 65a), mit deren Hilfe sie kleine Gegenstände hundertfach und stärker vergrößern konnten. Sie verwandten eine bewundernswerte Mühe und Sorgfalt darauf, mit ihren neuen Geräten die Geheimnisse des Lebens zu erforschen. So entdeckte Robert Hooke 1665, daß Pflanzenteile, z. B. ein durchscheinend dünnes Scheibchen Kork, aus winzigen Kämmerchen (lat. cellula, Abb. 65 b) bestehen, die man heute Zellen nennt. Aus Hunderttausenden von Zellen baut sich z. B. ein Laubblatt auf. Von solchen Beobachtungen war es aber noch ein weiter Weg bis zur „Zellenlehre“, d. h. zu der Erkenntnis, daß Zellen lebende Gebilde sind und daß alles Leben letzten Endes an sie geknüpft ist. Die beiden Forscher Schleiden (1804—1881)



Abb. 65 b.
Korkzellen nach Hooke



Abb. 65 a.
Mikroskop, mit dem Robert Hooke 1665 die ersten Zellen sah

und Schwann (1810—1882) haben vor etwa 100 Jahren die Grundlagen für diese Lehre geschaffen. Heute ist sie allgemein anerkannt.

1. Die wichtigsten Bestandteile der Zelle

Die ersten Pflanzenzellen, die man untersuchte, die Korkzellen, waren tot. Ebenso sterben die Zellen des Markes in vielen Pflanzenstengeln (Holunder) frühzeitig ab. Sie sind dann mit Luft gefüllte Kämmerchen mit Wänden aus Zellstoff. In den

Zellen lebender Pflanzenteile erkannte man später deren lebendige Bestandteile: das Zellplasma („Plasma“ oder „Urbildungsschleim“) und den Zellkern mit dem Kernkörperchen (Abb. 67 u. 69). Das Zellplasma bildet den Inhalt der Zelle oder kleidet die Innenseite der Zellwand aus, ohne irgendwo eine Stelle frei zu lassen. Der Zellkern liegt im Zellplasma eingebettet. Dieses kann strömen wie eine schleimige Flüssigkeit, aber aus eigener Kraft. Es nimmt dann den Zellkern mit, der meist zähflüssiger ist; es kann aber auch leimartig fest sein. Wird ein Pflanzenteil abgetötet, z. B. durch Kochen, so gerinnen Zellplasma wie Zellkern ähnlich dem Eiweiß eines Hühnereies. In der Tat bestehen beide hauptsächlich aus Eiweißstoffen. Die Zellwand dagegen verändert sich beim Tode nur unwesentlich.

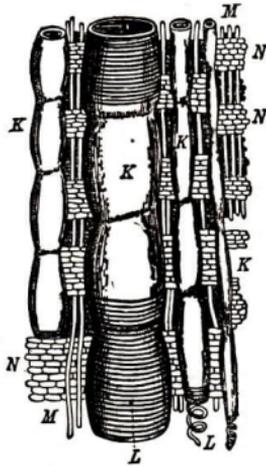


Abb. 66. Was die Forscher mit ihren einfachen Mikroskopen schon beobachteten: Längsschnitt durch das Holz der Rebe (K Spiralgefäße, L das Spiralband, M Holzfaser, N horizontale Zellreihen). Aus dem Werke von Marcello Malpighi: „Anatomia plantarum“ (1675)

Oft baut sich ein Pflanzenteil aus Gruppen gleichartiger Zellen auf; diese bilden ein sog. Gewebe (Abb. 66 u. 68). Das „Nährgewebe“ eines reifen Getreidekornes enthält in seinen Zellen fast kein Wasser, vielmehr sind diese vollgestopft mit Stärkekörnern (Mehl). Die Zellen im Fruchtfleische einer Pflaume, einer Gurke oder einer Zitrone enthalten dagegen sehr viel Zellsaft. Er besteht aus Wasser, in dem z. B. Zucker, Fruchtsäuren, Salze, Geruchs- und Farbstoffe gelöst sind. Die Zellen einer Kartoffelknolle haben gleichzeitig Zellsaft und Stärke gespeichert (Abb. 69), während bei denen

eines Baumzweiges (Abb. 70) die Wände besonders fest ausgebildet, verholzt sind. Die grüne Farbe der Blätter und Stengel rührt von Plasmakörperchen her, die

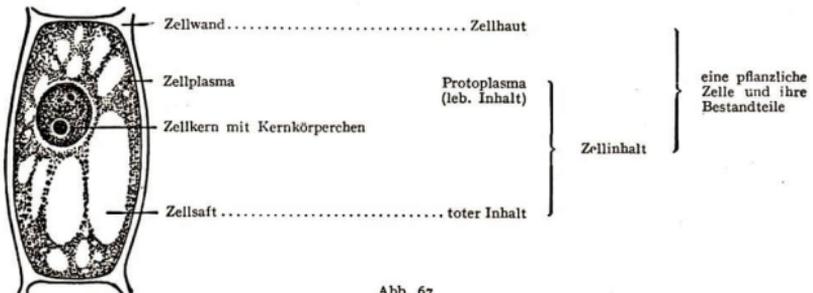


Abb. 67

Blattgrün (Chlorophyll) enthalten (Abb. 69). Sie sind lebendige Bestandteile des Protoplasmas. Die rote Farbe vieler Laub- und Blumenblätter beruht dagegen auf rot gefärbtem Zellsaft. Die Zellsafträume (Vakuolen) sind in der Zelle vom

farblosen Protoplasma eingeschlossen (Abb. 67). Kein Stoff kann in die unversehrte Pflanzenzelle eindringen oder aus ihr heraus, wenn er nicht durch die Zellwand und die lebendige Protoplasmaschicht hindurchzutreten vermag. Die festen Einschlüsse können also erst innerhalb der Zellen aus flüssigen Stoffen aufgebaut werden.

Ebenso mannigfaltig wie die Einschlüsse sind Form und Größe der Pflanzenzellen. Junge Gewebeteile, wie Wurzelspitzen, Zweigspitzen, Knospen, bauen sich aus Zellen auf, die annähernd kugel-, würfel- oder tonnenförmig sind und etwa $\frac{1}{100}$ mm Durchmesser haben mögen. In

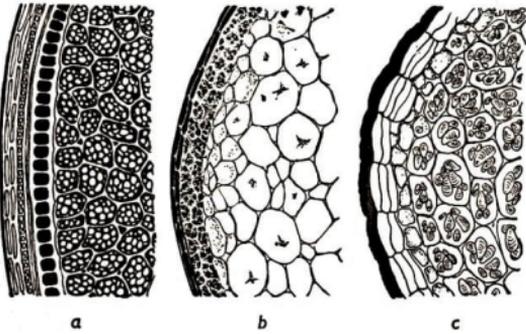


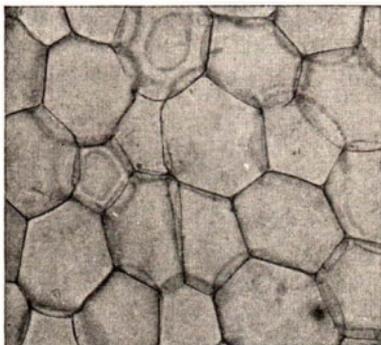
Abb. 68. Pflanzliche Gewebe: Links die Schalen- oder Hautgewebe, rechts a Nährgewebe eines Weizenkorns, b saftiges Gewebe vom Fleisch einer Pflaume, c Speichergewebe mit Stärkekörnern in der Kartoffelknolle

wachsenden Stengeln und Zweigen können sie sich zu länglichen Kämmerchen oder Röhren umgestalten, die Meterlänge erreichen. Im lockeren Gewebe der Laubblätter wachsen die Zellen so, daß Zwischenzellräume (Lücken, Abb. 69) zwischen ihnen entstehen; im Stengelmark, z. B. der Binse, grenzen sie gelegentlich nur noch mit dünnen Fortsätzen aneinander. Dieses Gitterwerk versteift den Halm wie die Verstrebungen den Gittermast einer Hochspannungsleitung oder einen Funkturm. — Die Formenfülle ist bei den Zellen im Körper der Tiere und des Menschen nicht weniger groß als bei denen der Pflanzen.

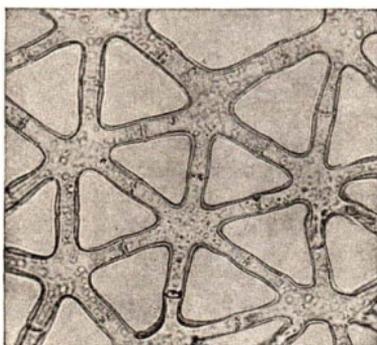
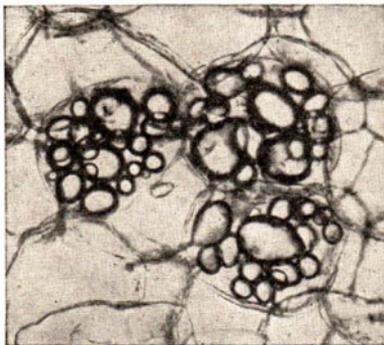
2. Die Zellteilung

Nach langen geduldigen und scharfsinnigen Beobachtungen und vielen Irrtümern hat man erkannt, daß neue Zellen stets nur durch Teilung einer schon vorhandenen Zelle entstehen. Die hauptsächlichsten Vorgänge dieser Zellteilung sind bei den niederen und höheren Pflanzen oder Tieren sowie beim Menschen in der Regel gleich (Abb. 73). Der umständliche Teilungsvorgang läßt erkennen, daß diejenigen Bestandteile des Zellkerns, die sich zu Kernschleifen oder Chromosomen ordnen, besonders wichtig sind. Das zeigt die Genauigkeit, mit der sie auf die Zellgeschwister verteilt werden.

Die Zellteilungen sind überaus häufig; sie sind nur nicht überall leicht zu beobachten. Wo die Spitze einer Wurzel oder eines Sprosses wächst, ein Baumstamm stärker wird und die Rinde sprengt, wo eine Frucht groß und schwer, eine Samenanlage zum Samen, ein junges Blättchen breit und kräftig wird, da werden Tausende von Zellen in gleichartigen Teilungsvorgängen gebildet. Wenn sich bei Mensch und Tier die Haut erneuert, Haare und Nägel wachsen, Blutkörperchen neu entstehen,



Zellgewebe des Markes im Maisstängel

Zellgewebe vom Blatt des Sternmooses.
Jede Zelle mit zahlreichen BlattgrünkörperchenSternförmige Zellen im Stengelmark c.ner Binse.
Dreieckige Zellzwischenräume

Zellen der Kartoffelknolle mit Stärkekörnchen

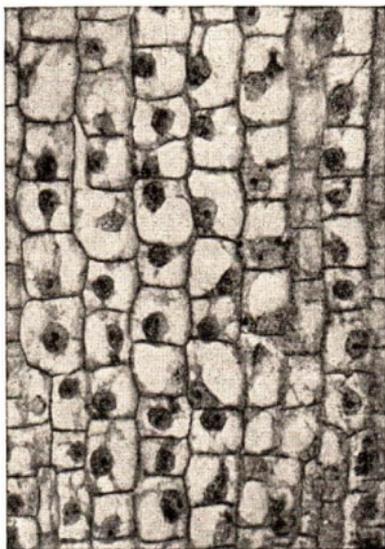
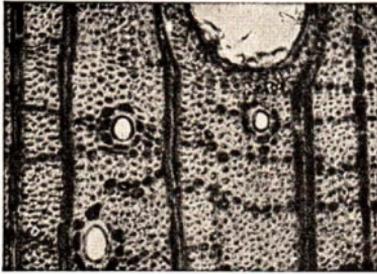
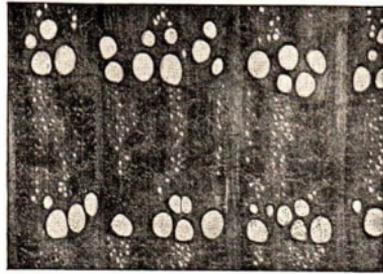
Zellgewebe aus der Wurzelspitze der Küchenzwiebel,
künstlich gefärbt

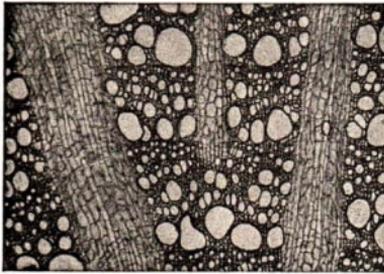
Abb. 69. Zellgewebe



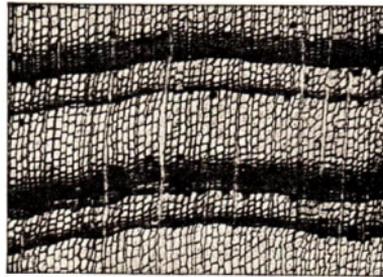
Querschnitt durch das sehr harte und biegungsfeste Holz des Hickory-Baumes (Heimat: Nordamerika)



Bei stärkerer Vergrößerung eines Stengelquerschnitts der Eiche sieht man die weiten im Frühjahr gebildeten Gefäße von zwei Jahresringen sowie einige Markstrahlen



Das Holz des Pfeifenstrauchs ist von breiten Markstrahlen durchsetzt und locker



Querschnitt durch versteinertes (fossiles) Nadelholz aus der Steinkohlenzeit

Abb. 70.

Der Unterschied zwischen Harthölzern (oben) und Weichhölzern (unten) spricht sich hier deutlich in ihrem Feinbau aus

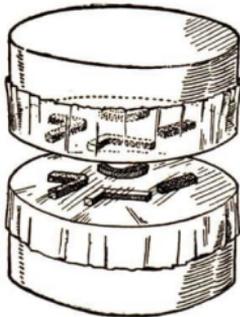


Abb. 71.

Bastelmodell zur Zellteilung (runde Schachtel mit Deckel, Glaspapier, Streichholzstücken oder dergl.)

Knochen oder Muskeln an Länge und Dicke zunehmen, dann sind wieder zahllose Zellteilungen die Ursache dazu.

Teile einer Pflanze können sich aber auch ohne Zellteilungen vergrößern. Dann strecken sich die Zellen und füllen sich mit weiterem Inhalt. So ist es z. B., wenn sich ein Blumenblatt aus der Knospe entfaltet.

Aufgaben. 1. Fertige das Modell einer Zelle während der Teilung nach Abb. 71 (Zustand wie Abb. 73b, c und e 3). — 2. Zeichne die einfache Jungpflanze Abb. 72 vervollständig und vierfach vergrößert. Gib mit roter Farbe an, wo überall, auch in der Erde, Zellteilungen stattfinden werden.



Abb. 72. Eine Jungpflanze, stark vervielfacht (zu Aufgabe 2)

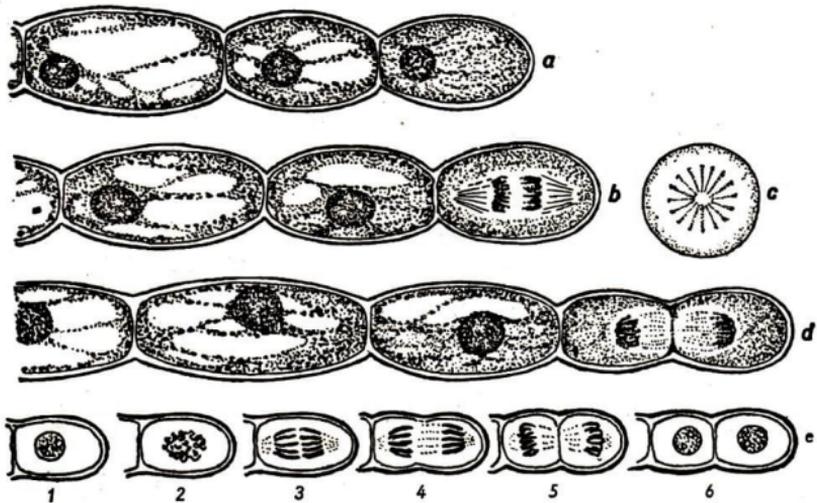


Abb. 73. Zellteilung in den Staubfadenhaaren der Dreimasterblume (*Tradescantia*).
 a Die Zellsaftäume nehmen in dem Maße zu, wie die Zellen sich vergrößern; b die Spitzenzelle des Staubfadenhaars beginnt sich zu teilen; die Kernschleifen bilden sich; c die gleiche Zelle im Querschnitt; d die Kernteilung ist fast vollendet, eine neue Zellwand bildet sich aus; e Reihenfolge der Zellteilungsvorgänge (vereinfacht)

B. Die Bestandteile des Pflanzenkörpers

Betrachten wir die größeren Blütenpflanzen unserer Umgebung, so beobachten wir, daß bestimmte Teile bei ihnen allen vorkommen. Wir bezeichnen diese als Wurzel, Zwiebel, Knolle, Stengel, Halm, Dorn, Blüte, Stempel usw. Vor allem erscheinen uns zwei Teile deutlich ausgeprägt: die **Wurzel** und der beblätterte oberirdische **Sproß**.

Die Wurzel breitet sich, vor unseren Augen verborgen, meist reich verzweigt im Erdboden aus. Der Sproß erhebt sich als derber, holziger Stamm hoch in die Luft, oder er bleibt als zarter krautiger Stengel niedrig. Er trägt an seinen Ästen und Zweigen grüne Laubblätter. Der Sproß trägt aber auch die Teile der Blüte, wie Kelchblätter, Blumenblätter, Staubgefäße und Stempel. Pflanzen, an denen wir Wurzel, Stengel, Blätter und Blüten erkennen können, bezeichnen wir als höhere Pflanzen. Daneben finden wir auch Pflanzen, denen einzelne oder alle diese Teile fehlen. Sie sind einfacher gestaltet, stehen also auf einer niedrigeren Stufe der Ausbildung und heißen darum **niedere Pflanzen**.

Bei den Farnen können wir noch Stengel und Blätter unterscheiden, vermissen aber die Blüten. Bei den Algen, Pilzen und Flechten ist eine Gliederung in Wurzel, Stamm und Blatt nicht zu entdecken, obgleich diese Gewächse manchmal viel Ähnlichkeit mit den höheren Pflanzen zeigen. Einen solchen ungegliederten Pflanzenkörper bezeichnet man als **Lager** und die Pflanzen als **Lagerpflanzen**. Im Gegensatz dazu werden die höheren Pflanzen **Sproß-** oder **Stamm-Blatt-Pflanzen** genannt.

Die Moose lassen sich nur schwer in eine der beiden Gruppen einfügen. Während sich an den Laubmoosen stets deutlich Stamm und Blatt unterscheiden, entbehren zahlreiche Lebermoose dieser Gliederung. Die Moose bilden also den Übergang zwischen beiden großen Gruppen.

Die Mehrzahl der Stamm-Blatt-Pflanzen besitzt Blüten, aus denen vielzellige **Samen** mit je einem Keimling hervorgehen. Bei den Farnen, Moosen und Lagerpflanzen dagegen erfolgt die Vermehrung vorwiegend durch einzellige **Sporen**. Hiernach unterscheidet man Samen- oder Blütenpflanzen (Phanerogamen) sowie Sporen- oder blütenlose Pflanzen (Kryptogamen).

Die **Wurzel** unterscheidet sich vom Stengel dadurch, daß sie niemals Blätter trägt. Wurzelähnliche Teile mit Blättern (Wurzelstock) rechnen wir daher zu den Stengeln. Die Aufgaben der Wurzeln sind: Befestigung der Pflanzen im Erdboden, Aufnahme von Wasser und darin gelösten Nährsalzen, Aufspeicherung von Nahrung. Wir unterscheiden meistens eine **Hauptwurzel** und zahlreiche **Nebenwurzeln** (Abb. 74). Die kräftige Hauptwurzel, die sich senkrecht nach unten in den Boden bohrt, nennen wir **Pfahlwurzel** (Kiefer). Sie wächst oft bis in die feuchten Erdschichten hinab, deshalb finden wir sie bei den Pflanzen ausgebildet, die auf trockenem Boden wachsen.

Oft verkümmert aber die Hauptwurzel sehr früh, und **Beiwurzeln** des Stengels übernehmen ihre Aufgabe (Getreidegräser). Auf diese Weise entsteht die **Faser-** oder **Büschelwurzel** (Abb. 75 a u. 76e). Solche Wurzeln können sich auch an allen anderen Pflanzenteilen bilden. Dies sehen wir z. B. an unterirdischen Sprossen (Taubnessel, Maiglöckchen), an Ausläufern (Veilchen, Erdbeere), an Zweigen, die wir als Stecklinge in den Boden pflanzen (Stachelbeere, Weinrebe). Die Nebenwurzeln können sich abermals verzweigen und immer feinere Wurzeln abgeben. So entsteht ein dichtes Wurzelgeflecht, das wir an Zimmerpflanzen beobachten können. Alle Erdteile sind dicht umspinnen und durchsetzt, so daß der Wurzelballen oft den ganzen Topf ausfüllt und leicht umzupflanzen ist. Je größer die Pflanze ist, desto reicher ist meist ihr Wurzelwerk entwickelt. Die Wurzelbildung ist auch abhängig von den Bodenarten. Viele Pflanzen bilden auf armem Boden ein ausgebreitetes Wurzelwerk, während Bewohner fruchtbaren und wasserreichen Bodens weit weniger Wurzeln besitzen.

Die im Boden vorhandenen Nährstoffe werden im Bodenwasser aufgelöst; sie bilden eine Nährlösung. Diese Lösung wird nicht von allen Wurzelteilen aufgenommen, sondern nur von den **Wurzelhaaren**. Diese sind besonders gut an einer Keimlingswurzel zu beobachten und geben ihr das Aussehen einer kleinen Flaschenbürste (Abb. 75). Die Wurzelhaare umwachsen die feinsten Bodenteilchen, verkleben mit ihnen und entziehen ihnen die Nährlösung. Sie sind in großer Zahl vorhanden, finden sich aber an älteren Wurzeln nur an der Spitze, während die höher stehenden absterben. Da die Wurzelspitze dauernd wächst, bilden sich immer neue Wurzelhaare, die frische, noch nicht ausgesogene Bodenkrumen umwachsen.

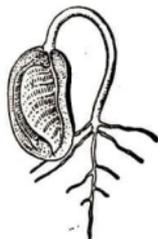


Abb. 74:
Keimende Bohne;
die Hauptwurzel hat
Nebenwurzeln gebildet

Neben der Befestigung und Nahrungsaufnahme besteht für die Wurzeln die wichtige Aufgabe der **Aufspeicherung** von Nahrungstoffen. Dies geschieht in besonders verdickten, fleischigen Teilen, den **Speicherorganen** (Rüben, Abb. 76 b und c).

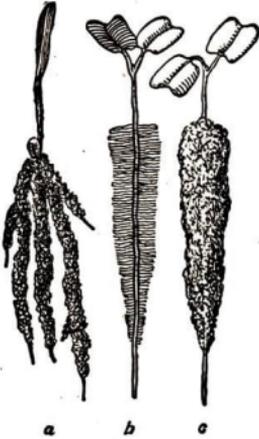


Abb. 75.
a Faser- oder Büschelwurzel des Weizens; b und c zwei junge Senfpflanzen, c mit anhaftender Erde

Der **Stengel** dient als Träger der Blätter, Blüte und Früchte. Er hebt die Laubblätter in die unentbehrliche Luft und in den wärmespendenden Sonnenschein empor. Ferner vermittelt er den Austausch der gelösten Stoffe zwischen Wurzel und Blatt. In den Adern des Stengels sind feine Röhren (Gefäße) ausgebildet. An einem trockenen, durchschnittenen Rohrstock kann man sie mit bloßen Augen erkennen; man vermag sogar Luft hindurchzublasen.

Der Stengel bleibt bei der Mehrzahl der Pflanzen dauernd weich und saftig, wie er bei der Keimung war. Solche Pflanzen sterben dann im Winter entweder völlig ab (**einjährige Kräuter**), oder sie überwintern doch nur unterirdisch (**mehnjährige Kräuter** oder **Stauden**). Erst bei den Holzgewächsen (Bäumen, Sträuchern) kommt es zur Ausbildung von oberirdischen Stengeln (Stamm, Ästen, Zweigen), die auch im Winter standhalten.

Ist der Stengel zu schwach, um sich aus eigener Kraft aufrecht zu erhalten, so wird die Pflanze zur Kletterpflanze, sofern sie nicht am Boden ihre Lebensbedingungen zu finden weiß. Entweder windet sie sich mit ihrem Stengel um

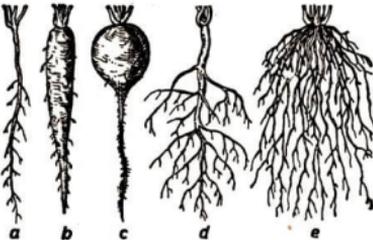


Abb. 76. Wurzelformen. a fadenförmige, b spindelförmige, c rübenartige, d astige Wurzel, e Faserwurzel

festen Stützen (Bohne, Hopfen), oder sie verwendet Kletterwurzeln (Efeu), oder sie bildet Ranken, also besondere Greiforgane, aus (Weinstock, wilder Wein, Kürbis, Erbse).

Blattarten. Wir finden bei zahlreichen Pflanzen unterhalb und oberhalb der grünen Laubblätter noch Blätter anderer Art. Wir unterscheiden Niederblätter, Hochblätter und Laubblätter. Bei den Blütenpflanzen treffen wir außerdem noch die Keimblätter sowie Blütenblätter an

Die **Niederblätter** bilden an unterirdischen Stämmen und jungen oberirdischen Trieben die sog. Hüllblätter (z. B. bei Windröschen und Scharbockskraut). Sie können als Knospenschuppen junge Triebe umgeben (Roßkastanie) oder als Zwiebelschuppen einen Vorratsspeicher bilden (Tulpe).

Die **Hochblätter** sind Schutzwerkzeuge der Blütenstände und jungen Blüten. Wir finden sie als Deckblätter (Knabenkraut), als Hülle oder Hüllchen eines Doldengewächses, als Hüllkelch bei den Korbblütlern, als Blütenscheide

(Schneeglöckchen) und Spelzen bei den Gräsern. Sie können auch die Aufgabe der Laubblätter übernehmen, wie z. B. beim Windröschen. Sie dienen ferner der Insektenanlockung (Hain-Wachtelweizen), der Bestäubung (Aronstab), der Fruchtbildung bei den Becherfrüchtlern oder der Fruchtverbreitung bei der Linde.

Die **Laubblätter** zeichnen sich durch ihren grünen Farbstoff, das Blattgrün oder Chlorophyll, aus. Sie haben vor allem die Aufgabe, unter der Mitwirkung des Lichtes die aufgenommenen Nährsalzlösungen in hochwertige Nahrungsstoffe umzuwandeln. Aus ihrem Innern lassen sie fortwährend Wasser verdunsten und schaffen so Platz für den von der Wurzel aufsteigenden Nährsalzstrom. Ein vollständig ausgebildetes Blatt besteht aus der Blattfläche oder Blattspreite, dem Blattstiel und der Blattscheide. Zur Stütze der dünnen Blattspreite dienen die Adern oder Rippen, die sich in der Blattfläche verteilen und dort ein feines Netz bilden. Sie enthalten ein Röhrensystem zur Zu- und Ableitung der Nährstofflösungen.

Die **Blattfläche** zeigt eine sehr verschiedene Ausbildung.

Die **Blattform** bezeichnen wir nach Umriß, Blattgrund und Spitze. Nach dem **Umriß** (Abb. 77A) der Blattfläche unterscheiden wir:

- kreisrunde** (Kapuzinerkresse, a)
- elliptische** (Buche, b)
- eiförmige** (Apfel, c)
- nierenförmige** (Sumpfdotterblume, d)
- spatelförmige** (Gänseblümchen, e)
- keilförmige** (Teilblättchen der Roßkastanie, f)
- lanzettliche** (Silberweide, g)
- linealische** (Gräser, h)
- nadeiförmige** (Kiefern, i) Blätter.

Nach **Blattgrund** und **-spitze** (Abb. 77B) unterscheiden wir:

- herzförmige** (Flieder, a)
- pfeilförmige** (Pfeilkraut, b)
- spießförmige** (Sauerampfer, c) Blätter.

Nach der Beschaffenheit des **Blattrandes** (Abb. 77C) ist es

- gesägt** (Brennessel, a)
- gezähnt** (Löwenzahn, b)
- gekerbt** (Gundermann, c)
- gebuchtet** (Eiche, d)
- ausgeschweift** (Buche, e)
- ganzrandig** (Flieder, f).

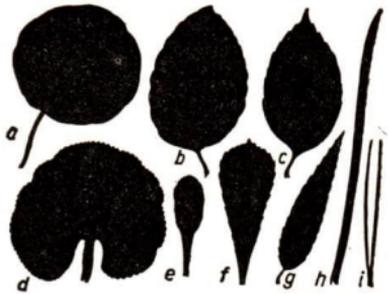


Abb. 77A. Formen der Blattfläche

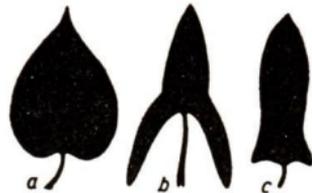


Abb. 77B. Formen des Blattgrundes und der Blattspitze

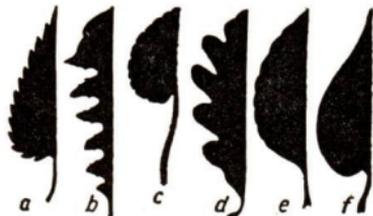


Abb. 77C. Beschaffenheit des Blattrandes



Abb. 77 D. Blätter mit tiefen Einschnitten in die Blattfläche

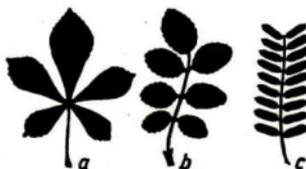


Abb. 77 E. Zusammengesetzte Blätter



Abb. 77 F. Aderung der Blätter

Häufig ist die Blattfläche durch tiefere Einschnitte, die zwischen den großen Adern verlaufen, gespalten oder gar bis zur Mittelrippe geteilt (Abb. 77 D). So entstehen **fiederspaltige** (Rainfarn, a), **fiederteilige** (Petersilie, b) oder **handförmig-gelappte** (Ahornblätter, c).

Wird die Blattfläche durch die Spalten in mehrere Teile oder Teilblättchen zerlegt, so entstehen **zusammengesetzte Blätter** (Abb. 77 E). Diese sind **handförmig**, **gefingert** (3-, 5- und mehrzählig, Roßkastanie, a) oder **gefiedert** (Rose, b).

Unpaarig gefiederte Blätter tragen ein Endblättchen (Rose, b), **paarig gefiederte** sind ohne ein solches (Linse, c).

Durch die Blattfläche hindurch verteilen sich die Blattnerven (Adern, Abb. 77 F). Laufen alle Adern mit der Mittelader parallel, so nennen wir es **parallelnervig** (einkeimblättrige Pflanzen, a). Entspringen die Seitennerven jederseits verteilt aus dem mittleren Nerv, so ist das Blatt **fiedernervig** (Buche, b). Entspringen die Seitennerven an einer Stelle, so ist es **handnervig** (Ahorn, c).

Die **Blüte** hat die Aufgabe, Samen hervorzubringen, durch die sich die Pflanze erhält und weiterverbreitet. Sie wird von einem blattlosen Teil des Stengels,

dem Blütenstiel, getragen. Der obere Teil des Blütenstiels heißt Blütenboden, er wird später zum Fruchtboden. Auf ihm sitzen dichtgedrängt die Blütenblätter, die wir als Kelchblätter, Blumenblätter, Staubgefäße (Staubblätter) und Stempel (Fruchtblätter) bezeichnen. Sie sind meist in Kreisen angeordnet. Die beiden äußeren Kreise, die Kelch- und Blumenblätter, schützen die zarten inneren Blütenteile. Der Kelch ist meist grün, während die Blumenblätter durch ihre auffälligen bunten Farben die bestäubenden Insekten anlocken. Wir haben in diesem Falle eine doppelte Blütenhülle vor uns. Von einer einfachen Blütenhülle spricht man z. B. bei der Tulpe. Hier sind beide äußeren Kreise gleich. Die Blätter jedes Kreises können entweder getrennt (Mohn) oder untereinander verwachsen sein (Glockenblume). Die **Staubgefäße** sind in der Regel aus Staubfaden und Staubbeutel zusammengesetzt. Bei der Reife öffnen sich die Beutel und entleeren die Blütenstaubkörner (Pollen). Im Freien wird der Blütenstaub durch den Wind, durch Insekten und verschiedene andere Tiere oder durch das Wasser auf die Narben der Stempel geführt (Bestäubung). Die **Stempel** sind die Träger der Samenanlagen. Diese ruhen in den Fruchtknoten, das sind geschlossene Behälter aus den verwachsenen Fruchtblättern. Außen an dem Fruchtknoten finden wir den kurz- oder langgestielten Griffel mit der Narbe. Alle drei

Teile bilden den Stempel. Häufig sind in einer Blüte nur die Staubgefäße oder nur die Stempel entwickelt. Wir nennen sie dann **getrennt-** oder **eingeschlechtlich**. Sind dagegen, wie in den meisten Blüten, beide Organe vorhanden, so ist sie **zweigeschlechtlich** oder **zwitterig**. Kommen beide Arten eingeschlechtlicher Blüten, die Staubwie die Stempelblüten, auf einer Pflanze vor, so nennen wir diese **einhäusig**. Sind sie dagegen auf zwei verschiedene Pflanzen verteilt, so heißen sie **zweihäusig** (Weide).

Die Pflanzen bringen in der Regel zahlreiche Blüten hervor, die zumeist zu **Blütenständen** gehäuft sind (Abb. 78).

Aufgaben. Lege eine Blattsammlung an. Jedes Blatt wird zwischen Löschpapier oder grauem Pflanzenpreßpapier unter Druck getrocknet, entweder in einer Pflanzenpresse oder in einem alten, nicht zu dünnen Buche, das man fest zuschnürt. Sobald die Blätter ganz trocken sind, werden sie gruppenweise in ein Heft geklebt. Der Blattstiel kann mit einem Papierstreifen festgeklebt werden, die Unterseite der Blattspreite wird mit etwas Klebstoff befestigt. Sammle besonders die Blätter der Baum- und Straucharten in der Umgebung deiner Wohnung. Die Sammlung wird nach den Gesichtspunkten geordnet, wie sie oben angegeben sind.

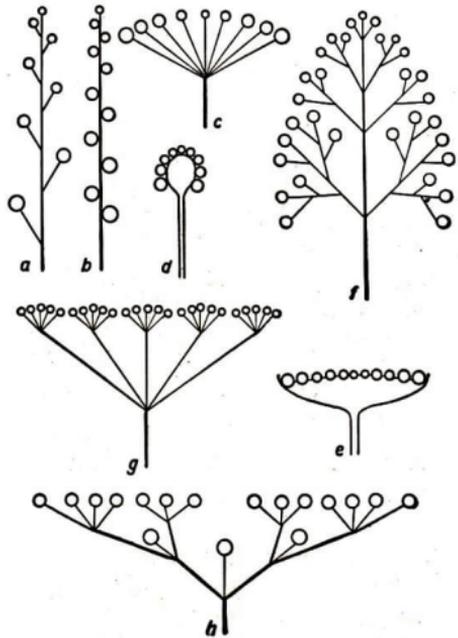


Abb. 78. Einige häufige Blütenstände. *a* einfache Traube (Johannisbeere, Hyazinthe); *b* Ähre (Wegerich); *c* einfache Dolde (Primel); *d* Köpfchen (Moschuskraut); *e* Körbchen (Korbblütler); *f* Rispe oder zusammengesetzte Traube (Flieder, Weintraube); *g* zusammengesetzte Dolde (Doldengewächse); *h* Trugdolde (Holunder, Schafgarbe)

II. Aus dem Leben der einzelligen Pflanzen

Wir haben gelernt, daß ein Baum oder auch schon ein größerer Pflanzenteil, z. B. ein Blatt, eine Wurzel u. a., aus einer sehr großen Anzahl von Zellen aufgebaut ist. Dagegen bestehen zahlreiche Pflanzen aus den artenreichen Gruppen der Algen und Pilze (Kieselalgen, Spaltpilze) nur aus je einer Zelle. Diese Pflanzen sind daher auch sehr klein und meist nur mit dem Mikroskop zu erkennen. Es gibt also einzellige und mehrzellige Pflanzen. Die „Einzeller“ nehmen gleich den „Vielzellern“ Nahrung auf. Sie wachsen und vermehren sich wie diese. Viele von ihnen sind sogar imstande, sich frei zu bewegen. Die Zelle, die den Leib dieser Pflänzchen

bildet, ist also ein lebendiger Körper. Die einzelligen Lebewesen und damit die Zellen zeigen deutlich Lebensäußerungen, wie Reizbarkeit, Stoffwechsel, Bewegung, Wachstum und Fortpflanzung.

1. Pflanze oder Tier

Vor mehreren hundert Jahren entdeckte man mit Hilfe des Mikroskops in grünlich gefärbtem Wasser kleine Lebewesen, die lebhaft umherschweben. Sie bewegen sich durch

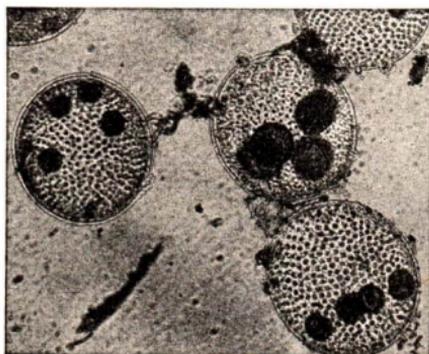


Abb. 79. Kugeltierchen mit Tochterkugeln
(etwa 20 fach vergr.)

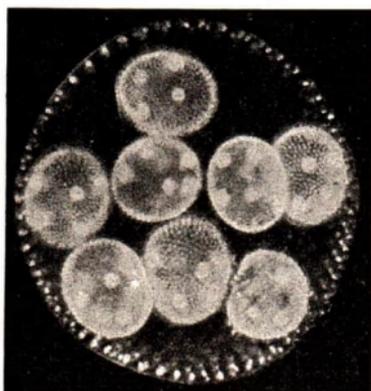


Abb. 80. Kugelalge (Durchmesser $\frac{2}{3}$ mm)

vereinigt. Jede Zelle schlägt mit zwei Geißeln das Wasser. Alle Zellen arbeiten so geordnet zusammen, daß die Kugel sich um ihre Achse und gleichzeitig langsam vorwärts bewegt. Aus einzelnen Zellen können durch Zellteilungen Tochterkugeln entstehen, die eine Zeitlang im Innern der ersten Kugel eingeschlossen bleiben. Zer-

eine oder mehrere Geißeln weiter. Durch ihre schnelle Bewegung gleichen sie winzigen Tierchen. Wie diese nehmen manche Arten Nahrung auf in Form von kleinen Teilen anderer Lebewesen (organische Nahrung). Meist aber sind sie grün wie Pflanzen und können wie diese von anorganischen Stoffen (Nährsalzlösungen) im Lichte leben. Deshalb findet man einige dieser Lebewesen sowohl in den Lehrbüchern der Pflanzenkunde (Botanik) wie in denen der Tierkunde (Zoologie) beschrieben.

Die **Augentierchen** (S. 91) z. B. tragen am Vorderende ihrer Zelle eine Geißel, die lebhaft das Wasser peitscht und den Körper nach

Art einer Flugschraube vorwärts zieht. Den Namen hat das Tierchen nach einem roten **Augenfleck**, der lichtempfindlich ist. Im Lichte vermögen Augentierchen von anorganischen Stoffen zu leben, weil ihr Zelleib Blattgrün enthält. Im Dunkeln verschwindet bei manchen Arten das Blattgrün, und sie sind dann auf organische Nahrung angewiesen. So stehen sie in der Ernährungsweise zwischen den grünen Pflanzen und den Tieren. Sie vermehren sich, indem sich der Zellkörper längsspaltet.

In den **Kugeltierchen** oder der **Kugelalge** (Abb. 79 u. 80) sind oft Tausende von grünen Zellen zu einer regelmäßigen Hohlkugel von etwa 1 mm Durchmesser

fällt diese, so schwimmen sie selbständig umher. In besonderen Zellen werden aber auch Schwärmzellen (männliche Samenzellen) und Eizellen gebildet, zwischen denen eine Befruchtung stattfindet.

2. Besonders zierliche pflanzliche Einzeller

Viele von den kleinen Algen, die nur aus einer oder wenigen Zellen bestehen, sind erstaunlich zierlich und regelmäßig gestaltet. Manche dieser Zieralgen gleichen leuchtend grünen Halbmonden oder weisen Doppelformen auf (Abb. 81). Andere

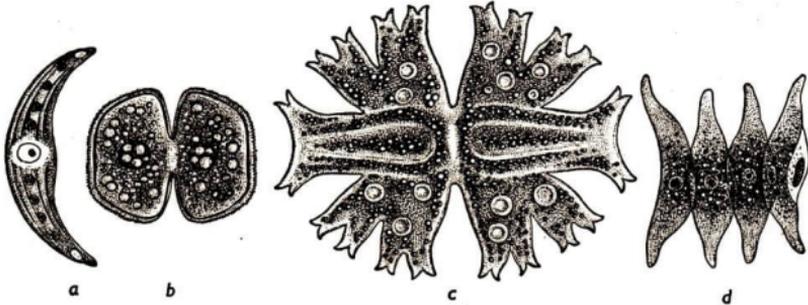


Abb. 81. Zieralgen (vergr.). a Closterium, b Cosmárium, c Micrastérias, d Scenedésmus

Algen bilden Panzer aus verschiedenen Stoffen. Lange Fortsätze erleichtern manchen das Schweben im Wasser (Panzer- oder Furchengeißler, Abb. 82). Andere gleiten wohl auch gleichmäßig auf der Unterlage dahin oder bewegen sich durch Geißeln. Jedes Gewässer hat seine besonderen Bewohner, das offene Meer wie der rasch austrocknende Tümpel, der schlickige Boden eines Sees und das Moorwasser zwischen Torfmoosen. Wir finden solche Formen sogar schon im Wandbelag von Aquarien und zwischen den Fäden der Algenwatten.

Am sichersten treffen wir **Kieselalgen** (Abb. 83) an. Jede Zelle baut sich einen Panzer aus Kieselsäure (Quarz), von der sehr geringe Mengen überall im Wasser gelöst sind. Man kann ihn am besten mit einer flachen Schachtel mit übergreifendem Deckel vergleichen. Darin liegt die eigentliche Zelle, deren Blattgrün durch einen braunen Farbstoff verdeckt ist. Vielfach hängen mehrere Kieselalgen in fadenförmigen, zickzack- oder sternförmigen Kolonien zusammen, weil die Einzelzellen oft durch Schleim verklebt bleiben. Nach der Teilung ergänzt jede Tochterzelle ihre Schalenhälfte zu einem ganzen Gehäuse. Die Kieselpanzer sind zwar zart und zerbrechlich, verwesen aber nicht. Darum haben sie sich an geeigneten Stellen des Meeresbodens seit Millionen von Jahren angehäuft. So sind die mächtigen Lager von Kieselgur entstanden (Abb. 83 f). Wegen ihrer Unverbrennlichkeit und des Luftgehaltes braucht man die Kieselgur als Hitzeschutz und wegen ihrer gleichmäßigen Feinheit als Poliermittel.



Abb. 82. Panzergeißler. Gepanzerte Geißelalge der Nord- und Ostsee (*Ceratum tripos*) (50 fach vergr.)

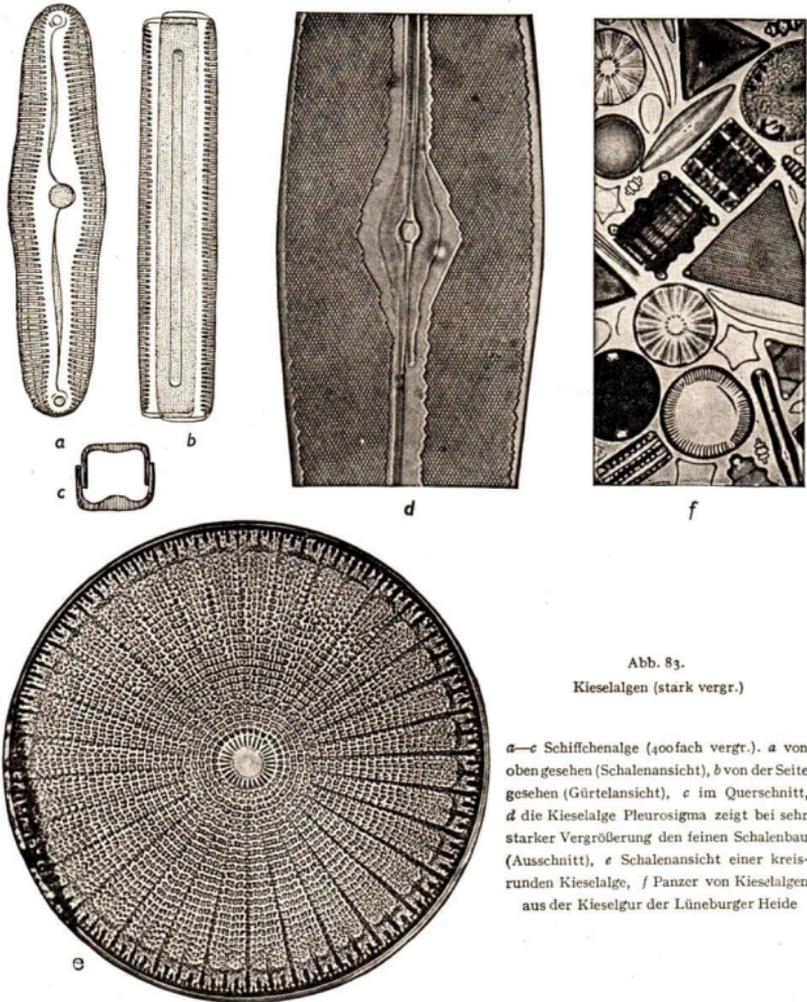


Abb. 83.

Kieselalgen (stark vergr.)

a—c Schiffchenalge (400fach vergr.). a von oben gesehen (Schalenansicht), b von der Seite gesehen (Gürtelansicht), c im Querschnitt, d die Kieselalge Pleurosigma zeigt bei sehr starker Vergrößerung den feinen Schalenbau (Ausschnitt), e Schalenansicht einer kreisrunden Kieselalge, f Panzer von Kieselalgen aus der Kieselgur der Lüneburger Heide

A. Einzellige Fäulnis- und Krankheitserreger

Aufgaben. Vorbemerkung: Von den angegebenen, in der Schule durchzuführenden, einfachen Versuchen kann nicht jeder einzelne die Ergebnisse einwandfrei aufzeigen. Man setzt darum besser mehrere Kontrollversuche gleichlaufend an. Wärmegrade beachten! Ergebnisse übersichtlich mit Zeitangaben darstellen. — 1. Koche in einem mit Wasser gefüllten Topf (Wasserbad) Prüfröhrchen mit verschiedenartiger Nahrung für Fäulniserreger (Stückchen eines Kohlblattes in Wasser; einige Kubikzentimeter Milch, Fleischstück-

chen, Erbsen oder Erbsenmehl in Wasser) a) unverschlossen, b) durch einen Zellstoffstopfen dicht verschlossen; dieser darf aber beim Kochen nicht naß werden. — Beschicke andere Prüfgläser in gleicher Weise mit den Nährstoffen, aber ohne zu kochen. Verfolge die Veränderungen (Aussehen der Flüssigkeit, Geruch, Beschaffenheit des Nährstoffs), lockere aber die Zellstoffstopfen nicht vor Ablauf einer Woche. — 2. Schneide Scheiben aus gekochten Kartoffeln und Mohrrüben. Lege sie in sauberen flachen Schalen (Petrischalen, Uhrgläser, Tellerchen, Blumenuntersetzer), zur Not auf Papier a) 5, b) 20, c) 60 Minuten lang im Zimmer aus, d) klopfe staubige Gegenstände darüber aus (Buch, Mantel). Bedecke die Behälter danach am besten mit Glasschalen oder mit Papier (Cellophan). Stelle sie warm, aber nicht in die Sonne. Unterschiede? Ursachen? — 3. Schneide aus Brot oder gekochter Kartoffel Stifte, die du a) in Prüfgläser versenkst, b) in offenen Schalen (s. o.) auslegst, so daß sie sich mit Wasser vollsaugen können, aber aus der Flüssigkeit herausragen. Unterschied? Ursache? — 4. Lege (entsprechend Aufg. 2) Scheiben von Brot oder Kartoffel aus, so daß sie feucht bleiben; a) bestreue sie zur Hälfte mit ganz wenig trockener Erde, b) tropfe Aquarienwasser darauf. Unterschied? Ursache? — 5. Mit einem Mikroskop oder einer starken Lupe läßt sich das Wachstum eines Schimmelpilzes von der Spore bis zur Sporenbildung verfolgen: Wir stellen ein wenig nährstoffreiche Flüssigkeit her (Abkochung von etwas Brot mit Zucker; frischen Fruchtsaft mit Zucker o. ä.) und verrühren darin ein wenig von einem Schimmelrasen. Mit einem zugespitzten Streichholz setzen wir auf einen Objektträger winzige Tröpfchen in Reihen, etwa 25 auf 1 cm². Er wird (ohne Deckglas) in der „feuchten Kammer“ aufbewahrt und täglich beobachtet. Das gleiche Tröpfchen läßt sich zur Beobachtung leicht wiederfinden. — 6. Alkoholische Gärung: In 200 g Wasser werden 20 g Zucker gelöst und in die erkaltete Lösung etwa 10 g Preßhefe verrührt. Warmstellen wie Kuchenteig! Der entstandene Alkohol läßt sich durch Kochen austreiben; die Kohlensäure entweicht durch ein Gärröhrchen. Sie wird durch Kalkwasser nachgewiesen. — 7. Bei stärkerer Vergrößerung läßt sich ähnlich wie in Aufg. 5 in Tröpfchen der Flüssigkeit von Aufg. 6 die Sprossung der Hefezellen beobachten.

1. Spaltpilze, ihr Leben und ihre Verbreitung

Die Spaltpilze sind winzige Lebewesen, die wir mit unseren Schulmikroskopen gerade noch erkennen können. Viele Arten der Spaltpilze sind nicht größer als wenige Tausendstel Millimeter ($\frac{1}{1000}$ mm = 1 μ [sprich „Müh“]). Die meisten bestehen nur aus einer einzigen Zelle; sie besitzen keinen Zellkern und vermehren sich durch einen Teilungsvorgang, den man als Spaltung bezeichnet. Sie ernähren sich auf verschiedene Weise; viele vermögen das Licht nicht auszunutzen, sondern brauchen organische Stoffe zu ihrer Nahrung. Das haben sie mit den Pilzen gemeinsam.

Nach ihrer Form (Abb. 84–86) unterscheidet man die kugeligen **Kokken**, die stabförmigen **Bazillen** oder eigentlichen **Bakterien**, die kurzen gekrümmten **Vibrionen** und die längeren, schraubenförmig gewundenen **Spirillen**. Die sehr zarten Spirochäten (Abb. 87c) werden zu den Spaltpilzen oder mitunter auch zu den Tieren gerechnet; sie sind schraubenförmig, aber sehr biegsam. Viele Arten der Spaltpilze vermögen mit eigentümlich zitternden Bewegungen in ihrer Nahrungsfüssigkeit umherzuschwimmen. Sie bewegen sich dabei mit Hilfe von Geißeln fort (Abb. 84e u. 85e), die nur schwer sichtbar sind. Oft bleiben viele Lebewesen der gleichen Art nach der Spaltung zu Bakterienkolonien verbunden. Sie bilden Pakete, Fäden, Kahmhäute auf der Oberfläche von Flüssigkeiten, oder Klümpchen, in denen zahlreiche Zellen durch ausgeschiedenen Schleim zusammenhalten. Zwei Spaltpilze, die soeben durch Spaltung eines einzigen entstanden sind, können

sich unter günstigen Bedingungen nach einer halben Stunde schon wieder teilen. So kommt es, daß man in einem Tröpfchen einer Nährflüssigkeit unter dem Mikro-

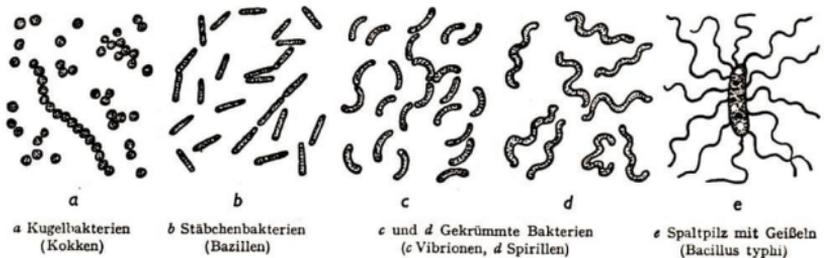


Abb. 84. Formen der Spaltpilze

skop Zehntausende von Spaltpilzen zählen kann, obwohl wenige Tage vorher kein einziger zu entdecken war. Feuchtigkeit und Wärme, etwa zwischen 20 und 40° C, begünstigen ihre Entwicklung, Trockenheit und Kälte hemmen sie, helles Sonnen-



licht ist ihnen zumeist schädlich. Unter ungünstigen Lebensbedingungen gehen die meisten Spaltpilze rasch zugrunde. Die Art bleibt aber zumeist trotzdem erhalten; der Inhalt vieler Zellen schließt sich nämlich durch eine widerstandsfähige Hülle nach außen ab, so daß sich eine Dauerspore bildet. In diesem Zustande

ruhen die Spaltpilze und andere Erreger von Fäulnis, Gärung und Krankheit in der Erde oder haften auf Früchten und Blättern oder tierischer Haut. Sie können mit dem Straßentaub verweht und mit Wasser verschwemmt werden. Viele hat man sogar kurze Zeit gekocht oder einer Kälte von über 200° ausgesetzt, ohne daß das Leben in ihnen erloschen ist.

Solche „Keime“ sind fast überall verbreitet. Straßentaub enthält im Gramm 24 000 bis 2 000 000 Stück, Flußwasser 6000 bis 550 000, Milch nach eintägigem Stehen rund 30 000 000, Leitungswasser zwischen 3 und 200, Luft in 10 Litern bis 100 und mehr Keime. Spaltpilze zersetzen die Speisereste zwischen den Zähnen des Menschen (Abb. 87) und machen die Grasnahrung im Pansen der Wiederkäuer für diese verdaulich. Von Natur keimfrei ist z. B. im allgemeinen das gesunde Fleisch im Innern der Früchte und Tiere, auch die Milch in den Milchdrüsen; arm an Keimen sind die Luft nach Regen und Schneefall, im Gebirge und an der See, sowie das Quell- und Leitungswasser. Wo die winzigen Lebewesen nicht massenweise auftreten, werden sie wirkungslos bleiben. Erst dort, wo die Lebensbedingungen für sie günstig sind, bei geeigneter Temperatur und auf guten

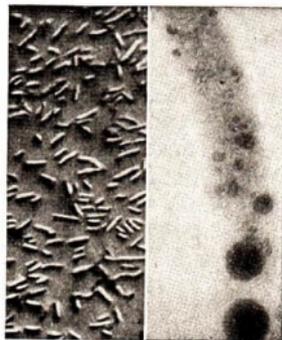


Abb. 86. Erreger der Hühnertuberkulose. Links: zahlreiche Erreger, im Lichtmikroskop 140fach vergr.; rechts: Teil eines Erregers, mit Einschlüssen, im Elektronenmikroskop 20000fach vergr.



Abb. 87. Bakterien des Zahnschleims. a *Leptothrix buccalis*, bei a nach Behandlung mit Jod, b Mikrokokken, c *Spirochaeta dentium* nach Jodbehandlung, d *Spirillum sputigenum*. 800fach vergr.



Abb. 88. Doppelschale (Petrischale), auf deren Nährboden sich zahlreiche Bakterienkolonien gebildet haben

„Nährböden“, vermehren sie sich außerordentlich stark und greifen dann in das Werden und Vergehen in der Natur entscheidend ein.

Dem Arzt Robert Koch verdanken wir es, daß wir Spaltpilze auf verhältnismäßig einfache Weise „züchten“, mit bloßem Auge sichtbar machen und eine „Reinkultur“ von ihnen anlegen können: Er bot den Keimen Nährböden, denen durch Zusatz von Gelatine oder anderen Stoffen ihre flüssige Beschaffenheit genommen war. Die Erreger finden darauf zwar reichliche Nahrung und vermehren sich schnell, sie können sich aber nicht von der Stelle bewegen. So entstehen auf der Gelatineschicht Bakterienkolonien, die als Pünktchen, kreisförmige Flecke oder Ringe mit bloßem Auge sichtbar und oftmals unterschiedlich gefärbt sind (Abb. 88). Meist wird jede Kolonie von einer einzigen Zelle abstammen, also eine „Reinkultur“ darstellen. Von solchen ausgehend, kann man die Erreger auf andere Nährböden übertragen und nachweisen, daß es von den Spaltpilzen genau wie von größeren Lebewesen zahllose verschiedene Arten gibt. Sie sind weniger durch ihre Gestalt zu unterscheiden, aber sicher nach ihrer Leistung und Lebensweise.

Aufgabe. Wie viele Spaltpilze würden unter günstigen Bedingungen aus einem einzigen nach 24 Stunden entstanden sein, wenn sie sich gleichmäßig aller halben Stunden teilten? Von über 1000 Stück an rechne nur noch nach Tausendern.

2. Schimmelpilze

Nahrungsmittel wie Brot, gekochtes Gemüse und Obst oder Käse, aber auch Faserstoffe, Leder und andere organische Stoffe überziehen sich in feuchter Luft leicht mit Schimmel. Bald sind es grauweißliche, filzig watteähnliche Überzüge, bald ziemlich feste, kreisförmig gewachsene, blaugrünlich oder anders gefärbte Decken. Dumpfer Geruch macht die Nahrungsreste ungenießbar. Es sind Pilze, die mit einem Fadenwerk unregelmäßig verzweigter feiner Schläuche den Nährboden durchziehen und zersetzen.

Beim **Kopfschimmel** (vgl. Abb. 158 S. 147) sind die Fäden nicht durch Querwände geteilt. Mit bloßem Auge als schwarze Knöpfchen sichtbar, erheben sich über dem Pilzlager Sporenkapseln, mit deren Hilfe sich der Pilz massenhaft verbreitet. Die anderen häufigen Schimmelpilze sind viel kleiner. Nur bei starker Vergrößerung zeigt sich uns etwas von ihrem Bau: Beim **Gießkannenschimmel** stehen die Sporen in Reihen, als seien es Tropfen, die aus der Brause einer Gießkanne hervorsprühen. Der **Pinselschimmel** (vgl. Abb. 159 S. 148) trägt die Sporen, ebenfalls perlschnurartig aufgereiht, auf pinselähnlich verzweigten Fadenstücken. Das Fadenwerk beider ist in einzelne Zellen gegliedert.

3. Hefepilze

Die Hefe ist immer mehr zu einer wichtigen Kulturpflanze der Menschheit der ganzen Erde geworden. Verschiedene Sorten der Weinhefen rufen die Gärung der Obstsaft hervor und erzeugen darin nicht nur Weingeist und Kohlensäure, sondern je nach ihrer Eigenart verschiedene Duftstoffe, die den Weinen die „Blume“ geben. Bierhefen vergären den Zucker, der sich in keimenden Gerstenkörnern bildet. Auch von ihnen sind zahlreiche Abarten gezüchtet worden. Die „Brenneieren“, in denen Spiritus aus Kartoffeln gewonnen wird, erzeugen ihn mit Hilfe

der Tätigkeit der Hefepilze. Die Stücke von Bäcker- oder Preßhefe sind nichts anderes als Millionen fest zusammengepreßter, aber noch lebensfähiger Hefezellen. Wenn sie der Bäcker gut im Teig verrührt und verteilt, dann bildet jede Zelle um sich ein Bläschen gasförmiger „Kohlensäure“ und macht so den Teig locker. Seit alter Zeit werden Hefekuren gegen bestimmte Krankheiten empfohlen.

Ferner läßt man mannigfache Abfälle, die bei der Gewinnung von Papier und Zellstoff aus Holz entstehen, durch Hefepilze vergären. Man nutzt den Spiritus, der so entsteht, die Hefe selbst aber wird sorgfältig gereinigt und getrocknet. Als eiweiß- und vitaminreiches Nahrungsmittel werden die so gewonnenen Hefeflocken in verschiedenster Zubereitungsweise der menschlichen Ernährung dienstbar gemacht.

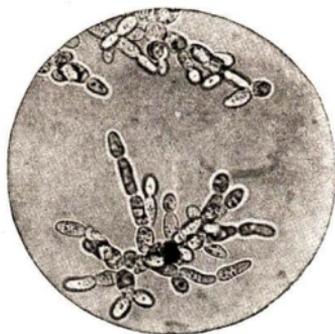


Abb. 89. Hefepilze (Bäckerhefe). 600 fach vergr.

Wie unter der Pflege des Menschen, so gedeihen auch in der Natur die **Hefepilze** (Abb. 89) dort, wo zuckerhaltige Flüssigkeiten ihnen Nahrung bieten: im ausfließenden Saft verletzter Früchte oder „blutender“ Bäume und im Blütensaft der Blumen; sie finden sich aber auch im Erdboden. Es sind rundliche Einzelzellen, aus denen knospenartig, durch Sprossung, neue Hefezellen hervorstehen. Deshalb heißen die Hefepilze auch Sproßpilze.

4. Von der Tätigkeit der Fäulnisbewohner

Wir haben gelernt, daß es Fäulnis- und Gärungserreger sind, die Überreste und Vorräte unserer Nahrungsmittel zersetzen und sie oft ungenießbar machen. Es scheint uns fast unmöglich, diesen Eingriff zu verhindern. Die Fäulnis- und Gärungserreger dringen in jeden Kochtopf, sitzen auf der Haut der Fische und fehlen ebenso wenig in den Molkereien wie in den Schlachthöfen. Sie bedrohen das aufgestapelte Holz im Walde sowie Heu oder Getreide, das wegen anhaltenden Regens feucht eingefahren werden muß. Vorräte an Kleidung und Schuhwerk, an Gegenständen aus Holz, Pappe oder Papier werden von ihnen entwertet, sobald diese feucht lagern. Nur anorganische Stoffe, wie Glas, Stein und Metall, vermögen sie dagegen nicht anzugreifen. Wir müssen ungeheuer große Aufwendungen machen, um unsere Vorräte vor ihnen zu schützen. Sie werden aber noch übertroffen durch den Schaden, den die Erreger trotz aller Gegenmaßnahmen anrichten.

Ein Blick auf das Werden und Vergehen in der Natur lehrt uns jedoch, daß die Erreger der Fäulnis und der Gärung andererseits aber auch unentbehrlich sind. Sie zersetzen die abgestorbenen Überreste von Pflanzen und Tieren und bereiten somit den neu entstehenden Lebewesen unerschöpflich Nahrung. Ohne das Wirken der Erreger würde dieser ewige Kreislauf der Stoffe bald zum Stillstand kommen. Weder eine Tierleiche noch die dichte Decke abgefallener Blätter im Herbstwalde

würde wieder zu fruchtbarer Erde werden, wenn sich nicht die Fäulniserreger ihrer bemächtigten. In kurzer Zeit würde der Boden von unvergänglichen Überresten aller Art bedeckt sein. Die Erde würde an Nährstoffen verarmen; denn es werden ihr dauernd durch die Wurzeln der Pflanzen Aufbaustoffe entzogen. Nur sehr unvollständig würden diese Stoffe zurückgegeben, wenn die Fäulniserreger nicht wären.



Abb. 90. Von Bakterien erzeugte Knöllchen an den Wurzeln der Bohne

Besonders wichtig und nützlich sind die Spaltpilze im Ackerboden. Sie zersetzen die abgestorbenen Pflanzenwurzeln, die das Erdreich dicht durchziehen, und geben dem Boden die richtige „Gare“. Einige Arten sind sogar imstande, den wertvollen „Stickstoff“ im Boden anzureichern, den der Bauer sonst dem Acker mit dem Dünger zuführt. Sie verarbeiten dazu die Bestandteile der Luft. Manche Arten brauchen zu dieser Tätigkeit den Sauerstoff der Luft, andere vermögen gerade dort zu gedeihen, wo es an Sauerstoff fehlt. Die bekanntesten sind die Knöllchenbakterien. Sie dringen in die Wurzeln von Schmetterlingsblütlern ein und rufen dort Wucherungen hervor (Abb. 90). Die Stickstoffverbindungen, die sie dabei bilden, machen den Ackerboden fruchtbarer. Ihretwegen sät der Bauer auf nährstoffarmem Boden oftmals zunächst Luzerne, Lupine oder andere Schmetterlingsblütler an und pflügt sie dann als Gründüngung unter. Er impft sogar noch die Böden mit den stickstoff-

sammelnden Bakterienarten, indem er Reinkulturen von ihnen kauft, in Wasser aufschlämmt und das Saatgut oder den Acker damit benetzt.

Wahllos werden die Spaltpilze, die Hefezellen und die Sporen der Schimmelpilze überallhin verbreitet. Welche Arten aber gedeihen und den betreffenden Nährboden beherrschen, das hängt von der Eigenart der Umwelt ab. Auf Fleisch vermehren sich andere Kleinlebewesen als in Milch. Hier sind es vor allem Bakterien, die den Milchzucker in Milchsäure umwandeln, so daß Sauer Milch und schließlich Quark und Käse entstehen. Früchte und Fruchtsäfte bieten mit ihrem Zuckergehalt den Hefepilzen gute Wachstumsbedingungen. Wenn aber das Gefäß gut bedeckt gehalten wird, in dem die Früchte oder der Quark aufbewahrt werden, dann ist darin die Luft so feucht, daß sich leicht Schimmelpilze entwickeln. Nacheinander lösen sich auf dem gleichen Nährboden verschiedene Kleinlebewesen ab. Wenn z. B. ausgepreßter Traubensaft durch Hefepilze zu Most geworden ist und sich schließlich zu Wein klärt, dann können bei offenstehenden Weinresten Essigbakterien an die Stelle der Hefe treten. Sie zersetzen den Alkohol, den jene gebildet haben, und verwandeln ihn in Weinessig.

Die Tätigkeit der Kleinlebewesen wird vom Menschen bald gefördert, bald be-

kämpft. Jeder große Lebensmittelbetrieb verwertet heute die Kenntnisse, die wir von ihren Lebensbedingungen haben. Man stellt so günstig wie möglich diese Bedingungen her, die für die gewünschte Wirkung nötig sind. Man züchtet Reinkulturen der erwünschten Arten und Rassen und setzt sie den Lebensmitteln zu. In den Keltereien züchtet man geeignete Heferassen und bekämpft die Essigbakterien. In der Essigfabrik begünstigt man gerade diese. Zur Herstellung feiner Käsesorten braucht man ganz bestimmte Arten von Schimmel. Wieder andere Keime dienen zur Gewinnung der verschiedenen Sorten gegorener Milch, wie Kefir, Joghurt u. a. Seit alter Zeit hebt der Bäcker beim Brotbacken Sauerteig auf und setzt ihn dem neuen Brotteig wieder zu. Von gewissen Spaltpilzen läßt der Bauer die holzigen Bestandteile der Flachsstengel zersetzen und lockern, so daß die wertvollen Leinfasern frei werden. Dies ist der Zweck, wenn der Flachs in die „Rotte“ gelegt wird (Abb. 91). Wieder andere Erreger rufen die Gärung (Fermentation) der Blätter von Tabak und Tee, der Bohnen von Kaffee und Kakao hervor. Erst dadurch erhalten diese Genußmittel ihren guten Geruch und Geschmack.



Abb. 91. Flachs wird in die „Rotte“ gelegt

Aufgaben. 1. Nimm an, in eure Wohnung und euren Garten könnten keine Spaltpilze eindringen. Welche Maßnahmen und Einrichtungen eures Haushaltes würden dadurch überflüssig oder unnütz? Niederschrift. — 2. Folgender Versuch kann in der Schule für den Unterricht vorbereitet werden: Fülle gleiche Mengen Hefeteig in drei Prüfröhrchen. Stecke je ein Thermometer in den Teig (im Winter z. B. aufs Fensterbrett, wo Luftzug herrscht), b) günstig (Temperaturen von 25—40°, z. B. nahe der Heizung), c) zu warm (über 60°).

Gezeichnete Übersicht der Ergebnisse.

5. Von Seuchen und ansteckenden Krankheiten

In Berichten aus vergangenen Jahrhunderten lesen wir vom Schwarzen Tod oder der Pest. Unerklärlich und unaufhaltsam richtete diese mörderische Krankheit blühende Menschenleben besonders in den Städten zugrunde. Ähnlich gefürchtet waren andere Seuchen, wie der Aussatz oder die Lepra, die Cholera und die Schwarzen Blattern oder Pocken. Noch heute spielen sie in manchen Ländern eine verheerende Rolle. Kriegs- und Notzeiten, besonders Hungersnöte begünstigen die Einschleppung und Ausbreitung solcher Seuchen, zu denen auch das Fleck-

fieber gehört. Also auch hier erkennen wir mit aller Deutlichkeit, welche furchtbaren Gefahren ein Krieg für die Gesundheit eines Volkes heraufbeschwört und wie unbedingt notwendig eine vertrauensvolle Zusammenarbeit aller Völker bei der Bekämpfung dieser Geißeln der Menschheit ist.

Noch vor 100 Jahren kannten die Ärzte weder die tieferen Ursachen und Übertragungsmöglichkeiten noch den eigentlichen Verlauf dieser ansteckenden Krankheiten. Von der Wirkung dieser Krankheitserreger auf den menschlichen und tierischen Körper ahnten sie nichts, sondern stellten alle möglichen Vermutungen auf, die sich später als verhängnisvolle Irrtümer erwiesen. Man wußte schließlich nichts Besseres zu tun, als die Kranken mit Aufopferung zu pflegen. Darin haben die Menschen, besonders Ärzte, Pfleger und Pflegerinnen, allerdings damals wie heute wahrhaft Heldenhaftes geleistet und die eigene Gefahr nicht gescheut.

Heute wissen wir, welchen großen Anteil die ärztliche Wissenschaft an der Bekämpfung solcher Seuchen hat. Trotzdem haben wir auch heute die Massenausbrüche (Epidemien) ansteckender Krankheiten nicht etwa überwunden. Die Ärzte kennen aber die Ursachen, aus denen sich diese verbreiten. Sie wissen, daß eine bestimmte Art von Erregern auch eine ganz bestimmte Krankheit hervorruft. Sie treffen ihre Maßnahmen, und wenn diese befolgt werden, ist die Gefahr gering, daß sich eine Krankheit gefährlich ausbreitet.

Heute wie vor Jahrzehnten treten in Schulklassen ansteckende Krankheiten auf, etwa Masern, Röteln, Ziegenpeter, Scharlach, Diphtherie, Keuchhusten, vielleicht gar Kinderlähmung. Manche Kinder einer Klasse erkranken heftig, andere leicht, wieder andere gar nicht. Es zeigt sich also, daß die Menschen eine verschieden hohe Widerstandskraft gegen die verschiedenen Krankheitserreger haben. Gegen Masern sind z. B. sehr wenige Menschen gefeit (immun), gegen Diphtherie die meisten. Gerade deswegen sind z. B. Masern sehr verbreitet, während Diphtherie seltener ist: Ein Kind, das zum ersten Male mit Erregern der Masern in Berührung kommt, erkrankt in der Regel auch; wenn es sie aber überstanden hat, ist es dagegen auf Lebenszeit gefeit. Leider gibt es andere ansteckende Krankheiten, die den gleichen Menschen wiederholt befallen können.

Ein gesunder Körper wird selbstverständlich eine Krankheit leichter überwinden als ein geschwächter. Aber niemand darf ansteckenden Krankheiten gegenüber allein auf seine Gesundheit vertrauen, wie es manche Menschen im Bewußtsein ihrer Kraft leicht tun. Eine gefährliche Krankheit ist die Tuberkulose, die durch die Lebenshaltung wirksam zu bekämpfen ist. Gesundes Leben, Licht und Luft, Sport und Baden kräftigen den Körper so, daß er die Ansteckungen, wie sie sich im menschlichen Verkehr des Alltags nicht vermeiden lassen, ohne Schädigung überwindet. Ansteckungen in großem Umfange, etwa durch Kranke, können aber natürlich gefährlich werden.

B. Bekämpfung von Fäulnis und ansteckenden Krankheiten

1. Maßnahmen gegen das Verderben unserer Vorräte

Die tägliche Erfahrung hat die Menschen früh gelehrt, ihre Vorräte vor dem Verderben zu schützen. Die Kenntnis vom Leben der Fäulniserreger und die Technik haben die alten Mittel verfeinert und sicherere Wege eröffnet. Schon zur Steinzeit wußte man, daß trockene Vorräte haltbarer sind als feuchte. Man sammelte Haselnüsse und reife harte Getreidekörner als Winternahrung, man dörnte Beeren und Obst und wohl auch schon Fisch und Fleischstücke. Heute finden wir in unseren Lebensmittelhandlungen Trockenstoffe von hohem Nährwert, die man früher nicht herstellen konnte. Milch wird auf heiße Walzen gesprüht, so daß sie rasch trocknet und als Milchpulver verkauft werden kann. Das Blut der Schlachttiere floß in den Schlachthöfen in großen Mengen in den Rinnstein, weil es nur in der Blutwurst in geringer Menge zu verwenden war. Nach den reichsten Fängen im Meer verderben die Fische zu Tausenden von Zentnern. Heute kann man aus diesen leicht verderblichen, aber wertvollen Nahrungsmitteln Trockeneiweiß herstellen, das für Backwaren und viele andere Speisen den Zusatz von Eiern entbehrlich macht.

Keller und Speisekammer sollen luftig sein und doch kühl bleiben. In Kühlhallen bewahrt man jetzt leicht verderbliche Waren bei niedrigen Temperaturen auf. Besondere Schwierigkeiten machen dabei die Fische. Sie lassen sich selbst zwischen Eis gepackt nur kurze Zeit erhalten. Die Fäulniserreger auf ihrer Haut vermehren sich auch unter natürlichen Umständen bei den niedrigen Wärmegraden des Wassers und vermögen deshalb schon bei den Wärmegraden des Eisschranks Schaden anzurichten. Wieder andere Nahrungsmittel sind schon von Natur aus gegen den Angriff der Kleinlebewesen vortrefflich geschützt. Die mit Wachs überzogene Haut eines Apfels oder die aus Korkmasse bestehende Schale einer Kartoffelknolle machen den Inhalt für Fäulniserreger fast unangreifbar. Von einer schadhafte Stelle der Haut aus verbreitet sich aber ein Schaden sehr schnell im Fleische der Frucht oder Knolle. Solche Vorräte müssen darum nicht nur sachgemäß aufbewahrt, sondern vor allem schon sorgfältig geerntet werden. Endlich können wir Lebensmittel vor Kleinlebewesen schützen, ohne daß sie dadurch für uns an Wohlgeschmack einbüßen: Salz, Zucker, Essig und die Stoffe des Holzrauches verhüten, in genügender Menge angewendet, daß sich die Fäulniserreger vermehren können; sie vermögen sie aber nicht zu töten.

Den wirksamsten Weg zur Haltbarmachung der Lebensmittel hat man erst zuletzt beschritten, weil er der schwierigste war: Man macht Vorräte durch Kochen keimfrei (sterilisiert sie) und bewahrt sie keimfrei (steril) auf. Diesem Ziele dient es, wenn Dauerwaren (Konserven) in Blechbüchsen eingekocht und verlötet, oder wenn die Glasdeckel der Einmachdosen im Haushalt durch einen Gummiring abgedichtet werden. Milch, Fruchtsäfte werden allerdings meist nur kurze Zeit erhitzt (pasteurisiert), weil sie durch längeres Kochen an Geschmack und Nährwert verlieren. Sie sind allerdings weniger haltbar, weil dann nicht alle Keime getötet sind.

Dosen und Fässer werden oft noch nach der gewöhnlichen Reinigung ausgewaschelt, denn die Gase des verbrennenden Schwefels töten die Keime rasch. Die Gefäße sind daher entkeimt oder „desinfiziert“ (Entkeimung = Desinfektion).

Aufgabe. Suche zu jeder der im Text aufgeführten Maßnahmen gegen das Verderben von Vorräten zwei Beispiele aus dem Haushalt! Gib an, wenn mehrere Maßnahmen gleichzeitig wirksam sind!

2. Gegen die Krankheit

Gegen die Krankheitserreger wenden wir dieselben Mittel an wie gegen die Fäulniserreger. Der Arzt sterilisiert seine Werkzeuge in heißem Dampf. Seine Hände desinfiziert er durch Waschen mit keimtötenden Lösungen (z. B. Sublimat). Wunden werden mit Jodtinktur, starkem Alkohol oder anderen Stoffen behandelt. Gurgelmittel (Wasserstoffsuperoxyd u. a.) vermögen Erreger unschädlich zu machen, die schon in die Mundhöhle eingedrungen sind. Die Abwehrkräfte des Körpers können in manchen Fällen künstlich geweckt oder gesteigert werden; es geschieht durch Schutzimpfungen bei Seuchengefahr.

Der Arzt soll aber nicht nur den einzelnen vor der schädlichen Wirkung der Krankheit schützen, sondern ebenso die Gemeinschaft. Er muß deshalb verlangen, daß z. B. Geschwister getrennt werden, wenn eines ansteckend erkrankt ist. Das kranke Kind wird abgesondert (isoliert). Oft darf es auch dann noch nicht wieder mit anderen spielen, wenn es schon einige Zeit wieder gesund ist. In seinem Körper sind die Erreger zwar keine Gefahr mehr, sie können aber auf Gesunde übertragen werden. Der Genesene kann noch „Überträger“ der ansteckenden Krankheit sein. Das sind mitunter auch solche Menschen, die selbst gegen die Krankheit völlig gefeit sind. In bestimmten Fällen muß darum der Arzt auch die Absonderung von Personen anordnen, die dauernd gesund geblieben sind. Sie müssen sich genau so sorgfältig und unbedingt während der vorgeschriebenen Wochen von anderen Menschen fernhalten, als lägen sie erkrankt zu Bett. Kinder dürfen die gewohnten Gespielen nicht aufsuchen, und Erwachsene nicht an ihre Arbeit gehen, obwohl sie nicht das geringste Zeichen der Krankheit spüren.

Jeder, der den Sinn solcher Anordnungen versteht, wird sich danach verhalten; er gefährdet ja sonst seine Mitmenschen schwer, vielleicht lebensgefährlich. Wenn unser Volk seit etwa einem halben Jahrhundert von verheerenden Seuchen wie Cholera, Typhus oder Ruhr immer mehr verschont blieb, so liegt das in der Hauptsache an der Wirksamkeit von Vorbeugungs- und Schutzmaßnahmen der öffentlichen Gesundheitspflege.

III. Die Algen

Pflanzen im Wasser scheinen Überfluß an Nahrung und Licht zu haben. Sie leiden weder unter Dürre noch plötzlichem Nachtfrost. Hier ist das Reich einer großen Gruppe von Sporenpflanzen, der **Algen**. Wir haben gelernt, daß manche von ihnen sehr klein sind. Nur das Mikroskop erschließt uns die Geheimnisse ihres Baus. Andere Arten, die als **Tange** im Meere wachsen, können 100 m lang und länger werden. Sie sind die größten Pflanzen, die es gibt. Im Gegensatz zu den Pilzen können die Algen das Licht ausnutzen und aus unorganischen Stoffen organische bereiten. Man sagt, sie können assimilieren. Sie sind also weder Fäulnisbewohner noch Schmarotzer, sondern in ihrer Lebensweise den grünen Blütenpflanzen ähnelnd. Sie enthalten Blattgrün, häufig aber auch rote, braune oder blaugrüne Assimilationsfarbstoffe. Solche kleine Algen können in ungeheurer Menge im Süßwasser oder im Meere schweben. Sie bilden dann die Nahrung für ebenfalls massenhaft auftretende Kleintiere. Man faßt solche Pflanzen und Tiere unter dem Namen Geschwebe (Plankton) zusammen. Sie sind die hauptsächliche Nahrung zahlreicher Fische, im Meere z. B. der Heringe, und damit auch für die Menschen von großer Bedeutung. Wie die grünen Pflanzen auf der Erde, so schaffen im Wasser vornehmlich die Algen die ursprüngliche Nahrung für alle anderen Lebewesen. Nur in der Uferzone des Süßwassers spielen auch die Blütenpflanzen eine gewisse Rolle als Nährpflanzen.

Algenwatten und -wiesen. An der Oberfläche eines Tümpels schwimmen oft watteähnliche, mit Bläschen durchsetzte grüne Algenmassen. Es sind Fadenalgen, und das Mikroskop enthüllt uns ihren Bau. Wir haben eine **Schraubenalge** (vgl. S. 144) vor uns. Eine Zelle ist regelmäßig an die andere gereiht. In jeder liegt ein schraubig gewundenes, zierlich gelapptes Band als Träger des Blattgrüns. Bei genauer Betrachtung erkennen wir sogar in der Mitte der Zelle den durchsichtigen Zellkern und sehen das Protoplasma in dünnen Strängen fließen.

Andere Watten werden von den **Zweigalgen** gebildet. Ihre Fäden sind verzweigt und mit Blattgrüнкörperchen dicht ausgekleidet. Wasser, das durch Jauche verunreinigt ist, enthält oft große Mengen der blaugrünen **Schwingfäden** aus der Gruppe der **Spalt-** oder **Blaualgen** (Abb. 92). In größerer Tiefe aber gehen alle diese Algen zugrunde; denn sie lieben das helle Licht und die Wärme flacher Tümpel und Rinnsale. Der schlackige oder sandige Grund stiller Bäche, Buchten und Teiche kann jedoch bis zur Tiefe von mehreren Metern mit anderen Algengewächsen dicht bewachsen sein. Sie bilden dort förmliche Wiesen und verankern sich wie große Moose mit Hilfe von Wurzelhaaren. Es sind die regelmäßig verzweigten **Armleuchteralgen**. Sie bilden große Zellen von mehreren Zentimetern Länge und lassen sich auch im Aquarium leicht halten.



Abb. 92.
Fadenstück
einer Spaltalge

Aus dem Tierreich

I. Das Leben der einzelligen Tiere

1. Urtiere

Im Jahre 1839 führte Theodor Schwann den Nachweis, daß nicht nur die Pflanzen sich aus Zellen aufbauen, sondern auch Menschen und Tiere. So mühsam einst die Begründung dieser Zellenlehre war, so leicht ist die Nachprüfung mit unseren heutigen Mikroskopen. Jeder abgeworfene Oberhautfetzen eines Frosches, etwas abgeschabte Schleimhaut der menschlichen Mundhöhle oder ein feines Knorpelscheibchen zeigt uns die Zellen und ihre Kerne. Die Anzahl der den Körper aufbauenden Zellen geht bei vielen Lebewesen in die Milliarden. Andererseits gibt es aber auch wenigzellige, ja sogar einzellige Pflanzen und Tiere.

2. Der Heuaufguß und seine Wunder

Aufgaben. 1. (Schulversuch.) Übergieße in einem größeren Glase eine Handvoll Wiesenheu mit $\frac{1}{2}$ bis 1 Liter Wasser und füge etwas Erde sowie Graben- oder Teichwasser hinzu. Laß diesen Aufguß (die „Infusion“) nicht zu kühl ohne Umrühren stehen. Beobachte täglich die Veränderungen und schreibe sie auf. Decke das Glas zu, sobald nötig. — 2. Wenn sich an der Oberfläche des Aufgusses eine dicke Gallertschicht gebildet hat, gieße etwas Flüssigkeit ab, verrühre darin einen Teil der Gallerte und seihe die Flüssigkeit durch ein Stück Gaze (Mull). Falls in ihr mittels der Lupe viele winzige weiße Lebewesen („Infusionstiere“ oder „Infusorien“) zu sehen sind, fülle ein paar Prüfläser damit, laß sie ruhig stehen und beobachte von Stunde zu Stunde. Welches Lebensbedürfnis geben die Infusorien zu erkennen?

An der Oberfläche unseres Aufgusses (s. o.) haben Spaltpilze eine dicke Gallertschicht gebildet. Auf einem Traggläschen zerteilen wir ein Klümpchen davon in einem Tropfen Wasser und legen ein Deckgläschen darauf. Beim Schauen durch das Mikroskop erleben wir eine uns bisher unbekannte Welt. Stabförmige Spaltpilze (Abb. 86) sind in zitternder Bewegung, und Spirillen schrauben sich durch das Wasser. Farblose Geißelträger, am Vorderende mit einer kaum sichtbaren Geißel versehen, taumeln hin und her. Dazwischen kriechen winzige Protoplasma-klümpchen: Wechseltierchen oder Amöben. Beherrscht aber wird das Bild von mehreren Arten „großer“ Wimperträger, die, über und über mit rudernden Wimpern bedeckt, sich stellenweise im Wasser drängen und stoßen. Wir können uns danach vorstellen, wie Anton van Leeuwenhoek, der holländische Linsenschleifer, im Jahre 1675 gestaunt haben mag, als er zum ersten Male in einem ähnlichen Pflanzenaufguß solch reichbewegtes Leben sah. Unser Aufguß war nicht immer so bevölkert, er hat eine regelrechte „Entwicklung“ durchgemacht. Zuerst erschienen die Spaltpilze; bald folgten ihnen als ihre Vertilger Geißelträger und Amöben,

und schließlich finden sich auch die Wimpertierchen ein. Woher mögen sie alle stammen? Unsere Aufgabe soll es sein, dem Leben dieser kleinen Wunderwesen nachzuspüren.

Wechseltierchen und Geißelträger. Die Wechseltierchen oder Amöben verdanken ihren Namen der Fähigkeit, ihre Gestalt stark zu verändern. Da sich im Innern ihres Protoplasmas ein Kern nachweisen läßt und Protoplasma nebst Kern sich zu teilen vermögen (Abb. 93 b), handelt es sich offenbar um einzeln lebende Zellen, etwa wie eine einzellige Alge. Aber diese Zellen besitzen keine Zellwand, und dadurch erklärt sich ihre Fähigkeit, die Form zu verändern. Die kleinen Amöben unseres Aufgusses haben beim Kriechen meistens die Form von Schnecken und heißen deshalb **Schneckenamöben** (Abb. 93 a); gelegentlich aber senden sie sog. Scheinfüßchen nach verschiedenen Richtungen, bis schließlich ihre Körpermasse in einen dieser Fortsätze hineinströmt, der sich nun weiter vorwärts schiebt (Abb. 94 a–c und die Protoplasmaströmung S. 66).

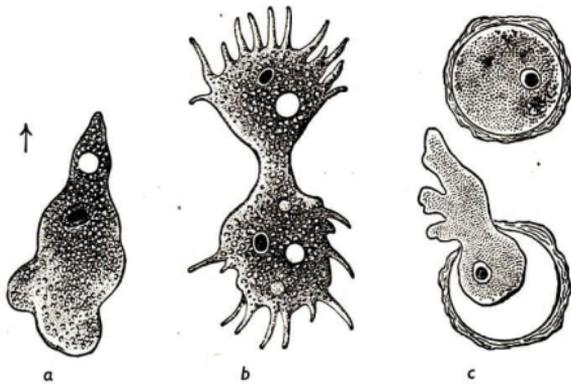


Abb. 93. Aus dem Leben der Wechseltierchen (Kern schwarz, pulsendes Bläschen weiß). a eine Schneckenamöbe unseres Heuaufgusses, die in der Richtung des Pfeils kriecht (400fach vergr.), b eine „vielfüßige“ Amöbe, in Teilung begriffen (100fach vergr.), c eine Amöbe, die sich eingekapselt hat (oben, 100fach vergr.); unten: aus ihrer Kapsel auskriechend (Kapsel durchsichtig gedacht)

Scheinfüßchen dienen auch zur Aufnahme fester Nahrung in das Innere des Protoplasmas. Hier sammelt sich um die Nahrung Verdauungssaft an. Was unverdaulich ist, wird an beliebiger Stelle des Körpers ausgestoßen. Gleichzeitig arbeitet im Innern ein Bläschen. Es füllt sich vom Protoplasma her mit Flüssigkeit, zieht sich dann zusammen und befördert seinen Inhalt nach außen (pulsierendes Bläschen). — Ungünstige Lebensbedingungen, z. B. das Eintrocknen ihres Wohngewässers, überdauern die Wechseltierchen — wie überhaupt fast alle Urtiere des Süßwassers —, indem sie sich einkapseln, d. h. sich mit einer schützenden Hülle umgeben (Abb. 93 c). In diesem Zustand können sie dann vom Winde verweht und weit verbreitet werden. Ihr Auftreten in jedem Pflanzenaufguß erklärt sich dadurch.

Geißelträger kriechen — im Gegensatz zu den Wechseltierchen — nur selten. Sie schwimmen mittels einer Geißel (oder mehrerer), die am Vorderende steht. Soweit sie farblos sind (Abb. 95), müssen wir sie zu den Tieren zählen, während die mit Ernährungsfarbstoff (Blattgrün usw.) versehenen zu den Pflanzen zu rechnen sind. Es gibt aber grüne Geißelträger, die bei Gelegenheit auch feste Nahrung aufnehmen

wie die Tiere. In dieser Gruppe von Lebewesen sind also Pflanzen- und Tierreich nicht scharf zu trennen.

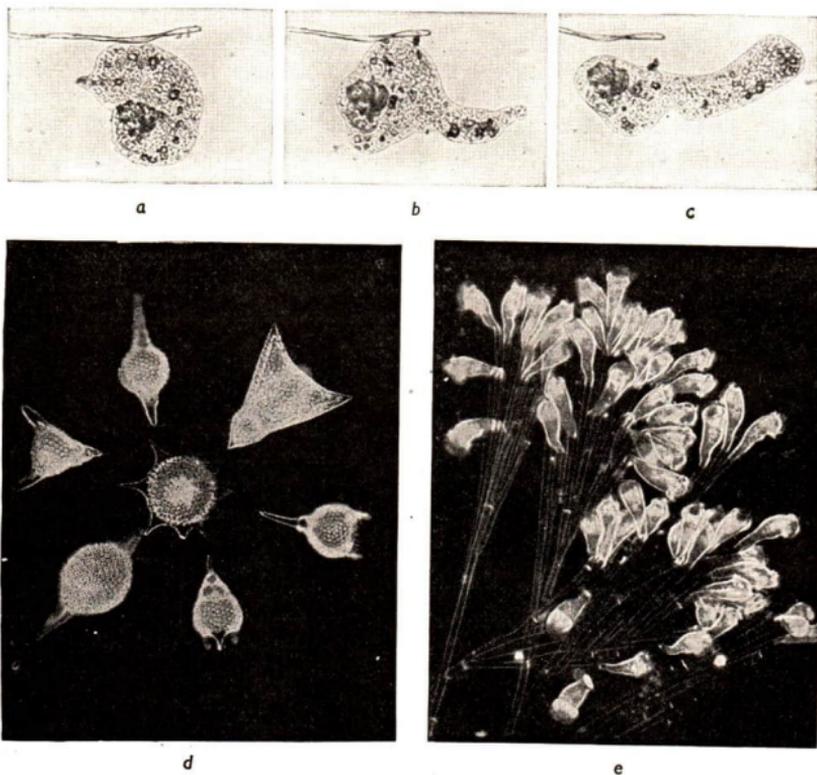


Abb. 94. *a—c* Ein Wechseltierchen kriecht. Links in Rubelage. *d* Kieselskelette verschiedener Strahlentierchen. *e* Glöckentierchenkolonien ohne Muskelfasern (nat. Gr. eines Tierchens ohne Stiel, $\frac{1}{10}$ mm)

Wimpertierchen. Unter den Wimpertierchen unseres Aufgusses überwiegt an Zahl eine besonders große Art, das **Pantoffeltierchen** (Paramecium, Abb. 96). Die etwa $\frac{1}{4}$ mm langen Tiere sind bereits mit einer Lupe gut zu sehen. Unter dem Mikroskop erkennen wir, daß sie im Gegensatz zu den Wechseltierchen eine ziemlich gleichbleibende Gestalt haben, der sie ihren Namen verdanken. Ihre innere Schicht, das Innenplasma, ist nämlich von einer festeren Außenschicht umschlossen als bei den Amöben. Dieser Schicht entspringen auch die zahllosen Wimpern, mit denen die Tierchen schwimmen. Eines davon liegt jetzt still. Nur jene Wimpern, die um eine Vertiefung der Oberfläche stehen, erzeugen einen Wasserstrom und strudeln Nahrung herbei. Hier liegt die Mundöffnung. An dieser Stelle kann das

Innenplasma Nahrungskörper aufnehmen und mit Verdauungssaft einhüllen. Was sich dann in den Nahrungsbläschen als unverdaulich erweist, wird schließlich an einer bestimmten Stelle des Körpers, dem Zellafter, ausgestoßen. Zwei pulsierende Bläschen mit sternförmig angeordneten Zufuhrkanälen scheiden außerdem in regelmäßigen Zeitabständen Flüssigkeit aus dem Plasma aus.

Wo zwischen Trag- und Deckglas eine Luftblase mit eingeschlossen ist, wird das Gewimmel der Einzeller besonders dicht. Am Rande des Deckglases, wo das Wasser an die Luft grenzt, tritt uns dieselbe Erscheinung entgegen. Was die Tierchen hier suchen, ist nicht schwer zu erraten: ihr Atembedürfnis hat sie hierher getrieben; sie suchen den Luftsauerstoff.

Nicht selten sieht man, daß sich an einem Pantoffeltierchen in der Mitte eine ringförmige Einschnürung bildet. Das ist ein Anzeichen der Vermehrung durch Kern- und Zellteilung (vgl. Abb. 93b). Bald werden statt des einen Tieres deren zwei sich im Wasser tummeln.

Abb. 95. Zwei farblose Geißelträger des Süßwassers: links Oikomonas (300fach vergr.) aus einem Heuauflauf, rechts Heteronéma (150fach vergr.) mit gefressenen Kieselalgen, K Kern

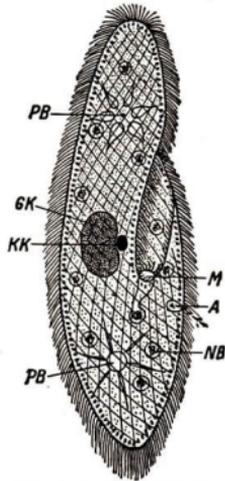


Abb. 96. Ein Pantoffeltierchen (300fach vergr., vereinfacht). M Mundöffnung, A Zellafter, PB pulsierende Bläschen, NB Nahrungsbläschen. Das Außenplasma trägt zahllose Wimpern und zeigt feine Muskelfasern

3. Urtiere als Gesteinsbildner

In Wasserlöchern, die mit Moos erfüllt sind, treffen wir mit Sicherheit amöbenartige Urtiere, die sich Gehäuse bauen. Sie heißen deshalb **Kammertierchen**. Einige scheiden Kalkplättchen aus ihrem Protoplasma aus, andere ein Chitingehäuse von der Form eines abgeschnittenen Pilzhutes (Abb. 97a). Noch andere kleben, ähnlich wie die Köcherjungfern, feinste Sandkörnchen zu einer verschieden gestalteten Wohnung zusammen (Abb. 97b). Sehr viele Arten leben im Meere. Hier überwiegen Gehäuse aus kohlen-saurem Kalk, die mehrere Kammern haben (Abb. 98). Die Wände sind dann von feinen Poren durchsetzt, aus denen der amöben-ähnliche Bewohner ganz zarte Scheinfüßchen herausstreckt (Lochträger). Solche Arten leben meist schwebend im Wasser (Abb. 98). Sobald aber die Tierchen ab-

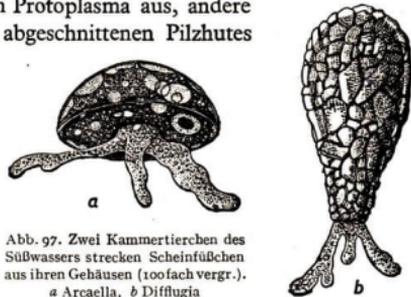


Abb. 97. Zwei Kammertierchen des Süßwassers strecken Scheinfüßchen aus ihren Gehäusen (100fach vergr.). a Arcella, b Diffugia

sterben, sinken die Gehäuse zu Boden und bilden hier einen feinen Kalkschlamm. Muscheln und Schneckenschalen, Seegelpanzer und deren Stacheln, dazu vieles andere mehr, betten sich darin ein; so werden die Schichten des Meeresbodens zu einer Sammlung von Proben derjenigen Lebewesen, die einst in diesem Meere lebten.

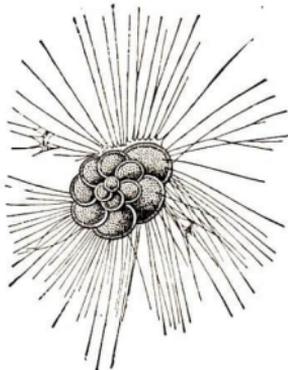


Abb. 98. Ein Kammertierchen des Meeres schwebt mit ausgestreckten Scheinfüßchen und „frisßt“ (links) eine Algenzelle (sofach vergr.)

Wer sich mit dem Schiff der weißen Steilküste der Ostseeinsel Rügen bei Stubbenkammer nähert, denkt wohl nicht daran, daß er hier ein derartiges „Meeresarchiv“ vor sich hat. Vor etwa 100 Millionen Jahren sah es hier nämlich ganz anders aus. In einem flachen Meer entstand weißer Kreidschlamm, bestehend aus Milliarden und Abermilliarden winziger Lochträgergehäuse (Abb. 99). Heute stehen diese Schichten, von den Kräften der Erdrinde hochgehoben, als Felsenwände vor uns. „Donnerkeile“, die in ihnen stecken oder, herausgewaschen aus zerstörter Kreide, am Strande liegen, verraten, daß hier einst merkwürdige Tintenfische lebten; längst ausgestorbene

Muschelarten haben ihre Schalen hinterlassen. So gewinnt man ein Bild vom Leben im Meer der Kreidezeit. Wie aber die Urtiere jener Zeit am Kreidestein bauten, so arbeiten die Urtiere der Gegenwart mit an den zukünftigen Schichten der Erdrinde.

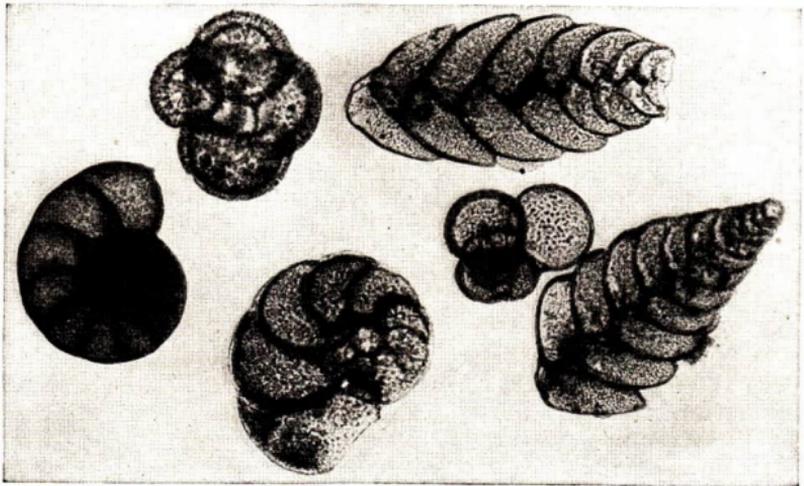


Abb. 99. Kammertierchen aus der Kreide von Rügen

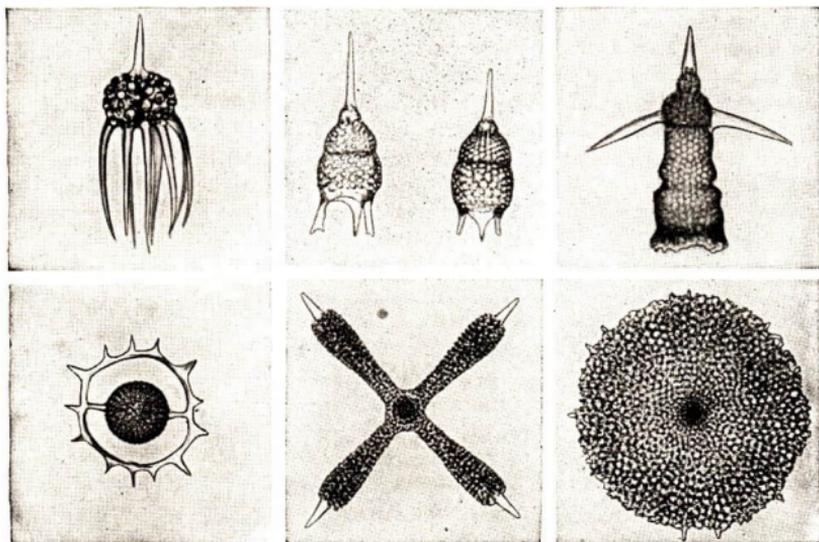


Abb. 100. Gehäuse einiger Strahlentierchen von der Insel Barbados (Kl. Antillen) (vergr.)

Neben den Kammertierchen sind die **Strahlentierchen** (Radiolarien) dabei beteiligt. Auch sie leben schwebend im Meere, bilden aber vielgestaltige zierliche Skelette aus Kieselstoff. Oft sind diese wahren Kunstwerke der Natur mit strahlig angeordneten Stacheln besetzt, nach denen die Gruppe ihren Namen erhalten hat (Abb. 100).

Kammertierchen und Strahlentierchen werden mit den Wechseltierchen wegen des Merkmals der Scheinfüßchen zur Klasse der **Wurzelfüßer** zusammengefaßt.

4. Urtiere als Krankheitserreger

Zahlreiche Urtiere siedeln sich als Schmarotzer (Parasiten) im Mensch und Tier an und werden dann oft zu Krankheitserregern. So ruft z. B. die **Ruhramöbe**, die im Darm des Menschen vorkommt, heftige Darmstörungen (Amöben- oder Blutrühr) hervor. Die bei uns aber meist vorkommende Ruhr (die Bazillenruhr) wird durch Spaltpilze hervorgerufen. Gefährlich sind auch die Erreger des Sumpf- oder Wechselfiebers, das vor allem in warmer Gegenden heimisch ist. Es sind keine eigentlichen Wechseltierchen, sondern sie gehören einer besonderen Klasse, den **Sporentieren**, an. Beim Stich der **Fiebertmücken** gelangen diese Schmarotzer aus den Speicheldrüsen der Mücken in das menschliche Blut, wo sie sich in den roten Blutkörperchen vermehren und diese zerstören. Andererseits nehmen die Fiebertmücken beim Blutsaugen den Krankheitserreger in ihren Körper auf. Erst 9–17 Tage nach dem Stich der Mücke tritt beim Menschen plötzlich hohes Fieber auf: 40–41° C und mehr, verbunden mit heftigem Schüttelfrost. Jetzt haben die Schmarotzer, deren Zahl bis auf das 25fache angewachsen sein kann, erneut rote Blutkörperchen befallen. Jeder derartige Massenbefall ruft einen Fieberanfall hervor,

dem ein fieberfreier Zeitraum folgt („Wechselfieber“). Als Heilmittel zur Dämpfung des Fiebers und zur Bekämpfung des Erregers benutzt man seit langem das Chinin, das aus der Rinde der Fieberrindenbäume (Cinchona) gewonnen wird. Neuerdings wurden aber noch besser wirkende Mittel künstlich hergestellt.

Man glaubte früher, daß die Ausdünstung der Sümpfe die Krankheit verursache, und nennt sie deshalb noch heute *Malaria* (ital. mala aria = böse Luft). Berüchtigt waren die Pontinischen Sümpfe bei Rom, ein Gebiet von etwa 700 km² Größe, das aber weitgehend entwässert wurde. Dadurch sind den Fiebertücken die Lebensbedingungen entzogen.

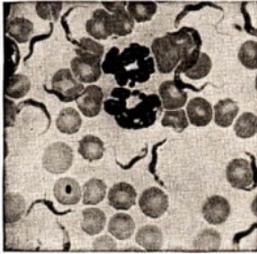


Abb. 101. Die sich schlängelnden Erreger der Schlafkrankheit (Trypanosomen, 500fach vergr.) zwischen lebenden und zerfallenen Blutkörperchen

Das tropische Afrika ist die Heimat noch anderer schlimmer Blut-



Abb. 102. Die Tsetsefliege, die Überträgerin des Erregers der Schlafkrankheit (2fach vergr.)

schmarotzer, der **Trypanosomen** (Abb. 101). Eine ihrer Arten verursacht die gefürchtete Schlafkrankheit des Menschen; andere werden den Haustieren (Rindern und Pferden) gefährlich. Die Übertragung der Krankheitserreger erfolgt durch bestimmte Stechfliegen (Tsetsefliegen, Abb. 102).



Abb. 103.

Abb. 104.

Abb. 103. Glockentierchen (150fach vergr.). Mundwimperkranz ausgebreitet oder zusammengelegt, Stiel (mit Muskelfaser) gestreckt oder gerollt (Fluchtbewegung). Fortpflanzung durch Längsteilung.

Abb. 104. Eine Glockentierchen„familie“, die einen Tierstock bildet (150fach vergr.)

5. Koloniebildung bei Urtieren

Manche Wimpertierchen sind zur festsitzenden Lebensweise übergegangen. Unsere **Glockentierchen**, die wir im Freien oft massenhaft mit ihren Stielen an Wasserlinsen und anderen Schwimmpflanzen angeheftet finden, vermehren sich, wie Abb. 103 zeigt, durch Längsteilung. Eines der beiden Tiere bleibt dann auf dem alten Stiele sitzen, während das andere fortschwimmt, sich irgendwo festsetzt und einen eigenen Stiel ausbildet. Ähnliche Glockentierchen sehen wir in Abb. 104. Hier aber haben sie bei der Teilung ihren Zusammenhang nicht aufgegeben und bilden deshalb einen pflanzenähnlich verästelten **Tierstock** (Kolonie). Wir finden ähnliche Arten (Abb. 94) z. B. an

Wasserkäfern oder als schimmelähnliche Rasen an den untergetauchten Teilen von Pflanzen (Schilfstengel u. a.).

Eine andere Art der Gesellschaftsbildung kommt bei den Geißelträgern vor. Ohne Stiele auszubilden, bleiben hier die Einzeller oft zu freischwimmenden Kolonien von Kugelgestalt vereinigt. Solche Arten (Abb. 105) kann man im Sommer in Teichen und Seen mit einem sehr feinmaschigen Netz (Planktonnetz) erbeuten (vgl. auch die **Kugelalgen** Abb. 79 und 80).

Zusammenfassung. Urtiere (Protozoen) sind einzellige Tiere. Wir lernten vier Klassen näher kennen:

1. Wurzelfüßer (Rhizopoden). Gestalt stark veränderlich (Scheinfüßchenbildung). Oft mit Chitin-, Kalk- oder Kieselskelett oder mit Gehäusen aus verschiedenen Fremdkörpern.
2. Geißelträger (Flagellaten). Gestalt weniger veränderlich. Bewegung durch Geißeln.
3. Wimperträger (Ciliaten) oder „Wimperinfusorien“. Gestalt wenig veränderlich. Bewegung meist durch Wimpern.
4. Sporentiere (Sporozoen). Schmarotzer mit kompliziertem Entwicklungsgang.



Abb. 105.

Eine freischwimmende Geißelträgerkolonie des Süßwassers (300fach vergr.)

II. Schwämme

Wer einen Badeschwamm betrachtet, wird sich schwer vorstellen können, daß diese federnde Hornmasse mit ihrem Gewirr von Hohlräumen das Stützgerüst (Skelett) eines Tieres ist. Wenn aber der Schwammfischer des Adriatischen Meeres oder der kleinasiatischen Küste den **Badeschwamm** vom steinigen Meeresgrund loslöst, sieht dieses Wesen ganz anders aus. Dann ist das Horngerüst von einer weichen, grauen, aus Zellen bestehenden Hautschicht bekleidet. Aus großen Öffnungen (Abb. 106 g) strömt dauernd Wasser aus, das durch Tausende von Poren aus der Umgebung eingesogen wird. Millionen von Geißelzellen, die in besonderen Kammern festsitzen, setzen es durch den Schlag ihrer Geißeln in Bewegung. Andere Zellen strecken Scheinfüßchen aus wie Amöben und fangen aus dem Wasser die mitgerissenen Kleinlebewesen als Nahrung heraus. Der im Wasser gelöste Sauerstoff aber dient dem ganzen Körper zur Atmung.

Neue Schwämme entstehen aus Eizellen (Abb. 106 a). Noch im Innern des Muttertieres gehen aus ihnen durch Zellteilung länglichrunde **Larven** hervor (Abb. 106 e), die aus Geißelzellen und geißellosen Zellen bestehen. Wenn sie den Mutterschwamm verlassen, schwimmen sie einige Stunden wie Geißelträgerkolonien umher, um sich schließlich am Gestein festzusetzen und zum jungen Schwamm auszuwachsen (Abb. 106 f, g). Der Schwamm ist dann, im Gegensatz zur einschichtigen Larve, zu einem zweischichtigen Tier mit Außenhaut und Innenhaut geworden. Er hat weder Muskeln noch Nerven.

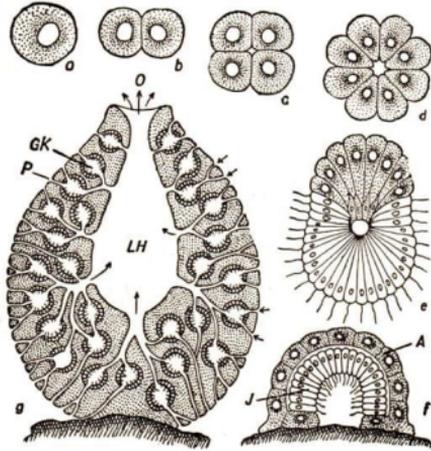


Abb. 106. Wie ein Schwamm aus der befruchteten Eizelle entsteht. *a* Eizelle, *b* und *c* erste Teilungen, *d* eine Hohlkugel im Durchschnitt, *e* Schwammlarve im Längsschnitt. *f* Die Larve hat sich festgesetzt, die Geißelzellen sind ins Innere gedrängt, die Öffnung wird sich schließen; oben wird sich eine neue bilden. *A* Außenhaut, *J* Innenhaut. *g* Der junge Schwamm ist fertig (Längsschnitt); *H* Höhle, in der sich das eingesogene Wasser sammelt, *O* Ausfuhröffnung, *P* Poren, *GK* Geißelkammern

Ähnlich wie der Badeschwamm wird der **Pferdeschwamm** benutzt. Er kommt vor allem an der afrikanischen Mittelmeerküste vor. Viele andere Schwämme bilden Stützgerüste aus Nadeln von kohlensaurem Kalk oder aus Kieselsäure. Es gibt Arten, die zeitlebens nur eine Ausfuhröffnung besitzen. Sie sind Einzeltiere, während z. B. ein Badeschwamm mit mehreren großen Öffnungen als ein Tierstock angesehen werden muß. Die meisten Schwämme sind Meerestiere. Auf Abb. 107 ist einer unserer **Süßwasserschwämme** abgebildet.

Aufgabe. Suche in Teichen und Seen an Steinen, Holzwerk oder Schilfstengeln nach Süßwasserschwämmen. Setze sie in ein größeres Gefäß mit Wasser. Verrühre darin Karminkörnchen oder einen anderen unlöslichen Stoff. Was erkennt man dann deutlich? Am Meeresgrund findet man bisweilen lebende Kieselschwämme an frisch angespültem Tang. An ihnen läßt sich derselbe Versuch ausführen.

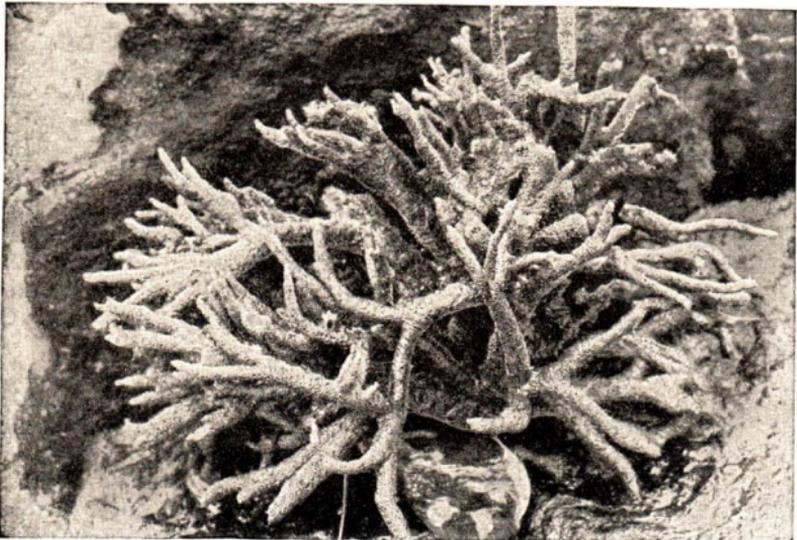


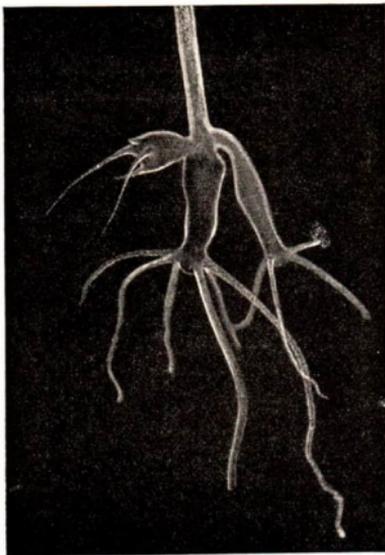
Abb. 107. Süßwasserschwämme am Grunde eines Baches ($\frac{1}{2}$ der nat. Gr.)

Zusammenfassung. Schwämme sind festsitzende zweischichtige Tiere ohne Muskeln und Nerven. Sie wachsen durch Sprossung zu Tierstöcken aus und pflanzen sich durch Eier fort, die der Befruchtung bedürfen. Die Geißelzellen der freischwimmenden Larven finden sich später im Innern des fertigen Schwammes.

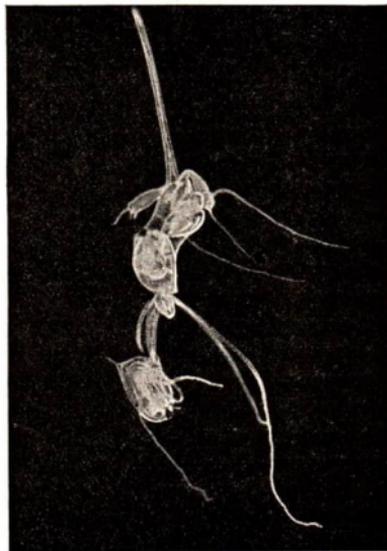
III. Polypen, Quallen und Korallen (Hohltiere)

A. Süßwasserpolypen und Verwandte

Aufgaben. 1. Sammle Wasserpflanzen (Wasserlinsen, Wasserpest, Froschbiß u. a.) aus verschiedenen Gräben, Tümpeln und Teichen. Setze sie in Behälter mit Wasser und füge einige Wasserflöhe hinzu. Prüfe täglich, ob sich Polypen (Abb. 108) an den Glaswänden oder Pflanzen einfinden. Beobachte ihre Lebensweise. Niederschrift der Einzelheiten. — 2. Sondere einige Polypen in einem Gefäß ohne Wasserflöhe von den übrigen ab. Bringe nach ein paar Tagen an die Fangarme eines dieser Tiere a) etwas fein zerteiltes Filterpapier (weißes Löschpapier), b) Papier, das mit Saft von rohem Fleisch getränkt ist. Beobachtung? Was ist damit bewiesen? Ersinne Fütterungsversuche mit anderen Dingen. — 3. Stelle ein Glasgefäß mit einigen grünen Polypen (ohne Pflanzen und ohne Futtertiere) in einiger Entfernung vom Fenster auf. Drehe es nicht. Kennzeichne den Ort der Tiere durch Tuschklebecke außen am Glase und beobachte ihr Verhalten. Erläutere dessen Bedeutung. Welche Sinnesempfindung ist bewiesen?



Süßwasserpolyp mit zwei Spröblingen, verdauend



Die Polypenfamilie nimmt eine gute Mahlzeit zu sich

Abb. 108. Süßwasserpolyp (5 fach vergr.)

Von einer Wanderung bringen wir aus einem Teich oder Tümpel in einem mit Wasser gefüllten Gefäß einige Wasserpflanzen mit. Nach einiger Zeit strecken sich an den Pflanzen und Gefäßwänden kleine Schleimklümpchen und entfalten Fangarme. Es handelt sich um die bekannten Süßwasserpolyphen. Es sind zarte, grünliche oder graue Tiere von einer zylindrischen Körperform.

In unserem Glasbehälter hat sich der große **Braune Süßwasserpolyph** (Abb. 108) und der kleinere **Grüne Polyph** eingefunden. Wir bringen sie nicht in unser Fisch-aquarium, denn sie sind dort unerwünschte Gäste. Sie fangen unseren Pflöglingen die lebende Nahrung weg. Wir aber freuen uns der Tierchen, deren Name (Hydra)



Abb. 109. Herakles (links) kämpft mit der Hydra; sein Freund (rechts) brennt die Wunden aus, damit die Köpfe nicht nachwachsen (Bild von einer alten griechischen Vase)

an das sagenhafte Ungeheuer erinnern soll, dem Griechenland's Held Herakles seine neun Köpfe ausbrannte, um es zu vernichten (Abb. 109).

Wir wollen die Tierchen genauer beobachten. Dazu bringen wir sie in einem Wassertropfen auf ein Tragglas und betrachten es bei schwacher Vergrößerung unter einem Mikroskop oder unter einer Lupe. Wir dürfen dabei aber nicht unvorsichtig an das Glas

stoßen, denn die Polyphen ziehen sich bei jeder Gefahr zu einer Kugel (Schleimklümpchen) zusammen. Sie nehmen aber bald wieder ihre ursprüngliche Länge ein. Die Braunen Polyphen z. B. können sich dabei bis zu 2 cm ausstrecken und ihre Fangarme noch weit stärker verlängern. Ihr Körper hat die Form eines Schlauches (vgl. Abb. 165, S. 155). Dieser ist unten am festsitzenden Ende geschlossen; aber am anderen Ende trägt er auf einer kleinen Erhebung die Mundöffnung. Um diesen „Mundkegel“ herum steht eine wechselnde Zahl Fangarme.

Im Innern des Körpers liegen keinerlei Eingeweide; es findet sich hier vielmehr ein einziger Hohlraum, der sich auch in die Arme fortsetzt. Wir rechnen deshalb die Polyphen zu den Hohltieren. An dem Grünen Polyphen können wir erkennen, daß die Wand seines Körpers aus zwei Zellschichten besteht. Die äußere Schicht ist farblos, während die innere von grünen Algenzellen erfüllt ist. Zwischen beiden liegt eine dünne Stüttschicht, die dem Tier den notwendigen Halt gibt. Nehmen wir ein Tierchen aus dem Gefäß, so zieht es sich zu einem grünen Schleimklümpchen zusammen. Wegen dieser Zartheit kann es nur im Wasser leben, das es trägt und von allen Seiten stützt.

Wir bringen eine Schar Wasserflöhe in das Wassergefäß und können nun den Nahrungsfang bequem mit ansehen. Kommt solch ein kleiner Krebs den besonders weit ausgeworfenen „Angelfäden“ (Fangarme) des Polyphen zu nahe, so bleibt er wie

gelähmt an ihnen haften. Der Fangarm verkürzt sich, andere Arme greifen zu und bald ist die Beute durch den Mund in dem Körperhohlraum verschwunden. Noch mehrfach wiederholt sich das Schauspiel, bis die Hydra förmlich mit Kleintieren vollgestopft ist. Nach längerer Zeit sehen wir, an welcher Stelle des Körperschlauches die Beute liegt. Sie wird nun von Säften besonderer Drüsenzellen langsam aufgelöst. Die innere Hautschicht nimmt die brauchbaren Stoffe auf. Der Hohlraum des Tieres mit seiner Wandung vertritt also Darm, Blutgefäße und Leibeshöhle der höheren Tiere. Was nicht verdaulich ist, wird aus der Mundöffnung wieder ausgestoßen.

Die Giftwaffen, denen der Wasserfloh erlegen ist, sehen wir in Abb. 110. Man nennt sie Nesselzellen. Auf unserer Haut vermögen sie keine Wirkung auszuüben. Dagegen wirken die ebenso gebauten Waffen anderer Hohltiere, der Nesselquallen, auf die Haut des Menschen wie Brennesselblätter. Hiernach sind die Giftzellen (Nesselzellen) benannt. Sie enthalten eine Nesselkapsel, die mit Gift gefüllt ist. In der Kapsel befindet sich der umgestülpte Nesselschlauch. Wer das Sinneshärchen der Zelle berührt, veranlaßt das Hervorstossen des Giftgeschosses.

Sind die Polypen kräftig ernährt, dann vermehren sie sich reichlich. Es bildet sich an ihnen in der Außenhaut meist bald ein seitlicher Auswuchs, der sich schnell vergrößert und zu einem jungen Polypen entwickelt. Nachdem er sich vom alten abgelöst hat, kann er selbständig weiterleben. Diese Vermehrungsart bezeichnet man als Knospung (Sprossung). In anderen Auswüchsen der äußeren Hautschicht entsteht je ein Ei. Nach Befruchtung durch Samenzellen entwickelt sich daraus ein junger Polyp.

Verwandte. Vor allem im Meere gibt es Verwandte der Süßwasserpolypen, die verzweigte Tierstöcke bilden (Abb. 111), da die durch Knospung entstehenden Einzeltiere sich nicht von ihren Erzeugern lösen. Man findet solche Tierstöcke besonders an Felsen, Tang, Muscheln, Schneckengehäusen sowie am Holzwerk der Küsten. Im Gegensatz zum Süßwasserpolypen scheidet ihre Außenhaut Chitin aus, das dem Tierstock Festigkeit verleiht.



Abb. 110.
Nesselzellen eines Polypen a im Ruhezustand (oben das Sinneshärchen), b nach Entladung der Nesselkapsel



Abb. 111. Teil eines Polypenstöckchens der Nordsee. Oben rechts ein leerer Chitinbecher (Polyp abgestorben)

B. Quallen

Wir sind am Meeresstrand. Da liegen, angespült von den Wellen, gallertartige, durchscheinende Scheiben auf dem Sand. Es sind Quallen. Ihr Leib besteht zu mehr als 90% aus Wasser und geht daher an der Luft alsbald fast restlos zugrunde. Im Innern der bläulichen, fast durchsichtigen Tiere sehen wir vier halbkreisförmige, gelbe Organe durchschimmern. Nach ihrer oberflächlichen Ähnlichkeit mit Ohren haben sie den Namen **Ohrenquallen** (Tafel V) veranlaßt. In ihnen bilden sich die Eier.

Wer nur tote Quallen am Strande oder halbmatte in der Brandung gesehen hat, kann sich von der farbigen Schönheit und anmutigen Bewegung der lebenden im tiefen Wasser kaum eine rechte Vorstellung machen. Freilich muß man sich beim Fangen etwas vorsehen, da sie mit ihren Nesselkapseln auf unserer Haut einen gelind brennenden Schmerz hervorrufen. Beim Baden können wir die Tiere schwimmen sehen. Die Körperscheibe, die einen Durchmesser von 40 cm erreichen kann, wird ruckartig durch einen Ringmuskel zu einer Glocke zusammengezogen. Nach Erschlaffung des Muskels erfolgt das Aufspannen des Schirmes. Die Körperscheibe hat sich wieder abgeflacht. Bei jeder Zusammenziehung wird Wasser aus der Glocke gepreßt, dessen Rückstoß das Tier vorwärts treibt. Die Qualle schwimmt dann, mit der gewölbten Rückenfläche voran, stoßweise durchs Wasser. In der Mitte der Glockenwand hängt ein Mundrohr mit vier Mundarmen, die mit Nesselkapseln besetzt sind. Mit ihrer Hilfe erbeutet die Qualle die aus Kleintieren bestehende Nahrung. Am Rande der Körperscheibe stehen viele kurze Fangarme, die ebenfalls mit Nesselzellen besetzt sind und dem Ergreifen der Nahrung dienen. Ferner finden wir hier Sinneszellen.

Obgleich die Qualle ein echtes Hohltier ist, ähnelt sie den Süßwasserpolyphen nur in geringem Maße. Das liegt daran, daß die Stützscheibe bei ihr eine dicke Gallertmasse bildet. Denken wir uns einen Polypen von oben nach unten zu einer Scheibe zusammengedrückt, so haben wir etwa die Form der Qualle. Die Körperhöhle wird durch einen Mund abgeschlossen. Im Innern besitzt sie einen geräumigen Hauptteil, den Magenraum, und mehrere verzweigte Kanäle.

Die Vermehrung erfolgt durch Eier, aus denen Larven hervorgehen (vgl. Abb. 166, S. 155): Diese sind bewimpert und können frei umherschwimmen. Wenn sie sich auf Tangen oder Steinen festgesetzt haben, nehmen sie bald die Gestalt von Polypen an. Diese vermehren sich durch Querteilung in mehrere Scheiben, die immer deutlicher die Form einer Qualle zeigen. Dann löst sich eine Scheibe nach der anderen ab und schwimmt als werdende Qualle davon.

Gelegentlich können wir noch andere Quallen an unseren Meeresküsten beobachten. Hüten müssen wir uns vor den roten oder blauen Brenn- oder Nesselquallen (Tafel V), denn ihre langen Fangfäden können ganz empfindlich brennen. Ihre Körperscheibe erreicht oft einen Durchmesser von 1 m. Seltener wird uns die **Kompaßqualle** begegnen, oder die **Wurzelqualle** (Tafel V), die acht wurzelförmige Mundarme mit zahlreichen kleinen Mundöffnungen besitzt.

C. Blumenpolypen und Korallen

Einzeln lebende Blumenpolypen. Bekannter als die unscheinbaren Polypen vom Bau der Hydra sind die großen und schönen **Blumenpolypen**. Wer zur Ebbezeit die Buhnensteine der Nordseeküste absucht, wird zuweilen die eigenartigen, blumenähnlichen Seerosen, Seeanemonen und Seanelken finden (Tafel V). Es mag sein, daß wir die Tiere zunächst mit farbigen Blumen verwechseln. Daher haben sie auch ihren Namen (Blumenpolypen). Sie bilden einen unvergleichlichen Schmuck unserer Meeresaquarien. Hier entfalten sie ihre ganze Schönheit, wenn sie mit ausgestreckten Fangarmen auf Beute lauern. Ihre tierische Natur erkennen wir, wenn ihnen Futter gereicht wird. Dann packen die sonst nur langsam wie suchend sich bewegendes Fangarme ziemlich lebhaft zu. Das Beutetier wird sogleich durch die vielen ausgeschleuderten Nesselkapseln betäubt und langsam in die Mundöffnung hineingezwängt. Selbst kleine Fische werden leicht überwältigt. Durch ein Schlundrohr gelangt die Nahrung dann in den „Magen“ dieses Polypen (Abb. 112). Der Körperhohlraum ist von der Körperwand her durch häutige Scheidewände in Kammern geteilt, ähnlich wie bei einer Mohnkapsel.



Abb. 112. Ein junger Polyp einer Steinkoralle im Längsschnitt (schematisch). Oben die Weichteile mit Fangarmen, Mundrohr und Scheidewänden; unten ist die kalkige Fußplatte mit ihren strahligen Wänden z. T. freigelegt

Ei- und Samenzellen entstehen in den Scheidewänden. Aus dem befruchteten Ei entwickelt sich eine frei schwimmende Larve. Sie setzt sich an Gegenständen im Wasser fest und wächst zum Polypen aus. Viele Arten können durch Knospung Tierstöcke bilden (vgl. Korallen).

Korallen und Korallenriffe. In unseren Meeren treten vorwiegend die Arten der Blumenpolypen auf, die als Einzeltiere leben. Dagegen sind die wärmeren Meere die eigentliche Heimat der stockbildenden Korallen. Schon im Mittelmeer lebt eine solche Koralle, die **Edelkoralle** (Abb. 113). Der Tierstock wird bis zu 30cm hoch und enthält als Stütze eine rote Kalkachse. Dieses Material wird seit alten Zeiten zur Herstellung von Schmuck verwendet (Korallen-

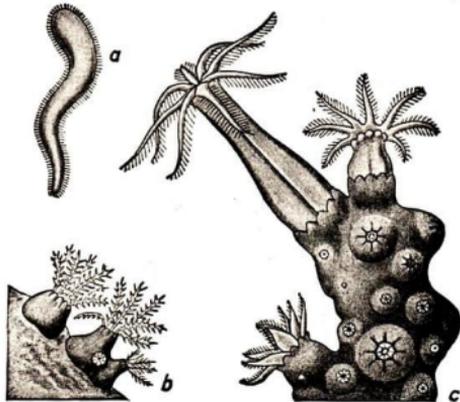


Abb. 113. Die Edelkoralle. a Larve, 20 fach vergr., b junge Tiere; beim rechten Tier hat die Sprossung begonnen, 5 fach vergr., c Teil eines älteren Stockes, 5 fach vergr.

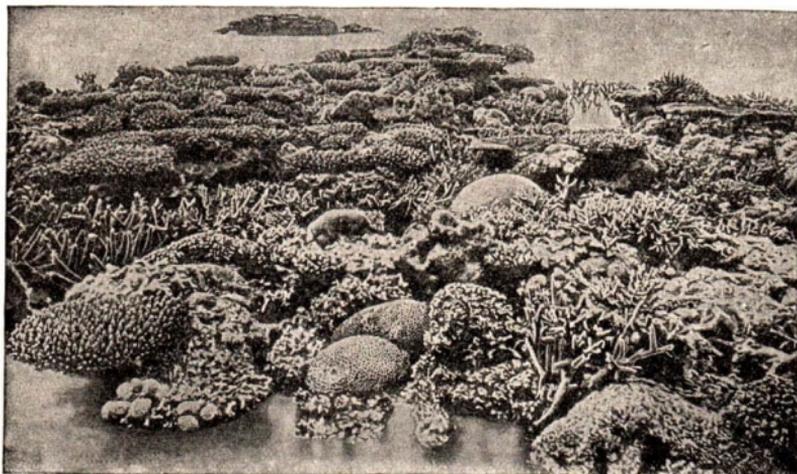


Abb. 114. Korallenriff zur Ebbezeit in Queensland (Australien), hauptsächlich von Porenkorallen aufgebaut

perlen). Die feste Kalkachse ist wie eine „Rinde“ von Weichteilen umgeben. Diese sind ebenfalls durch eingelagerte Kalkkörperchen rot gefärbt. Alle jüngeren Äste dieses Korallenbäumchens sind mit den zierlichen, nicht verkalkten Polypen übersät. Jedes Tierchen besitzt acht gefiederte Fangarme. Zum Schutze können die Polypen sich in Vertiefungen der Rinde zurückziehen. Sie sind alle durch verzweigte Rindencanäle, die der Verteilung der Nahrung dienen, verbunden.

Die **Steinkorallen** sind die Erbauer der Korallenriffe (Abb. 114). Sie kommen nur in tropischen Meeren vor mit besonders hoher Wasserwärme (mindestens 20° C), so z. B. im Roten Meer, im Persischen Golf, im Stillen Ozean. Die Korallenstöcke entstehen auf folgende Weise: Nach ihrer Ansiedlung bilden die jungen Polypen

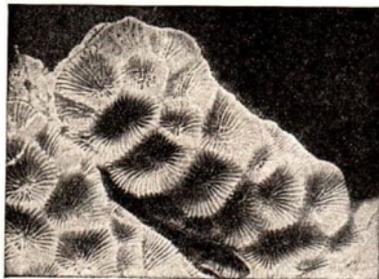


Abb. 115.

Teil des Skeletts einer Sternkoralle (Prinostraea). Die Weichteile der Polypen sind abgestorben und verwest

(Abb. 112) zunächst eine Fußplatte aus Kalk. Auf dieser entstehen meistens strahlige Kalkwände, die mit den häutigen Scheidewänden der Tiere abwechseln. Bis zu einer bestimmten Höhe verkalkt (erhärtet) auch die Seitenwand des Polypen, so daß ein Rohr entsteht. Hier können sich die Weichteile jederzeit hineinziehen. Durch Knospung bilden sich schließlich Korallenstöcke; sie sind entweder verästelt oder die Polypen sitzen nebeneinander (Abb. 115). Besonders schnell wachsen die **Porenkorallen** (Abb. 114). Manche Teile der

alpinen Kalksteingebirge, z. B. die Dolomiten, sind aus alten Korallenriffen entstanden.

Ein lebendes Korallenriff stellt eine wundervolle Lebensgemeinschaft dar, deren farbiges Leben alles in den Schatten stellt, was sonst irdische Landschaften zu bieten vermögen. Ernst Haeckel hat in seinem Werke „Arabische Korallen“ davon die folgende lebendige Schilderung entworfen.

„Das kristallklare Wasser ist hier unmittelbar an der Küste fast immer so ruhig, daß man die wunderbaren Korallengärten des Bodens deutlich erkennen kann, denn hier, wie im größten Teil des Roten Meeres, zieht parallel der Küste ein Wallriff hin, an dem der Wogenandrang zerschellt. — Die Pracht der Korallen zu schildern vermag keine Feder und kein Pinsel. Ein Vergleich dieser formenreichen und farbenglänzenden „Meerschaften“ mit den blumenreichsten Landschaften gibt keine richtige Vorstellung. Denn hier unten in der blauen Tiefe ist alles wie mit bunten Blumen überhäuft, und alle diese zierlichen Blumen sind lebende Korallentiere. Die leuchtende arabische Sonne aber übergießt die Blütenpracht mit unsagbarem Glanze! In diesen wunderbaren Gärten, welche die sagenhafte Pracht der zauberischen Hesperidengärten übertreffen, wimmelt außerdem ein vielgestaltiges Tierleben. Metallglänzende Fische von den sonderbarsten Formen und Farben spielen in Scharen um die Korallenkelche, gleich den Kolibris, die um die Blumenkelche der Tropenpflanzen schweben. Zierliche Garnelenkrebse schnellen vorüber, bunte Krabben (Taschenkrebse) klettern und sitzen zwischen den Korallenzweigen, ebenso rote Seesterne, violette Schlangensterne, schwarze Seeigel sowie Scharen bunter Muscheln und Schnecken. Reizende Würmer mit bunten Kiemenfederbüscheln schauen aus ihren Röhren hervor. Da kommt auch ein dicker Schwarm von zarten violetten Medusen geschwommen, und zu unserer Überraschung erkennen wir in der zierlichen Glocke eine alte Bekannte aus der Ostsee und Nordsee, die Ohrenqualle.“

Zusammenfassung. Süßwasserpolyphen und ihre Verwandten, Hydrapolyphen, Blumenpolyphen und Quallen, sind Vertreter des Tierkreises der **Hohltiere**. Weil

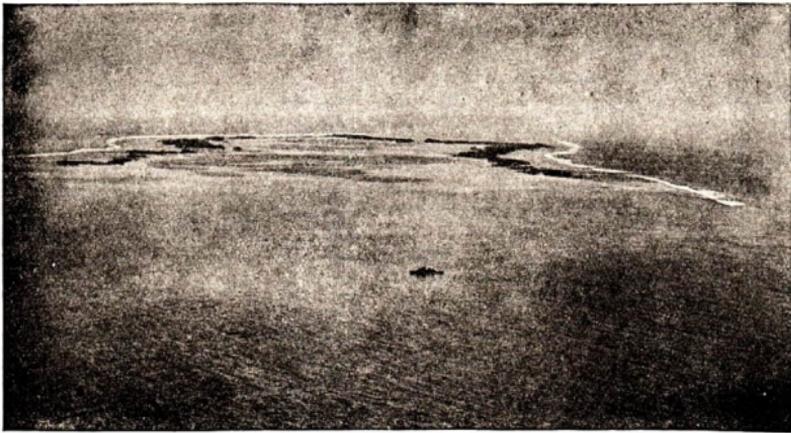


Abb. 116. Eine ringförmige Koralleninsel (Atoll) im Stillen Ozean. Fliegeraufnahme. Der Ring ist unterbrochen, und größere Teile sind von Brandungswellen überflutet

ihre Tierstöcke oder auch die Einzeltiere äußerlich vielfach an Pflanzen erinnern, nennt man sie sowie die Schwämme auch Pflanzentiere.

Gemeinsame Merkmale: 1. Der stachelige Körper ist aus zwei Zellschichten: Außenhaut und Innenhaut, aufgebaut. 2. Die Verdauungshöhle besitzt nur eine Öffnung. 3. In der Außenhaut sind Nesselzellen ausgebildet. 4. Die Muskelfasern sind noch keine selbständigen Zellen. 5. Die Nervenzellen sind noch nicht zu Nervenknoten vereinigt. 6. Die Fortpflanzung geschieht durch Knospung (Sprossung) sowie durch Ei- und Samenzellen.

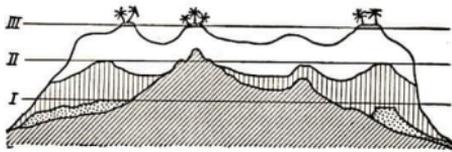


Abb. 117. Die drei verschiedenen Formen von Korallenriffen als Stufen einer zusammenhängenden Entwicklung. I. Stufe: um eine Insel (schräge Schraffen) hat sich ein Saumriff (gepunktet) gebildet. II. Stufe: die Insel ist infolge Senkung des Meeresbodens fast ganz im Meere versunken. Sie ist von einer „Lagune“ (weiß) umgeben, die von einem Wallriff (senkrechte Schraffen) begrenzt wird. III. Stufe: die Insel ist völlig versunken. Das Korallenriff bildet eine Ringinsel (ein Atoll). Die über den Meeresspiegel ragenden Teile sind gepunktet. Vgl. Abb. 116

6. Die Fortpflanzung geschieht durch Knospung (Sprossung) sowie durch Ei- und Samenzellen.

Aufgaben. 1. Durch welche Annahme läßt es sich erklären, daß das Riff III in Abb. 117 schließlich teilweise über den Meeresspiegel hinaus von Landlebewesen besiedelt werden kann? — 2. Stelle die Unterschiede der Hydrapolypen, Blumenpolypen und Quallen zusammen.

ragt und auf diesen abgestorbenen Teilen deshalb von Landlebewesen besiedelt werden kann? — 2. Stelle die Unterschiede der Hydrapolypen, Blumenpolypen und Quallen zusammen.

IV. Würmer

A. Ringelwürmer

1. Der Regenwurm

Aufgaben. 1. Laß einen großen Regenwurm über ein Stück Papier kriechen. Horche! Betrachte die Unterseite des Wurmes und befühle sie mit dem Finger. Beschreibe das Tier und sein Kriechen. — 2. Nähere einem Regenwurm, ohne ihn zu berühren, ein Holzstäbchen, das mit starkem Essig befeuchtet ist, und zwar a) dem Vorderende des Tieres, b) der Mitte, c) dem Hinterende. Unterschiede? Welche Sinnesstätigkeit der Haut ist damit erwiesen? — 3. Beleuchte einen Wurm, der nachts aus seiner Röhre hervorkommt (z. B. bei Versuch 5), plötzlich mit einer Taschenlampe. Verhalten sich die beiden Körperenden verschieden? — 4. Fülle eine Kiste mit feuchter und lockerer Erde und lege einen Regenwurm darauf. Beobachte das Einbohren. — 5. Besetze die Kiste mit einigen Regenwürmern. Streue auf die Erde eine dünne Schicht von weißem Sand. Lege Blätter oder Blattstücke darauf, z. B. von Kohl, Karotten, Sellerie, Zwiebel, Thymian, Meerrettich usw. Beobachte von Tag zu Tag. Halte die Erde feucht, aber nicht naß, störe ihre Lagerung nicht. Erst nach 1 bis 2 Monaten untersuche ihre Schichtung.

Auf den Wegen und Beeten unseres Gartens sehen wir häufig am Morgen kleine rundliche Erdklümpchen liegen. **Regenwürmer** (Abb. 118) hatten ihren Darm am Tage vorher mit Humuserde gefüllt, um ihr die nahrhaften organischen Stoffe zu entziehen. Bei Nacht aber haben sie ihn an der Erdoberfläche wieder entleert. So sind sie Tag für Tag und Jahr für Jahr an der Arbeit, um im Boden das Unterste nach oben zu kehren, ihn zu mischen, zu lockern und zu lüften. Nur im Winter, wenn sich

die Würmer in größere Tiefen zurückziehen, tritt darin eine Pause ein. Sicherlich ist aller Humusboden unserer Gärten und Äcker schon ungezählte Male durch den Darm der Würmer gegangen. Die Pflanzen aber haben den Vorteil von dieser Bodenbearbeitung und mit ihnen der Mensch.

Des Nachts ziehen die Regenwürmer Blätter in ihre Röhren hinein, um sie dort verwesend zu lassen und davon zu fressen. Beim Aufsuchen der Nahrung wird der Wurm vornehmlich durch den Tastsinn geleitet. Wie fein dieser ist, erkennt man daran, daß das Tier schon bei geringer Erschütterung des Bodens sich in seine Röhre zurückzieht. Haben wir einen Wurm beim Umgraben des Gartens ans Tageslicht gebracht, so sucht er möglichst bald wieder in die Erde hineinzukriechen. Wenn ihm auch Augen fehlen, so empfindet er die Helligkeit doch recht deutlich. Hell und dunkel unterscheidet er mit Hilfe von Lichtsinneszellen, die überall in der Haut verstreut liegen, besonders zahlreich am Vorder- und Hinterende des Körpers.

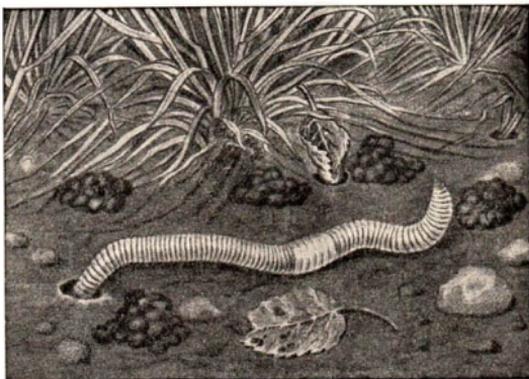


Abb. 118. Ein Regenwurm kommt aus seiner Wohnröhre hervor. Auf dem Boden die von ihm ausgeschiedenen Erdballen

Nach einem heftigen Regenguß kommen viele Würmer aus ihren Röhren an die Oberfläche. Weshalb blieben sie nicht im Boden? Weil die meisten von ihnen Luftatmer sind, die den Sauerstoff durch ihre dünne Haut aufnehmen und deshalb im Wasser ertrinken würden. Natürlich kann auch Trockenheit dem Regenwurm verhängnisvoll werden; denn seine Haut muß zum Atmen feucht sein (vgl. Kiemen und Lungen). Deshalb ist er auf feuchte Luft und feuchten Boden angewiesen.

Durch ihre Formänderung beim Kriechen erkennen wir, daß die Tiere ohne inneres Stützgerüst sind. Das Kriechen geschieht in der Weise, daß sich zunächst das Vorderende stark in die Länge streckt. Es erfolgt dies mittels einer Ringmuskelschicht der Haut, die sich zusammenzieht. Darauf verkürzt sich der Körper, indem er von vorn nach hinten fortschreitend immer dicker wird. Diese Verkürzung wird durch eine Längsmuskelschicht bewirkt. Beide Muskelschichten sind zu dem sog. Hautmuskelschlauch verwachsen. Dieser hat auch als Stützorgan eine besondere Bedeutung (Abb. 119). An der Unterseite des Körpers befinden sich winzige Borsten, die beim Kriechen in den Boden einhaken. Da sie durch kleine Muskeln in jeder Richtung bewegt werden können, so kann der Wurm ebenso leicht vorwärts wie rückwärts kriechen.

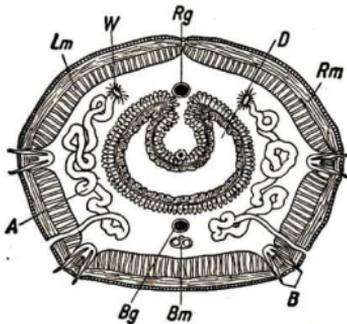


Abb. 119.

Querschnitt durch einen Regenwurm. *Rg* Rücken- gefäß, *D* Darm, *Bg* Bauchgefäß, *Bm* Bauchmark, *A* Ausscheidungs- röhren mit Wimpertrichter *W*, *B* Borsten, *Rm* Ringmuskel, *Lm* Langmuskelschicht

So wie der Regenwurm äußerlich sichtbar in Ringe gegliedert ist, so ist er auch innerlich durch Scheidewände in Körper- abschnitte getrennt. In jedem Abschnitt (Segment) wiederholen sich einzelne Organe regelmäßig. Eine Kette von Nervenknoten — je einer in jedem Ring — liegt an der Bauchseite. Auch Blutgefäße und Aus- scheidungsorgane sind je ein Paar in je- dem Abschnitt vorhanden. Dadurch ist es möglich, daß auch einzelne abgetrennte Teile des Regenwurmes weiterleben und sogar den fehlenden Körperteil ergänzen können. Alle diese Merkmale kennzeichnen die Klasse der **Ringelwürmer**.

An älteren Regenwürmern erkennt man in der vorderen Körperhälfte eine Verdickung, den Gürtel. Hier münden die Fortpflanzungs- werkzeuge, die bei demselben Wurm sowohl Eizellen wie Samenzellen erzeugen. Regenwürmer sind also Zwitter, wie z. B. die Süßwasserpolypen und die meisten höheren Pflanzen. Vermehrung durch selbständige Teilung oder Knospung gibt es bei den Regenwürmern nicht.

2. Watt- und Sandwürmer

Eine ähnliche Lebensweise wie die Regenwürmer haben die **Watt-** oder **Sand- wü r m e r** (Tafel VI). Sie leben im schlickreichen Sandboden des Wattenmeeres. Ihre sandigen Kotballen fallen uns bei einer Wattenwanderung auf. Als Bewohner des Wassers haben sie aber Kiemen. Wie die Regenwürmer werden sie als Köder beim Fischfang mit der Angel verwendet.

Freischwimmende Meeresringelwürmer von räuberischer Lebensweise sind die **Meerskolopender** (Abb. 120). Verwandt sind ihnen die **Röhrenwürmer** (u. a. Gat- ungen, Abb. Tafel VI). Sie leben in Röhren, die z. B. auf Steinen, Muscheln und



Abb. 120. Meerskolopender

Schnecken- schalen festsitzen. Rote Fangfäden des Kopfendes strudeln Nahrung herbei und dienen gleichzeitig als Kiemen. Die winzigen weißen Kalkröhren des **Posthörnchens** findet man oft auf Seetang. — Alle diese Würmer sind wie die Regen- wü r m e r **Ringelwürmer**.

3. Egel

Ringelwürmer sind auch die Egel. Sie besitzen aber keine Borsten, sondern tragen am Vorder- und Hinterende einen Saugnapf. Damit bewegen sie sich „spannend“ vorwärts (vgl. die Spannerauppen). Außerdem schwimmen sie mit schlängelnden Bewegungen. Der **medizinische Blutegel** (Abb. 121) ist an seinen roten Längsbinden zu erkennen. Er lebt in Sumpfgewässern und Teichen und nährt sich vom Blute höherer Tiere. Drei

kleine gezähnte Chitinkiefer (Abb. 121b) ritzen die Haut, und der muskelreiche Schlund saugt das Blut heraus, das durch eine Drüsenabsonderung des Egels am Gerinnen verhindert wird. Der Darm mit seinen Blindsäcken nimmt dann so viel Blut auf, daß ein erwachsener Egel darin einen Nahrungsvorrat für 6 bis 15 Monate hat.

Blutegel wurden früher so viel zur Entziehung von Blut benutzt, daß sie in Deutschland heute ziemlich selten sind. Häufig ist dagegen der **Braune Egel**, fälschlich „Pferdeegel“ genannt. Er frißt Schnecken, Würmer, Kaulquappen und anderes.

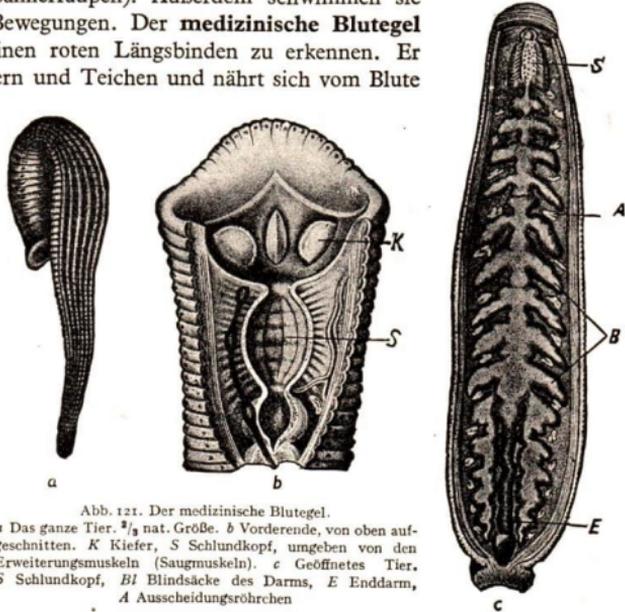


Abb. 121. Der medizinische Blutegel.
a Das ganze Tier. $\frac{2}{3}$ nat. Größe. *b* Vorderende, von oben aufgeschnitten. *K* Kiefer, *S* Schlundkopf, umgeben von den Erweiterungsmuskeln (Saugmuskeln). *c* Geöffnetes Tier, *S* Schlundkopf, *Bl* Blindsäcke des Darms, *E* Enddarm, *A* Ausscheidungsrohrchen

B. Rundwürmer

Die Trichine

Ein sehr gefährlicher Schmarotzer unter den Würmern ist die **Trichine** (Abb. 122). Die weiblichen Tiere bilden für den Menschen eine große Gefahr, da sie bisweilen eine tödlich verlaufende Krankheit hervorrufen können. Gelegentlich kommen im Darm des Schweines etwa 3 mm lange Trichinenweibchen vor, die „Darmtrichinen“. Sie können sich in die Darmwand einbohren und dort zahlreiche lebende Junge hervorbringen. Diese werden vom



Abb. 122. Trichine im Muskelfleisch, 20fach vergr.

Blutstrom durch den Körper geführt und dringen auch in die Muskelfasern vor. Hier setzen sie sich fest und ernähren sich von den Körpersäften ihres „Wirtes“. Nachdem sie herangewachsen sind, werden sie in einem zusammengerollten Zustand von einer verkalkenden Kapsel eingehüllt („Muskeltrichine“, Abb. 122). Zur weiteren Entwicklung ist nun ein zweiter „Wirt“ nötig. Als solcher kann der Mensch dienen. Wenn nämlich trichinöses Schweinefleisch ungenügend geräuchert, nicht gekocht oder unzureichend gebraten wird, so bleiben die Trichinen am Leben. Im Magen des Menschen werden die Kapseln der Muskeltrichinen aufgelöst. Die frei gewordenen Tiere wachsen zu Darmtrichinen heran, und deren Nachkommen setzen sich in den Muskeln des Menschen fest. Die Krankheit (Trichinose) kann bei großer Zahl der Schmarotzer zum Tode führen. Infolge der sorgfältigen amtlichen Untersuchung der Schlachttiere und des in den Handel kommenden Fleisches (Fleischschau) ist die Trichinose jetzt eine ziemlich seltene Erkrankung. Gewöhnlich spielt sich der Lebenslauf der Trichine nämlich zwischen den Ratten ab. Es erfolgt eine Übertragung, wenn tote trichinöse Ratten von ihren Artgenossen gefressen werden. Durch gelegentliches Fressen toter Ratten erwerben dann die Schweine ihre Trichinen. Daher die dringende Forderung: „Vernichtet die Ratten!“

C. Plattwürmer

Der Bandwurm

Die Bandwürmer gehören zu den bekanntesten Schmarotzern im Menschen. Sie sind weiße, abgeplattete, bandförmige Tiere, die meist aus sehr vielen Gliedern bestehen. Sie besitzen keinen Mund und Darm, ebenso fehlen Blutgefäße und Atmungsorgane; denn diese Schmarotzer finden die Nahrung im Darm ihres Wirtes bereits fertig verdaut und können sie durch ihre dünne Körperhaut hindurch aufnehmen.

Wir betrachten als Beispiel den **Schweinebandwurm** oder **Hakenbandwurm** (Abb. 123). Er wird 3–3,50 m lang und kann bis zu 900 Glieder aufweisen. An seinem vordersten Gliede, dem „Kopfe“, trägt er außer vier Saugnäpfen einen Kranz von Haken (Abb. 124 a). Am Hinterende des Kopfes teilen sich fortgesetzt winzige neue Glieder ab, während am freien Ende des Wurmes die ältesten, mit Eiern erfüllten Glieder sich loslösen. Ein Ei behälter (Abb. 124 b) enthält 20000–30000 Eier. Sobald das reife Glied den Darm verlassen hat, zerfällt es, und die Eier können durch Wind und Wasser (Regen) verstreut werden. Da sie sehr widerstandsfähig sind, bleiben sie längere Zeit lebensfähig. Gelegentlich werden die Eier dann bei der Nahrungsaufnahme von einem anderen Wirt, meistens des Schweines, in den Magen mitgeführt. Hier entschlüpft dem Ei eine mit sechs Haken versehene winzige Larve (Abb. 124 c). Sie durchbohrt die Darmwand, wandert in die Blutgefäße und läßt sich vom Blutstrom in die Muskeln tragen. Dort setzt sie sich fest, verliert ihre Haken und wächst zu einer erbsen- bis bohnen großen Blase aus. Diese „Finne“ (Abb. 124 d und e) bildet sich dann zum Bandwurmkopf. Genießt nun ein Mensch finniges Schweinefleisch, so werden die Finnen frei. Der daraus entstehende Band-

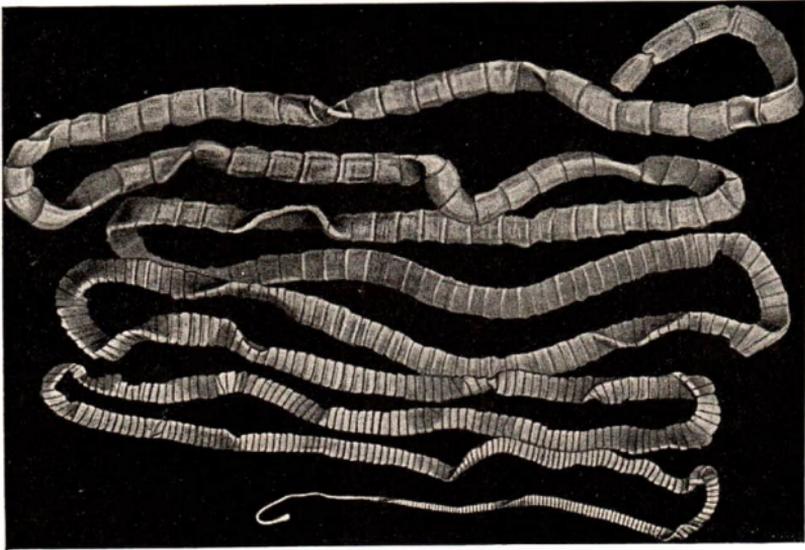


Abb. 123. Teil eines Hakenbandwurms. Etwa $\frac{1}{2}$ nat. Größe

wurmkopf setzt sich schließlich im Dünndarm des Menschen fest. Nach 11 bis 12 Wochen ist der Bandwurm so weit herangewachsen, daß die Loslösung der Glieder mit den Eiern beginnt.

Wenn uns seine Lebensweise bekannt ist, insbesondere sein Wirtswechsel, ergibt sich, wie wir uns vor diesem Schmarotzer schützen können. Wichtig ist es, den Genuß von rohem oder ungenügend gekochtem, gebratenem bzw. geräuchertem Fleisch

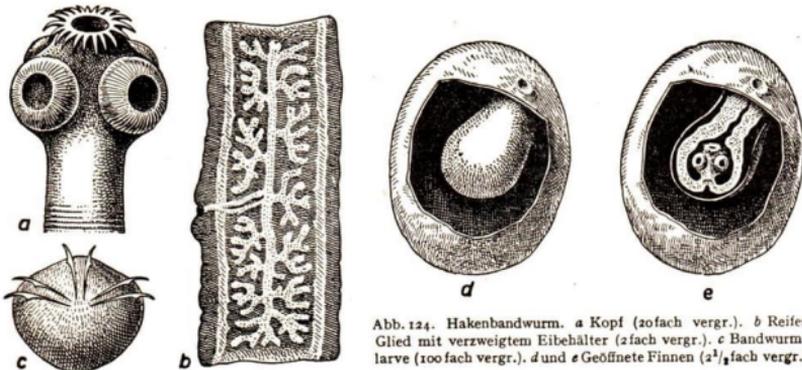


Abb. 124. Hakenbandwurm. a Kopf (20fach vergr.). b Reifes Glied mit verzweigtem Eibehälter (2fach vergr.). c Bandwurmlarve (100fach vergr.). d und e Geöffnete Finnen ($2\frac{1}{2}$ fach vergr.)

zu vermeiden. Denn auch die sorgfältige Untersuchung, die das Schlachtvieh in den Schlachthäusern erfährt, schließt eine gelegentliche Finnenübertragung nicht aus.



Abb. 125.
Kopf des unbewaffneten Bandwurms.
10fach vergr.

Es gibt noch eine Anzahl anderer Bandwürmer, die uns Schaden bringen können. Der **Rinder- oder Unbewaffnete Bandwurm** (Abb. 125) lebt als Finne im Rinde. Er hat keinen Hakenkranz und wird 7–8 m lang. Die Zahl seiner Glieder kann 1200–1300 erreichen.

— Der **Hülensbandwurm** (Abb. 126) haust als nur 4 bis 5 mm langer Wurm im Dünndarm des Hundes. Es ist daher gefährlich, sich von einem Hunde belecken zu lassen, da an seiner Zunge leicht mit Eiern gefüllte Glieder des winzigen Bandwurmes

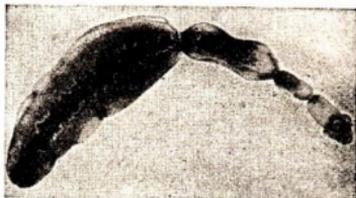


Abb. 126. Hülensbandwurm. 10fach vergr.

haften können. — Der **Breite Grubenkopf** ist der längste Bandwurm des Menschen. Er wird bis 12 m lang und besitzt bis zu 4000 Glieder. Seine Finne lebt in Fischen (Hecht, Barsch u. a.).

Zusammenfassung. Die Würmer sind zweiseitig-symmetrisch gebaute Tiere. Sie besitzen einen mehr oder weniger verzweigten Darm. Nur bei den schmarotzenden Bandwürmern ist dieser rückgebildet. Teilweise besteht ein Blutgefäßsystem. Ein Nervensystem ist ebenfalls vorhanden. Man unterscheidet drei Klassen: Ringelwürmer (Regenwurm), Rundwürmer (Trichine) und Plattwürmer (Bandwurm).

Aufgabe. 1. Stelle die Hauptunterschiede der drei Klassen zusammen. — 2. Warum wird der Fleischbeschauer in den meisten Fällen feststellen können, ob Schweinefleisch von Trichinen befallen ist, während die großen Bandwurmfinnen ihm viel leichter entgehen?

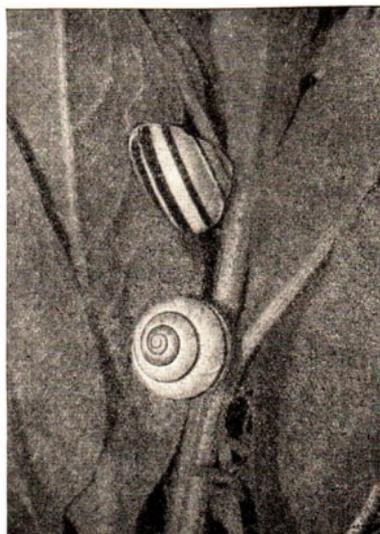
V. Weichtiere

A. Die schwarze Wegschnecke

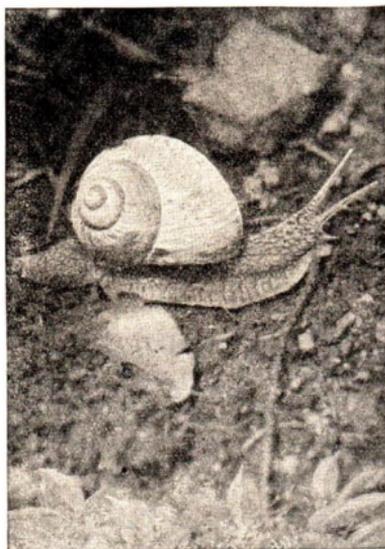
Aufgaben. 1. Beobachte das Kriechen einer Wegschnecke oder Weinbergschnecke auf einer sauberen Glasplatte oder einer Wasserschnecke an der Aquariumwand. Betrachte die Sohle der kriechenden Schnecke mittels einer Lupe. — 2. Ziehe um eine kleinere Schnecke auf der Glasplatte einen Kreis mit Salzwasser, Essig, Zitronenschale u. a. Beobachte das Verhalten des Tieres. — 3. Umgib die Schnecke, die etwa auf einem Brett kriecht, mit einem niedrigen Wall verschiedener Stoffe: staubtrockene zerriebene Erde, Kalkpulver (Düngerkalk, Kreide), Gipspulver, Kochsalz u. a. Beobachtung! Schlussfolgerungen? — 4. Halte Schnecken in einem größeren Glasgefäß bei oft erneuertem Futter. Beobachte das Fressen. Erprobe als Futter Blätter und Stengel (Salar, Rüben, Kapuzinerkresse, Wilder Wein, edler Wein u. a.) sowie Wurzeln (Möhren, Radieschen, Meerrettich). — 5. Lege ein leeres, aber schön gebändertes Gehäuse der Gartenschnecke in Essig oder verdünnte Salzsäure. Beobachte. Verfahre ebenso mit einer Muschelschale. — 6. Betrachte ein größeres Gehäuse der Weinbergschnecke. Worin äußert sich das Wachstum der Schnecke? Zeichne das Gehäuse. — 7. Setze eine Gehäuseschnecke für ein paar Tage ohne Nahrung und Wasser in ein mit Gaze oder Drahtnetz gut zugebundenes Glasgefäß. Wie schützt sich das Tier dann



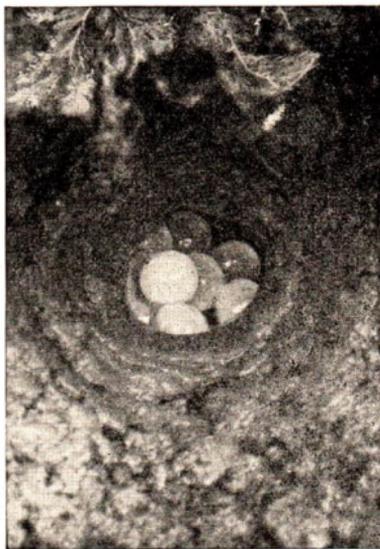
Kriechende Wegschnecke



Hainschnecken (etwas verkl.)



Kriechende Weinbergschnecke



Eigelege der Weinbergschnecke, von der Erde betret:
(nat. Gr.)

Abb. 127. Einheimische Landschnecken in Gärten und Gebüsch

gegen Austrocknung? — 8. Beobachte im Aquarium die Atmung und Fortpflanzung der Posthornschncke, Schlamm- und Sumpfschncke.

Wir beobachten eine schwarze **Wegschnecke** (Abb. 127). Uns fällt zunächst auf, daß sie keine Gliedmaßen besitzt. Da sie den Körper stark zusammenziehen und wieder verlängern kann, muß auch ein inneres Stützgerüst fehlen. Langsam gleitet sie mit einer breiten, flachen Sohle, dem Fuß, auf dem Boden dahin. Die Muskeln des Fußes können sich in einzelne Abschnitte zusammenziehen und so das Fortkommen ermöglichen. Von der Sohle wird eine Schleimschicht ausgeschieden, die die Bewegung besonders auf trockenem Boden erleichtert. Sehr häufig können wir solche Schleimpuren beobachten.

Am Vorderende des Körpers sitzen zwei Paar Fortsätze, die Fühler. Wenn wir sie vorsichtig berühren, so werden sie sofort von der Schnecke eingezogen. Allmählich, vorsichtig tastend, treten sie wieder hervor. Wegen ihrer Empfindlichkeit nennt man sie zwar Fühler, sie sind aber vor allem Träger des Geschmacks- und Geruchssinnes. Auf dem hinteren Paar sitzen die Augen. Hinter dem „Kopf“ folgt ein plattes Hautfell, das sich deutlich von der übrigen Haut absetzt, der „Mantel“. Er bildet zusammen mit dem Rücken die Mantel- oder Atemhöhle. Sie besitzt feine Blutgefäße. Durch ein Schlitzloch an der vorderen rechten Seite der Mantelhöhle wird neue Atemluft eingesogen und verbrauchte ausgestoßen. Die Art, wie die Schnecken fressen, ist sehr merkwürdig. Sie besitzen im Munde eine Reibplatte (Abb. 128), mit der sie die Nahrung zerreiben.

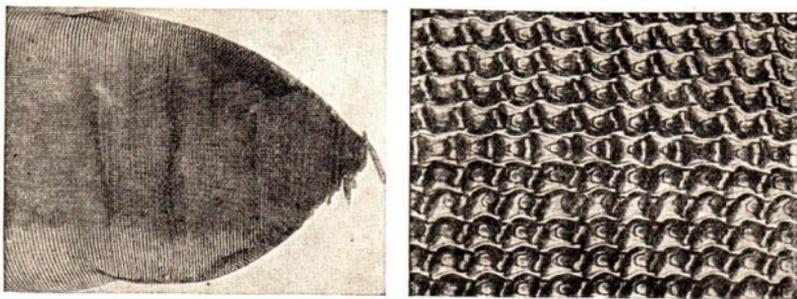


Abb. 128. Reibplatte der Weinbergschncke 10fach und 100fach vergr.)

Zur Fortpflanzung legt die Schnecke Eier in eine Bruthöhle in der Erde (Abb. 127). Die ausschlüpfenden Jungen wachsen schnell heran.

Die Schnecken sind sehr gefräßige Tiere, die viel Schaden an Garten- und Ackerpflanzen anrichten. Besonders gilt das von der grauen **Ackerschncke**. Wir finden sie an feuchten Tagen häufig in großer Zahl im Gemüsegarten. Sie fressen besonders zur Nachtzeit an den keimenden Gemüsepflanzen und den reifen Erdbeeren. Wir haben deshalb allen Grund, Schneckenvertilger, wie die Kröten, als unsere besonderen Freunde zu betrachten.

B. Schnecken an Wegrändern

Nach Regenwetter oder bei feuchter Luft finden wir an Feldwegen, in Gras und Kraut verschiedene Schneckenarten. So treffen wir auch solche, die ständig ein Gehäuse mit sich herumtragen. Wir bezeichnen sie als **Gehäuseschnecken**. Im Gegensatz zu ihnen stehen die **Nacktschnecken**, von denen wir ja die schwarze Wegschnecke und die gefräßige Ackerschnecke betrachtet haben.

In Gegenden mit kalkhaltigem Boden treffen wir oft die große bekannte **Weinberg-schnecke** (Abb. 127) an. Sie besitzt ein gewundenes Gehäuse, das aus Kalk besteht. Außen ist es mit einer härteren Schicht, einer Chitinschicht, bedeckt. Abb. 129 zeigt uns ein Röntgenbild des Gehäuses. Wir erkennen deutlich, wie die Windungen innen zu einer Achse oder Spindel verschmolzen sind. Diese Schale wird durch Abscheidungen des „Mantels“ gebildet. In dem Maße, wie die Schnecke wächst, wird auch das Gehäuse dauernd durch Anwachsstreifen vom Mantelrand her vergrößert. Es bildet in erster Linie einen Schutz gegen Feinde. Es vermindert aber auch die Verdunstung von Wasser aus der feuchten, drüsenreichen Haut. Das ist für die Schnecken besonders wichtig, denn sie sind Feuchtlufttiere wie die Regenwürmer, die tagsüber nur zum

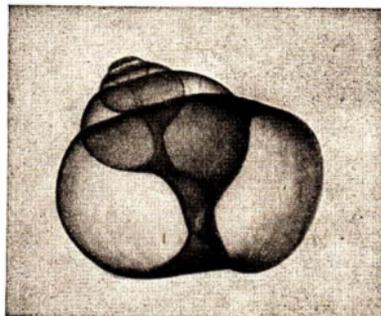


Abb. 129. Röntgenbild eines Gehäuses der Weinberg-schnecke

Vorschein kommen, wenn Erdboden und Pflanzen feucht sind und die Luft viel Wasserdampf enthält. Jetzt ist uns auch verständlich, weshalb sie aus zahlreichen Drüsen der Oberhaut ständig Schleim absondern und sich so klebrig anfühlen. Wie beim Regenwurm soll der Körper kein Wasser durch Verdunstung abgeben.

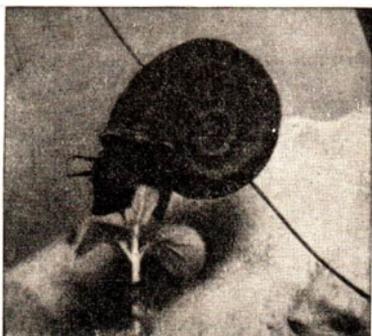
Im Schutze des Hauses übersteht die Schnecke auch Trockenzeiten, indem sie ihre Schale durch eine Schleimschicht schließt. Diese erhärtet oft zu einer dünnen Haut. Zum Winter wühlt sich die Weinberg-schnecke in lockeren Boden ein und versteckt das Gehäuse mit einem festen Kalkdeckel.

Überall zwischen Gräsern und Gebüsch kommen die gelblichen oder rötlichen, häufig noch mit Bändern geschmückten Garten- und Hainschnecken (Abb. 127) vor. Die **Gartenschnecken** besitzen einen weißen Mündungsrand am Gehäuse, die **Hainschnecken** einen schwarzbraunen. An Baumstämmen, in Gebüsch und Wiesen lebt die **Baumschnecke**. Ihr Gehäuse ist gelb bis braun und meist mit einem braunen Band versehen.

C. Weichtiere im Teich und Meer

1. Schnecken

Beim Fang der Kleintiere im Wasser finden wir häufig in unserem Netz die tellerförmig gewundene **Posthornschncke** (Abb. 130) und die länglichspitz gewundene



Posthornschncke (vergr.)



Schlamm- oder Sumpfschncke (vergr.)



Die Sumpfschncke mit ihrem Chitindeckel
(etw. vergr.)



Miesmuscheln haben sich mittels Hornfäden
(Byssus) befestigt

Abb. 130. Einheimische Weichtiere im Aquarium

Schlamm- oder Sumpfschncke (Abb. 130). Wir halten einige in unserem Aquarium, denn sie säubern die Wände von den lästigen grünen Algen. Dabei können wir oft beobachten, daß beide regelmäßig an die Wasseroberfläche kommen, um zu atmen. Sie gehören, wie alle bisher besprochenen Arten, zu den **Lungenschncken**. In den an Pflanzen

oder Glaswänden abgelegten durchsichtigen Eiballen kann man sehr gut die Entwicklung der Jungen beobachten.

Die Schnecken, die in Tausenden von Arten das Meer bewohnen (Abb. 131), sind ausnahmslos **Kiemenschnecken**.

Bei den mit Gehäuse versehenen Arten stehen die Kiemen in der **Mantelhöhle**. Die größte Art der Nordsee ist die **Wellhornschnecke** (Abb. 131d u. 132). Oft findet man ihre von den Wellen an den Strand geworfenen Eierbälle. Eine Kiemenschnecke ist aber auch die lebendig gebärende **Sumpfschnecke** (Abb. 130) unserer Süßgewässer. Wenn sie sich vor Feinden in das Gehäuse zurückzieht, verschließt sie es mit einem Chitindeckel.

2. Muscheltiere

Aufgaben. 1. Setze eine Teich- oder Flußmuschel in ein Aquarium mit schlammigem Sandboden und beobachte ihre Lebenserscheinungen. Laß das Wasser durch einen Schlauch fast bis zum Boden ab. Streue Karminkörnchen vorsichtig am Hinterende der Muschel in das Wasser. Beobachte! — 2. Benutze die Muschel zur Beobachtung der Brutpflege des Bitterlings! — 3. Lege eine getrocknete leere Doppelschale einer Muschel ein paar Stunden in Wasser und stelle die Bedeutung des Chitinbandes fest. Suche die Stellen, wo die Schließmuskeln festsaßen. Zeichnung. — 4. Veranschauliche den Bau eines Muscheltieres durch ein Modell aus Pappe und Papier (Schalen: graue Pappe, Kiemen: rotes Papier usw.).

Im Grund unserer Bäche leben die verschiedenen Arten der **Flußmuscheln** und im Schlamm der Teiche die **Teichmuscheln**. Wir rechnen sie wie die Schnecken zu den Weichtieren. Sie sind echte Wasserbewohner. Bei der Betrachtung fällt uns zunächst auf, daß ein Kopf fehlt. Die ganzen Weichteile werden von einer zwei-

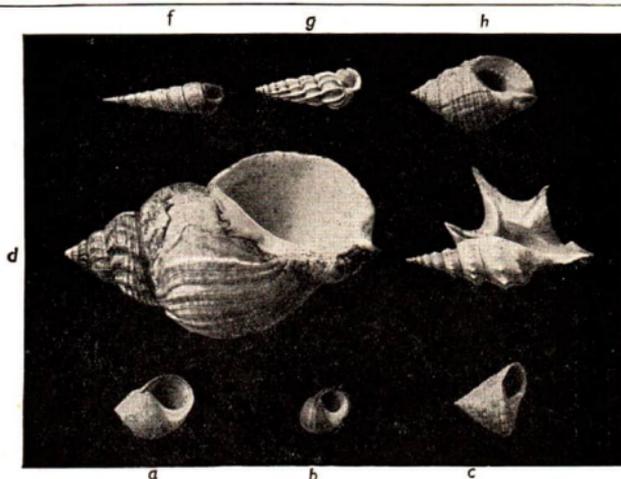


Abb. 131. Kiemenschnecken der Nordsee.

a und b Strandschnecken (*Litorina litorea* und *Litorina obtusata*), c Kreiselschnecke (*Trochus zizyphinus*), d Wellhorn (*Buccinum undatum*), e Pelikansfuß (*Rostellaria pes pelecani*), f Turmschnecke (*Turritella*), g Wendeltreppe (*Scalaria communis*), h Purpurschnecke (*Purpura*)

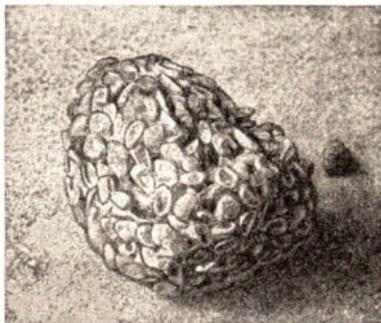


Abb. 132. Angespülter Eierballen einer Nordseeschnecke, der Wellhornschnecke ($\frac{1}{2}$ der nat. Größe)

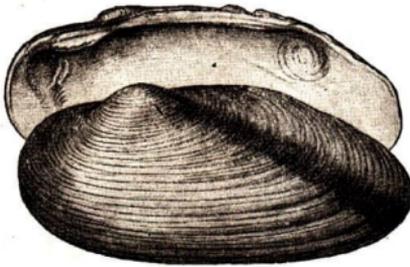


Abb. 133. Schale der Malermuschel.

Die hintere Schalenhälfte zeigt die Ansatzstellen für die beiden Schließmuskeln und das Schloß, die vordere Hälfte die Zuwachsstreifen

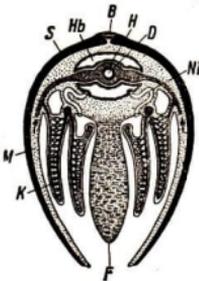


Abb. 134. Querschnitt durch eine Muschel (vereinfacht).

S Schale, M Mantel, K Kiemen, B Schalenband, F Fuß, D Darm, das Herz H durchbohrend, Hb Herzbeutel, Ni Nierengang

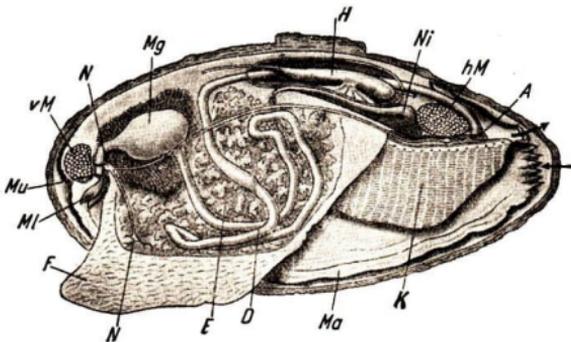


Abb. 135. Längsschnitt durch eine Teichmuschel.

F Fuß, Ma Mantel, K Kiemen, Mu Mund, MI Mundlappen, Mg Magen, D Darm, A After, H Herz, Ni Nieren, N Nervensystem, E Eierstock, vM vorderer und hinterer Schließmuskel. Einfuhr- und Ausfuhröffnung durch Pfeile bezeichnet

klappigen, kalkhaltigen Schale eingehüllt (Abb. 133). Sie besteht wie bei den Schnecken aus Kalk und einer äußeren Chitinschicht. Im Querschnitt einer Muschelschale erkennen wir deutlich zwei Schichten, deren innerste Perlmuttertschicht heißt. Bei manchen Muschelarten weist sie ein schönes Farbenspiel auf. Beide Schalenhälften werden durch ein elastisches Chitinband zusammengehalten. Nach Hochwasser können wir unzählige leere zweiklappige Schalen an den Ufern unserer Flüsse beobachten.

Ihre Hälften klaffen dann weit auseinander, denn das braune Chitinband ist jetzt zusammengezogen oder gar eingetrocknet. Das lebende Tier aber konnte beide Schalen durch zwei starke Schließmuskeln fest gegeneinander pressen. Bei manchen Muscheln greifen die Schalenhälften an ihrer Verbindungsstelle noch mit Zähnen ineinander, die ein Verschieben der Schalen verhindern. Diese Einrichtung nennt man das Schloß der Muschel. Bei der Teichmuschel fehlen diese Zähne. Über den Bau des Muscheltieres geben die Abb. 134 und 135 Auskunft. Die Schalen werden durch Ausscheidungen der beiden großen Mantellappen gebildet. Diese liegen in ihren Rändern übereinander. So entsteht eine geschlossene Atemhöhle. In ihr liegen zwei Paar Kiemenblätter beiderseits des Fußes.

Nur zum Atmen weichen die Mantelränder am Hinterende des Tieres auseinander und bilden zwei Öffnungen für die Einfuhr und Ausfuhr des Atemwassers. Die innere Mantelfläche, die Kiemen und die Mundlappen sind dicht mit Flimmerhärchen (Wimpern) besetzt. Die

Härchen treiben das Wasser beständig von der Einfuhröffnung an den Kiemen und am Munde vorbei zur Ausfuhröffnung. So vollzieht sich an den Kiemen der Atmungaustausch, während die mitströmenden feinen Nahrungsteilchen in den Mund gestrudelt werden. Teils handelt es sich um winzige Lebewesen, teils um Pflanzenreste, die aufgewühlt werden, wenn die Muschel mit ihrem vorstreckbaren beilförmigen Fuß beim Kriechen den Boden durchpflügt.

Aus den Eiern, die sich auf dem äußeren Kiemenblatt entwickeln, entstehen kleine Larven. Diese schwimmen durch Auf- und Zuklappen der Schalen im Wasser, bis sie sich mit den hakenförmigen Zähnen ihres Schalenrandes an der Haut eines Fisches festgesetzt haben. Dann ernähren sie sich als Schmarotzer von den Körpersäften des Fisches, bis sie sich zu fertigen Muscheln entwickelt haben. Sie verlassen den Wirt und leben im Schlamm weiter.

Muscheln des Meeres. An Meeresküsten lebt eine Anzahl eßbarer Muscheltiere. Bei einer Wanderung auf den Watten der Nordsee kann man z. B. in stehengebliebenem Wasser Öffnungen im Boden entdecken, die sich plötzlich schließen. Hier sitzt im Sand vergraben die große weiße **Sandmuschel** (Abb. 136). Ihre Atemöffnungen liegen am Ende eines langen Doppelrohres, das sie vorstrecken und zurückziehen kann. Ähnlich lebt im Sande die **Herzmuschel** (Abb. 137), deren hübsch geriefelte Schalen jeder Strandbesucher kennt.

Wichtiger als Nahrungsmittel ist die in der Nord- und Ostsee lebende **Miesmuschel** oder Pfahlmuschel (Abb. 130). Sie befestigt sich mit hornigen Fäden (Byssus) an Felsen, Holzwerk oder Tang. Miesmuschelzucht betreibt man, indem man den Larven durch Pfähle, die man in den Meeresgrund bohrt, Gelegenheit zur Ansiedlung bietet.

Eine kleinere Verwandte der Miesmuschel ist die **Dreiecksmuschel**, die im Brackwasser und Süßwasser lebt. Da sie sich ebenfalls mittels Hornfäden an Holz u. a. befestigt, kann sie — vor allem durch die Binnenschiffahrt — leicht verschleppt werden. Aus ihrer süd-russischen Heimat ist sie so im Laufe eines Jahrhunderts durch Deutschland hindurch bis zur Nordsee und nach Frankreich und England verschleppt worden.

Ein anderes Nutztier unter den Muscheln ist die **Auster**. Sie bildet umfangreiche Austernbänke an den Küsten des Nordatlantischen Ozeans, so auch an der Küste von Frankreich, Südengland, Holland, Schleswig und Norwegen. In der Ostsee fehlt sie wegen des zu geringen Salzgehaltes. Eine ausgewachsene

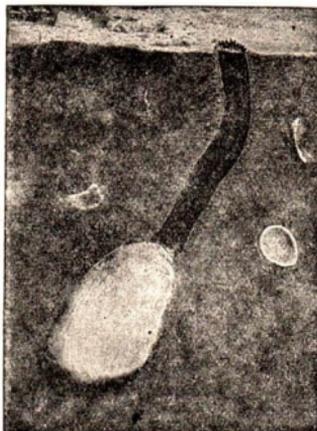


Abb. 136. Sandmuschel im Sandboden des Wattenmeeres ($\frac{1}{5}$ nat. Größe)



Abb. 137. Herzmuschel

Auster erzeugt jährlich mehr als 1 Million winziger Eier, die sich in der Kiemenhöhle des Muttertieres, wo sie gut mit Sauerstoff versorgt sind, zu freischwimmenden Larven entwickeln. Diese setzen sich aber sehr bald an Felsen oder an schon vorhandenen Austernschalen fest. Sie bilden dann eine gewölbte Schale aus, die mit dem Untergrund verwächst und von einer flachen Schale wie von einem Deckel verschlossen wird. Zur Anlage neuer Bänke legt man Reisigbündel, Austernschalen und Steine aus, an denen die Larven sich festsetzen. Die Bedeutung der Austernzucht und Austernfischerei ist wesentlich größer als die des Miesmuschelfanges.

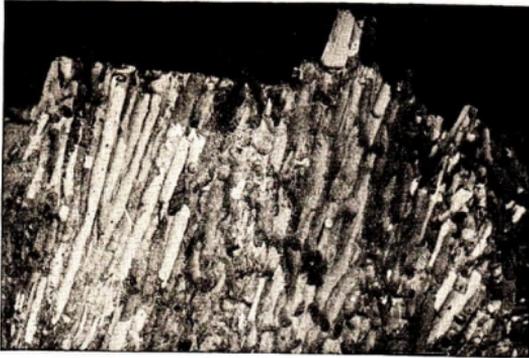


Abb. 138. Vom Schiffsbohrwurm zerstörtes Holz, die Bohrgänge z. T. noch mit Kalk ausgekleidet

Die Austernbänke geben zahlreichen anderen Tierarten Gelegenheit zur Ansiedlung, und zwar ist diese entstehende Lebensgemeinschaft keineswegs zufällig zusammengesetzt. Sie besteht vielmehr aus ganz bestimmten Arten, die gerade hier günstige Lebensbedingungen finden (vgl. die Korallenriffe, S. 103).

Ähnlich unserer Auster bildet auch die **Meeres-Perlmuschel** im Indischen Ozean große Muschelbänke. Zur Anheftung ihrer Schalen erzeugt sie Hornfäden wie die Miesmuschel. Die rundliche flache Schale erreicht eine Länge von 30 cm und hat eine

sehr dicke Perlmutternschicht, die vielerlei Verwendung findet (Knöpfe u. a.). Berühmt ist sie besonders wegen der häufig in ihrem Mantel entstehenden Perlen. Den Anlaß dazu gibt oft die Finne eines Bandwurms, der im Darm von Mäusen lebt. Die setzt sich im Mantel fest, und dieser kapselt sie ein, indem er Perlmutternschichten abscheidet. In Japan erzeugt man künstlich Perlen, indem man Perlmuscheln fischt, kleine Fremdkörper unter ihren Mantel schiebt und die Muscheln dann einige Jahre wieder in das Meer versenkt.

Wie die Sandmuschel sich im Sande vergräbt, so bohren die **Bohrmuscheln** sich sogar in weiches Gestein hinein. Großen Schaden am Holz von Schiffen und Deichbauten kann ein wurmförmiges Muscheltier mit stark verkümmerten Schalen anrichten: der **Schiffsbohrwurm** (Abb. 138).

D. Tintenfische

Nahe den Küsten, vom Mittelmeer bis zur Nordsee, treibt der gemeine **Tintenfisch** (Abb. 139 u. 140) sein räuberisches Wesen. Im Vertrauen auf seine unscheinbare Farbe, die er jeweils dem Untergrunde anpassen kann, lauert er auf seine Beute. Der Kopf ist scharf vom Rumpf abgesetzt und trägt ein Paar große Augen. Um die Mundöffnung stehen acht kurze und zwei lange Fangarme. Sie dienen zum Einfangen der Beute. Kleine Fische und Krebse sind seine Nahrung, die durch kräftige Kiefer und eine Reibplatte zerfleischt wird.

Der Körper des Tintenfisches wird von einer Hautfalte, dem Mantel, eingehüllt (vgl. Weinbergschnecke). Dieser umschließt, wie bei den Muscheln, eine Mantelhöhle (Abb. 140). In ihr sitzen die Kiemen. Der Fuß (vgl. die Muschel) ist zu einem Rohr, dem Trichter, umgebildet. Durch ihn wird das Atemwasser ausgestoßen, das aus der Mantelhöhle strömt. Bei Gefahr geschieht dies mit großer Kraft, daß der Tintenfisch

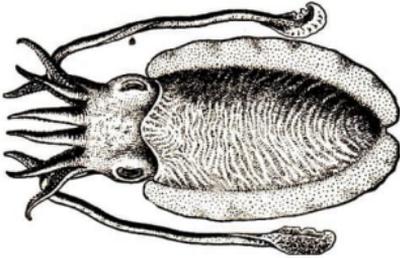


Abb. 139. Tintenfisch, von oben gesehen ($\frac{1}{16}$ nat. Größe)

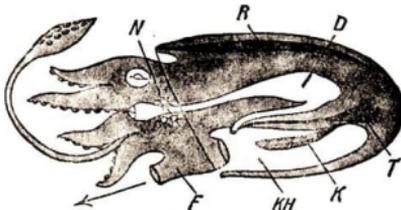


Abb. 140. Längsschnitt durch einen schwimmenden Tintenfisch (vereinfacht). *N* Nervenknoten (Ganglien), *D* Darm, *F* Fuß („Trichter“), *R* Rückenschulp, *K* Kieme, *KH* Kiemenhöhle, *T* Tintenbeutel. Vorn: die Fangarme (vgl. Abb. 125). Pfeil: Richtung des ausgestoßenen Wassers

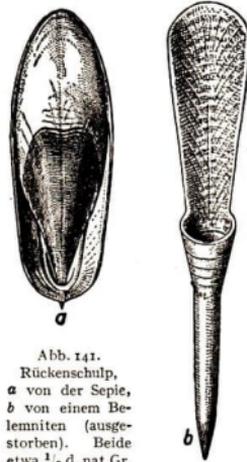


Abb. 141. Rückenschulp, *a* von der Seite, *b* von einem Belüfteten (ausgestorben). Beide etwa $\frac{1}{10}$ d. nat.Gr.

dadurch rückwärts schwimmt. Wenn er dem Wasser einen schwärzlichen Saft („Tinte“ – Sepiafarbe) beimischt, entsteht vor ihm eine Wolke, die ihn vor Feinden unsichtbar macht. Er kann auch mittels eines Hautsaumes vorwärts und rückwärts schwimmen. Der Saum umgibt den Rumpf und führt Wellenbewegungen aus. Besonders gut ausgebildet ist dieser Flossensaum bei den **Kalmaren** (Tafel VII), den nächsten Verwandten. Er fehlt jedoch den achtarmigen **Kraken** (Tafel VII).

Im Rücken des Tieres befindet sich als Stütze des Körpers der kalkige Schulp, den wir unseren Stubenvögeln zum Wetzen des Schnabels in den Käfig stecken (Abb. 141).

Zusammenfassung: Wegen vieler Ähnlichkeiten der Tintenfische mit Schnecken und Muscheln hat man aus diesen drei Tierklassen den Tierkreis der **Weichtiere** (Mollusken) gebildet.

Die wichtigsten Merkmale sind: der meist ungegliederte Körper, der Mantel und der Fuß.

Der Mensch

I. Ernährung und Verdauung

A. Unsere Nahrungsmittel

Unser Körper gibt durch jeden Atemzug, jede Bewegung und Arbeit Energien ab. Es ist daher nötig, das Verbrauchte zu ersetzen. Das geschieht durch Aufnahme der Nahrung. Für unsere Ernährung kommen nun folgende Nährstoffgruppen in Betracht: Fette, Zucker- und Stärkearten, Eiweißstoffe und gewisse Salze. Dazu müssen wir noch Wasser aufnehmen, denn es ist für die Erhaltung des Körpers von besonderer Bedeutung. Der menschliche Körper besteht zu etwa 64 v.H. aus Wasser und kann Mangel an Wasser nur kurze Zeit ertragen.

Die **Eiweißstoffe** dienen unserem Körper besonders zur Bildung des Fleisches und der Nerven. Wir entnehmen sie hauptsächlich dem Fleisch der Tiere, den Eiern, der Milch und den Hülsenfrüchten. Die **Fette** erzeugen vorzugsweise die Wärme, die der Körper nötig hat. Wir erhalten sie aus dem Tier- und Pflanzenreich in Form von Butter, Schmalz, Talg, Ölen usw. Die Zucker- und Stärkearten liefern uns ebenfalls die nötigen Energiemengen. Zur Ernährung dient uns der Rübenzucker, der aus der Zuckerrübe gewonnen wird. Ferner genießen wir Trauben- und Fruchtzucker im Honig und Kunsthonig, den Beeren des Weinstockes, in Birnen, Äpfeln, Pflaumen und anderen Früchten. Malzucker entsteht in keimender Gerste und der Milchzucker ist in der frischen Milch enthalten. Die meisten Wurzeln, Knollen, Stämme, Samen und andere Pflanzenteile enthalten Stärke. Wir verzehren sie besonders in den Speisen, die aus Getreidekörnern oder dem daraus hergestellten Mehl bereitet werden, sowie in den Knollen der Kartoffel. **Salze** sind nötig zur Bildung der Knochen, Knorpel, Zähne, Haare und Nägel.

Ergänzungstoffe. Außer den Nährstoffen sind noch einige andere Stoffe notwendig, um unseren Körper gesund zu erhalten, die **Vitamine**. Fehlen sie unserer Nahrung, dann stellen sich schwere Erkrankungen ein! Der Körper bleibt im Wachstum zurück und ist nicht widerstandsfähig genug. Die Vitamine werden in dem Pflanzenkörper gebildet und kommen immer nur in ganz geringen Mengen vor. Der tierische Körper bildet sie nicht, sondern speichert sie nur in sich auf. So erklärt sich der Reichtum an Vitaminen in Milch, Butter, Eiern und Seefischen. Die Heilkraft des Lebertranes, der ja hauptsächlich aus der Leber des Dorschess stammt, beruht auf den darin enthaltenen Vitaminen. Vitaminreiche Pflanzen sind besonders die grünen Gemüse, die uns auch Eisen für die Blutbildung spenden, und ferner Karotten, Zwiebeln, Kartoffeln und Obst. Die gemischte Kost, wie sie bei uns üblich ist, enthält genügend Ergänzungstoffe.

Bisher hat man über ein Dutzend verschiedener Vitamine erkannt. Ihr chemischer Aufbau ist noch nicht bei allen festgestellt, deshalb werden sie einfach mit den Buch-

staben A, B, C, D usw. bezeichnet. Für uns sind die ersten vier Gruppen wichtig. Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über diese bekanntesten Vitamine.

	A (fettlöslich)	B ₁ (wasserlöslich)	C (wasserlöslich)	D (fettlöslich)
Krankheiten	Augendarre, Pellagra, Nachtblindheit, sonstige Schädigungen der Haut und der Schleimhaut	Reiskrankheit (Beri-Beri), Lähmungen, Herzkrankheiten	Skorbut, Blutungsneigung (Zahnfleisch, Haut, Knochenhaut, Muskeln)	Rachitis, gestörte Knochenbildung
Gegenmittel	Vollmilch, Butter (bei Grünfütterung des Viehs), frisches Fleisch, fette Fische, Eier, grünes Gemüse, Möhren	Reiskleie, Hefe, Pflanzenkeime, Hülsenfrüchte mit Schale, Kartoffeln, alle Gemüse, Tomaten, Eigelb, Leber, Nieren, Vollkornbrot	Apfelsine, Zitrone, Hagebutte, Tomate, grünes Gemüse, Beerenobst, Kartoffeln, Wurzelgemüse	Eigelb, Lebertran, Seefische (Hering), Räucherfische, Ultraviolettbestrahlung, Vigantol
Eigenschaften	sauerstoffempfindlich; grünes Gemüse nur kurz kochen	hitzeempfindlich, durch Räuchern und Pökeln zerstört	sehr hitzeempfindlich	hitzebeständig

Ein Mangel an Vitamin A verursacht Hauterkrankungen und Wachstumsstörungen. Das Fehlen des Vitamins B ruft eine Nervenkrankheit, die Beri-Beri, hervor. Sie kann zu schweren Lähmungen führen. Bei Vitamin-C-Mangel stellen sich Zahn- und Knochenschäden oder Herzschwäche ein (Skorbut). Die Frühjahrsmüdigkeit, die Neigung zu Zahnfleisch- und Hauterkrankungen, die mangelnde Widerstandskraft gegen Infektionskrankheiten ist ebenfalls auf C-arme Nahrung zurückzuführen. Das Fehlen des Vitamins D führt bei Erwachsenen zur Knochenbrüchigkeit, bei Kindern zu der sogenannten Englischen Krankheit (Rachitis). Der Gehalt an Vitamin A wird durch Zubereitung der Speisen kaum vermindert. Das Vitamin B aber ist gegen größere Hitze empfindlich und wird daher beim Braten zerstört, weniger beim Kochen und Einwecken. Durch kohlensaures Natron im Kochwasser wird es fast ganz vernichtet. Da es wasserlöslich ist, würde es durch Abgießen des Kochwassers verlorengehen. Ebenfalls ist das Vitamin C wasserlöslich und sehr stark hitzeempfindlich und wird bei fast allen Nahrungsmitteln durch längeres Kochen vernichtet. Nur in der Schale gekochte Kartoffeln enthalten auch dann noch größere Mengen von Vitamin C. In den europäischen Ländern ist die Gefahr eines Mangels an diesen drei Vitaminen A, B, C dann gering, wenn jede Einseitigkeit in der Ernährung vermieden und möglichst oft Frisch- oder Rohgemüse gegessen wird. Am häufigsten macht sich bei Säuglingen und Kleinkindern der Mangel an Vitamin D bemerkbar, das in reichlichen Mengen in Fischen, besonders im Lebertran aus der Dorschleber, in der Muttermilch, im Spinat, in Mohrrüben und einigen anderen Stoffen enthalten ist. Da es hitzebeständig und wasserunlöslich ist, brauchen besondere Vorschriften bei

der Speisenzubereitung nicht beachtet zu werden. Einige Vitamine können heute künstlich hergestellt werden.

Genußmittel. Neben Nahrungsmitteln unterscheidet man noch die sog. Genußmittel. Sie haben meist keinen oder nur geringen Nährwert. Zu ihnen gehören die Gewürze, der Tee, der Kaffee, die alkoholischen Getränke, der Tabak u. a. Sie werden wegen ihres Wohlgeschmackes oder ihrer Reizwirkung auf die Nerven gern genossen. Einige von ihnen sind gefährliche Gifte, die nicht nur viele Organe des Körpers auf das schwerste schädigen, sondern auch unsagbares soziales Elend im Gefolge haben. Dies gilt am meisten von den alkoholischen Getränken.

B. Die Verdauung

Die aufgenommene Nahrung wird im Munde durch die Zähne zerkleinert und zugleich mit Speichel vermischt. Der Speichel wird von den Speicheldrüsen abgegeben. Er dient dazu, die Speise anzufeuchten, sie schlüpfrig zu machen und die darin enthaltene Stärke in Zucker zu verwandeln. Kaut man ein Stück Brot etwa 5 Minuten lang, so nimmt man einen süßlichen Geschmack wahr. Vom Munde geht die Speise durch die **Speiseröhre** in den **Magen** (Abb. 142 u. 143). Hier wird sie durch die Bewegungen der Magenwände beständig durcheinandergemengt. In der Magenwand befinden sich unzählige kleine Drüsen, die den Magensaft erzeugen. Er dient mit anderen Stoffen zur Ver-

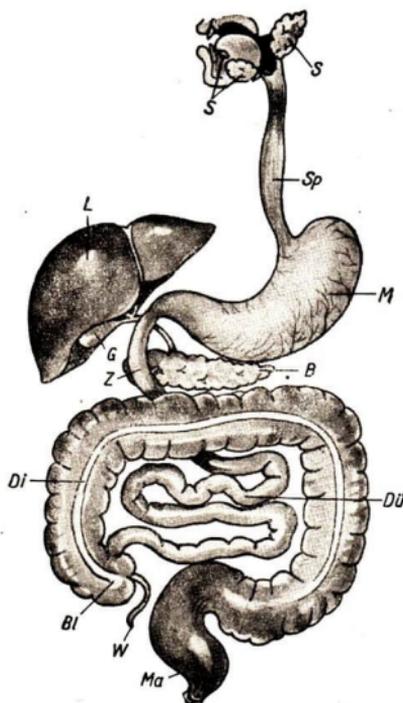


Abb. 142. Verdauungsorgane des Menschen.
S Speicheldrüsen, Sp Speiseröhre, M Magen, L Leber, G Gallenblase, Z Zwölffingerdarm, B Bauchspeicheldrüse, Di Dünndarm, Du Dickdarm, Bl Blinddarm, W Wurmfortsatz, Ma Mastdarm

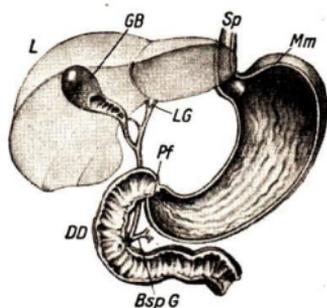


Abb. 143. Magen im Längsschnitt.
BspG Bauchspeicheldrüsen gang, DD Dünndarm, GB Gallenblase, L Leber, LG Ausführungsgang der Leber, Mm Magenmund, Pf Pfortner, Sp Speiseröhre

dauung der Eiweiße. Aus dem Magen gelangt der Speisebrei in den Darm. Dieser ist in **Dünn-** und **Dickdarm** gegliedert. In den oberen Teil des Dünndarms treten zwei Flüssigkeiten ein, die sich mit dem Speisebrei vermischen. Die eine ist die bittere, grünliche Galle. Sie wird in der Leber erzeugt und in der Gallenblase aufgespeichert. Durch die Galle wird das im Speisebrei enthaltene Fett in außerordentlich kleine Tropfen zerteilt. Die andere Flüssigkeit, die in den Dünndarm eintritt, ist der klare Bauchspeichel.

Dieser verwandelt mit weiteren Darmsäften das durch den Mundspeichel noch nicht völlig umgewandelte Stärkemehl in Zucker. Außerdem werden die Fette zerteilt und auch die restlichen Eiweiße aufgelöst. Teile des so verflüssigten Speisebreis werden von der Darmwand aufgesogen und alle brauchbaren Stoffe in die Blutgefäße aufgenommen. Der übrige Darminhalt tritt in den Dickdarm ein. Die Wände dieses Darmteiles nehmen weitere nährnde Bestandteile und besonders Wasser auf. Schließlich bleiben von der Nahrung nur noch unverdauliche Reste übrig, die nach Durchtritt durch den **Mastdarm** nach außen abgegeben werden.

C. Die Verwendung der Nahrungsstoffe

Die Verdauung ist eine Zerlegung von Nährstoffen in lösliche Bestandteile. Sie erfolgt durch die Einwirkung von Säften, die von Drüsen in das Innere des Verdauungsapparates abgesondert werden. In diesen Säften sind Stoffe enthalten, die **Fermente** oder **Enzyme**, die Veränderungen bestimmter Nährstoffe durchführen. Die gelösten Nahrungsbestandteile werden von der Darmwand aufgesogen und durch den Blutstrom allen Organen zugeführt. Vom Körper aufgenommene Nährstoffe werden entweder zum Aufbau neuer Körpermasse oder als Betriebsstoff (Heizstoff) zur Erzeugung von Energie verwandt. Die Eiweißstoffe dienen vor allem als Baustoff neuer Körpersubstanz, während die Fette und Kohlenhydrate im wesentlichen als Heizstoff anzusehen sind.

Ihren Nährwert kann man in ähnlicher Weise messen, wie man den Heizwert der Kohlen, des Holzes usw. mißt. Man bestimmt die Zahl von **Wärmeeinheiten** (Kalorien), die ein bestimmtes Gewicht des Nährstoffes bei seiner Verbrennung liefert. Eine solche große Wärmeeinheit ist diejenige Wärmemenge, die notwendig ist, um 1 kg Wasser um 1° C zu erwärmen.

Viele Untersuchungen haben ergeben, daß aus 1 g Eiweiß 4,1, aus 1 g Kohlenhydrat (Stärke, Zucker) 4,1 und aus 1 g Fett 9,3 große Wärmeeinheiten gewonnen werden.

Gesundheitspflege. Je feiner die Nahrungsmittel zerkleinert sind, um so mehr können Speichel und Magensaft auf sie einwirken. Daher sind gesunde Zähne und gründliches Kauen von besonderer Wichtigkeit. Ein altes Sprichwort sagt: „**Gut gekaut ist halb verdaut.**“ Die Pflege der Zähne gehört mit zu unserer täglichen Körperpflege. Wichtig ist es, die Mahlzeiten innezuhalten. Die Speisen dürfen weder zu warm noch zu kalt sein.

II. Die Sinnesorgane

Zahlreiche Eindrücke treffen von außen her auf unseren Körper. Sie sind von sehr verschiedener Beschaffenheit. Bald handelt es sich um Stoß- oder Druckreize, bald um Wärme-, Schall- oder Lichteindrücke. Sie alle werden durch Sinneszellen wahrgenommen. Diese Zellen sind durch Nerven mit dem Rückenmark und dem Gehirn verbunden. Wird ein Eindruck in den Sinneszellen aufgenommen, so wird er sofort dem Gehirn zugeleitet. Er wirkt dann als Reiz. An manchen Stellen des Körpers sind gleichartige Sinneszellen besonders gehäuft, so z. B. in der Hinterwand des Augapfels und im Innern des Ohres. Wir sprechen dann von **Sinnesorganen**.

Die Sinneszellen und -organe haben eine verschiedene Ausbildung. Sie können auch nur bestimmte Reize aufnehmen. So nehmen z. B. die Sinneszellen des Auges in erster Linie Lichteindrücke wahr, die des Ohres sind den Schalleindrücken zugänglich.

A. Das Gefühl

Aufgaben. 1. Prüfe mit einem Stechzirkel, in welchem Abstand die beiden gleichzeitig aufgesetzten Spitzen gerade noch als ein Stich empfunden werden, und zwar an: Zungenspitze, Fingerspitze, Daumenballen, Handfläche, Handrücken, Stirn, Oberarm, Rückenmitte. — 2. Taste bei geschlossenen Augen einen beliebigen Körper ab und sage über dessen Form aus. — 3. Versuche bei geschlossenen Augen die Spitzen der beiden Zeigefinger frei in der Luft zur Berührung zu bringen. — 4. Taste Handrücken und Fingerspitze mit einer Borste genau ab. Wiederhole das mit heißer Nadel. (Empfindungen?) — 5. Tauche die linke Hand in heißes, die rechte in kaltes Wasser, darauf beide in lauwarmes Wasser. (Beobachtung! Erklärung?)

Der **Gefühlssinn** hat seinen Sitz in der Haut. Die mittlere von den drei Hautschichten, die Lederhaut, enthält viele Sinneszellen und ist daher sehr empfindlich. Besonders dicht gehäuft sind diese Zellen in den Fingerspitzen, Zehenspitzen, auf den Lippen und auf der Zungenspitze. Wir müssen verschiedene Sinne unterscheiden, die wir gewöhnlich als „Gefühl“ bezeichnen. Der Tastsinn z. B. ermöglicht uns, über Form und Oberflächenbeschaffenheit eines abgetasteten Körpers auch bei geschlossenen Augen auszusagen. Andere Sinneszellen der Haut (Druckkörperchen) vermögen besondere Druckreize aufzunehmen. Ebenso besitzt die Haut besondere Zellen (Schmerz Körperchen, Wärme- und Kältepunkte) zur Aufnahme von Schmerz- und Temperaturreizen. Wir unterscheiden also: Tastsinn, Drucksinn, Schmerzsinn und Temperatursinn.

B. Das Schmecken und Riechen

Aufgaben. 1. Abtasten der Mundschleimhaut, des Gaumens und der Zunge mit einem mit Zuckerlösung getränkten Wattebausch. — 2. Betupfen der Zunge mit Lösungen von süßem (Zucker), saurem (Essig) und salzigem (Kochsalz) Stoff. An welchen Stellen wird am genauesten geschmeckt? — 3. Einer Versuchsperson werden die Augen verbunden und die Nase zugehalten, dann abwechselnd gleich große Stücke von Apfel, Zwiebel, Gurke und Kartoffel nacheinander in den Mund gelegt. (Aussage über die geschmeckten Stoffe!)

Die Einwirkungen bestimmter flüssiger oder gasförmiger Stoffe auf unseren Körper werden durch die Geschmacks- und Geruchsorgane aufgenommen. Der eigentliche Träger des **Geschmackssinnes** ist die Zunge. Sie ist an der Oberseite mit einer dicken Schleimhaut überzogen, die mit vielen kleinen Warzen besetzt ist. Diese stehen mit den Geschmacksnerven, die sich in der Zunge verzweigen, in Verbindung. Nur flüssige oder im Speichel aufgelöste feste Stoffe vermag die Zunge zu schmecken. Wir unterscheiden vier Geschmacksarten: süß, sauer, bitter, salzig. Der Geschmackssinn warnt uns oft vor schädlichen Stoffen, z. B. verdorbenen Speisen. Er arbeitet zusammen mit dem **Geruchssinn**, der seinen Sitz in der Nase hat. Im Innern ist die Nase mit einer schleimigen Haut überzogen. Der obere Teil dieser Haut heißt Riechhaut. In dieser liegen die Geruchsnerve, die den Geruch dem Gehirn übermitteln. Sie sondert dauernd Schleim ab. Mit trockener Riechhaut kann man nicht riechen.

C. Das Hören

Aufgaben. 1. Verstopfe die Ohrlöcher mit Watte und setze eine schwingende Stimmgabel auf die Stirn oder die Vorderzähne (Erklärung). — 2. Halte Mund und Nase zu und führe eine Schluckbewegung aus oder versuche zu schnauben.

Wir können das menschliche Ohr hauptsächlich in drei Teile gliedern (Abb. 144 u. 145), das äußere Ohr, das Mittelohr und das innere Ohr. Das **äußere Ohr** setzt sich aus Ohrmuschel, Gehörgang und Trommelfell zusammen. Das **Mittelohr** wird von der kleinen Paukenhöhle gebildet. Sie ist durch einen Kanal, der **Ohrtrumpete**, mit der Rachenhöhle verbunden (Aufgabe 2). Quer durch die Paukenhöhle spannt sich eine kleine Brücke aus, die durch drei kleine Knochen (Gehörknöchelchen) gebildet wird. Nach ihrer Gestalt nennt man die Knöchelchen Hammer, Amboß und Steigbügel. Das **innere Ohr** (Labyrinth) besteht aus Schnecke und drei Bogengängen. Die Schnecke ist mit Gehörwasser ausgefüllt und enthält die eigentlichen **Gehörzellen**. Die Bogengänge enthalten das **Gleichgewichtssinnesorgan**.

Vorgang des Hörens. Die knorpeligen Ohrmuscheln dienen als Schalltrichter und fangen die Schallwellen auf. Von hier wird der Schall durch den äußeren Gehörgang zum Trommelfell geleitet. Dieses gerät in Schwingungen und überträgt seine Bewegung auf die Gehörknöchelchen des Mittelohres. Von dort erfolgt die Übertragung auf die Flüssigkeit des inneren Ohres,

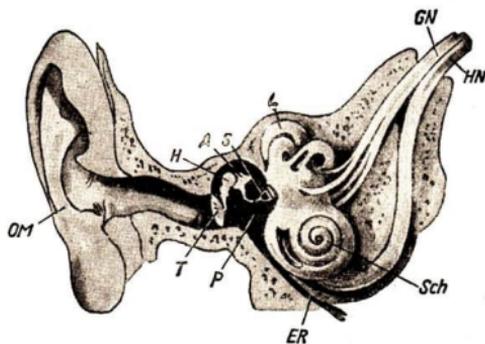


Abb. 144. Gehörgang des Menschen im Längsschnitt (vereinfacht). (Ohrmuschel im Verhältnis zu den anderen Teilen verkleinert.) OM Ohrmuschel, T Trommelfell, P Paukenhöhle, ER Eustachische Röhre, Sch Schnecke, HN Hörnerve, GN Gleichgewichtsnerv, L Labyrinth, H Hammer, A Amboß, S Steigbügel

der Schnecke. Die Schwingungen werden hier in Wasserwellen umgewandelt. Die Nerven des inneren Ohres lösen dann im Gehirn die Schallempfindung aus.

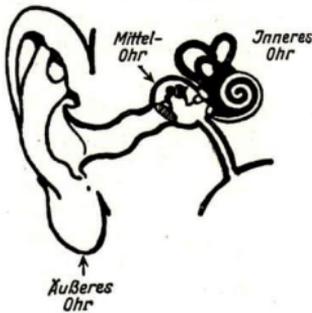


Abb. 145. Die Teile eines kindlichen Ohres im richtigen Größenverhältnis

Pflege des Ohres. Nicht selten verstopft sich der äußere Gehörgang durch erhärtetes Ohrenschmalz. Dieses darf nicht mit einem harten Gegenstand entfernt werden, sondern nur durch vorsichtiges Einträufeln von erwärmtem Öl. Beim Reinigen des Ohres mit spitzen Gegenständen können Trommelfellverletzungen auftreten. Sie beeinträchtigen das Gehör. Ebenso muß das Ohr vor zu starken Geräuschen und vor zu starken Erschütterungen geschützt werden. Man suche es auch vor plötzlicher Zugluft zu bewahren. Bösartig sind die mit Eiterungen verbundenen Mittelohrentzündungen; sie erfordern daher sofortige ärztliche Hilfe.

D. Das Sehen

Aufgaben. 1. Beobachte das eigene Auge im Spiegel bei wechselnder Lichtstärke (Taschenlampe). Veränderungen? — 2. Welche verschiedenen Farben der Regenbogenhaut des Auges kannst du bei deinen Mitschülern feststellen?

Die Augen sind etwa kugelige Gebilde (Augapfel). Zum Schutze sind sie tief in den knöchernen Augenhöhlen geborgen. Zwei bewegliche Augenlider, die Augenwimpern und die Augenbrauen schützen sie gegen das Eindringen des Staubes, Schweißes usw. (Abb. 146 u. 147).

Die Innenseite der Lider und die Vorderseite des Augapfels mit Ausnahme der durchsichtigen Hornhaut sind von der sog. Bindehaut überzogen. Sie sondert ständig Schleim ab, der eine Reibung zwischen Lid und Augapfel verhindert. Ebenso wirkt die salzige Tränenflüssigkeit, die von Tränendrüsen abgeschieden wird. Die Wand des Augapfels besteht aus drei Häuten. Die äußere Haut oder Lederhaut (F) dient als schützende Hülle. Ihr vorderer Teil bildet die durchsichtige Hornhaut. Die nach innen folgende zweite Schicht ist die an Blutgefäßen reiche Aderhaut. Sie ernährt das Auge. An der Vorderseite geht die Aderhaut in die Iris oder Regenbogenhaut über. Sie gibt dem



Abb. 146. Menschliches Auge

Auge die Farbe. In der Mitte besitzt die Iris eine Öffnung, die Pupille. Die Öffnung kann vergrößert oder verkleinert werden. Hinter der Pupille liegt die Linse. Der Innenraum des Auges ist mit einer klaren gallertartigen Masse angefüllt und heißt Glaskörper (GK). An der Rückwand des Augapfels tritt der Sehnerv ein. Er

breitet sich als Netzhaut auf der Innenseite der Aderhaut aus. Die Eintrittsstelle des Sehnerven in den Augapfel ist lichtunempfindlich und wird der „blinde Fleck“ genannt. Die eigentliche reizaufnehmende Schicht ist die Netzhaut. Sie bedeckt den Augenhintergrund und besteht aus mehreren Zellschichten. Hier endigen die Nerven in Stäbchen und Zäpfchen, den eigentlichen Sehzellen. Von ihnen werden die Lichtreize aufgenommen. In der Mitte der Sehachse liegt die Stelle des deutlichsten Sehens, der „gelbe Fleck“.

Der **Vorgang des Sehens** ist mit den Vorgängen in der Kammer des photographischen Apparates zu vergleichen. Die Augenlinse erzeugt auf der Netzhaut ein Bild, wie die Linse auf der Mattscheibe der Photokamera. Das Bild auf der Netzhaut wird von den Sehzellen wahrgenommen und dem Gehirn übermittelt und kommt uns dort zum Bewußtsein, d. h. wir sehen.

Pflege des Auges. Da das Auge ein sehr empfindliches Organ ist, muß es vor Druck und Stoß, vor Staub und Schmutz geschützt werden. Sind Fremdkörper in das Auge gekommen, so schließe man es und unterlasse das Reiben (Gefahr einer Hornhautverletzung). Der Fremdkörper wird meist durch verstärkte Tränenabsonderung herausgespült. Andernfalls ver-

sucht man das obere Lid möglichst breit über das untere zu ziehen und den Augapfel zu bewegen. Ist der Gegenstand nicht zu entfernen, so muß ein Arzt aufgesucht werden. Man meide Zugluft, da leicht Bindehautentzündung entstehen kann.

Unvernünftige Beanspruchung der Augen beim Lesen im Dämmerlicht oder bei schlechtem Lampenlicht schädigt die Augen. Ebenso lese man nicht bei zu hellem Sonnenschein und sehe nicht in zu grelles Licht. Beim Lesen und Schreiben soll das Buch oder Heft etwa 25 cm vom Auge entfernt sein. Die Augen ruhen am besten aus beim Blicken in die Ferne.

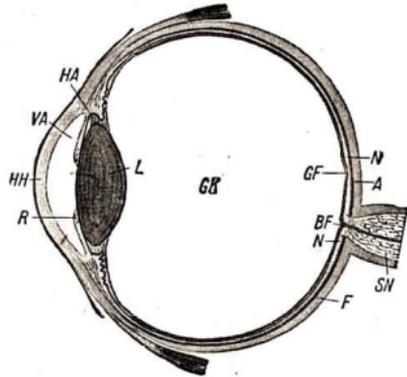


Abb. 147. Auge des Menschen im Längsschnitt (vereinfacht). *HH* Hornhaut, *VA* vordere Augenkammer, *HA* hintere Augenkammer, *R* Regenbogenhaut, *L* Linse, *GK* Glaskörper, *N* Netzhaut, *A* Aderhaut, *F* Faserhaut (Lederhaut), *SN* Sehnerv, *GF* Gelber Fleck, *BF* Blinder Fleck

Vom Werden der Organismen und ihren Leistungen

I. Die Biologie und ihre Arbeitsgebiete

Die Biologie als die Wissenschaft vom Leben hat einen Umfang ihres Arbeitsgebietes, wie er nur von wenigen anderen Wissenschaften erreicht wird. Das ist verständlich, weil schließlich jede Frage, die mit dem Leben und seinen Äußerungen etwas zu tun hat, in ihr Arbeitsbereich fällt. Wir wollen die Biologie, die Kunde vom Leben, zuerst einmal nur naturwissenschaftlich auffassen, wie wir das auch in den bisherigen Betrachtungen getan haben.

Wenn wir die verschiedenen biologischen Arbeitsgebiete gegeneinander abgrenzen, wird uns auffallen, daß sie sich oft berühren und zum Teil überschneiden, das heißt, daß einzelne Fragen in mehreren biologischen „Fächern“ zur Behandlung kommen können.

Wir haben im Unterricht Stoffe aus der Tier-, Pflanzen- und Menschenkunde behandelt. Diesen großen Stoff kann man nun von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachten; und das haben wir auch getan, ohne immer darauf hinzuweisen. — Wir haben die Lebewesen in ihrer natürlichen Umgebung und in ihren Beziehungen zueinander betrachtet. Wir haben oft von Lebensgemeinschaften gesprochen, und wir haben versucht zu verstehen, welchen Einfluß die Umgebung auf die Lebewesen ausübt. Der Zweig der Wissenschaft, der in der eben angegebenen Art die Biologie betreibt, heißt Ökologie. Bei ihr handelt es sich also darum, die Verhältnisse zu klären, in denen die Lebewesen zueinander stehen können. Eine ökologische Frage ist beispielsweise folgende: Welchen Einfluß haben Licht, Wasser und Bodenbeschaffenheit auf die Zusammensetzung der Pflanzen- und Tierwelt eines Gebietes? — Wir sehen, daß diese Arbeitsrichtung zum Teil mit der Pflanzen- und Tiergeographie zusammenfällt. Auch das Studium der Bedingungen, die zur Massenverbreitung von land- und forstwirtschaftlichen Schädlingen führen, gehört hierher. (Schmarotzer bei Mensch und Tier!) — Die Bezeichnungen Zoologie für die Tierkunde und Botanik für die Pflanzenkunde sind uns bekannt und geläufig. Die Anthropologie ist die Wissenschaft, die sich mit den verschiedenen Menschenrassen, ihrer Verwandtschaft und ihrem Alter und der Abstammung des Menschengeschlechtes überhaupt beschäftigt.

Wenn wir den Bau der Lebewesen untersuchen, treiben wir Anatomie, die besonders aufschlußreich ist, wenn sie vergleichend betrachtet wird.

Die Wissenschaft spricht im besonderen von vergleichender Morphologie, wenn die Baupläne der verschiedenen Pflanzen- und Tierformen miteinander verglichen werden.

Aber nicht nur der Bau des Körpers und seiner Organe (bei Pflanze, Tier und Mensch) ist wichtig: auch die Arbeitsweise, die Funktion, muß von der Wissenschaft klargestellt werden. Das ist die Aufgabe der Physiologie. — „Wie baut die Pflanze im Blatt die organischen Stoffe auf?“ — „Welche Töne kann unser Ohr, welche Farben unser Auge wahrnehmen?“ — „Wie findet die Biene ihren Weg zurück in den Bienenstock?“ — sind Fragen aus der Physiologie. Hier sehen wir auch die engen Beziehungen der biologischen Wissenschaften zur Chemie und Physik.

Wir werden von einem Drama, einem Roman oder einer Erzählung besonders gefesselt, wenn uns die Menschen und ihre Handlungen „psychologisch“ verständlich gemacht werden, das heißt, wenn wir die Vorgänge im Seelenleben der Handelnden verstehen. Es gibt auch eine Tierpsychologie; Fragen der Dressur und nach der Ausbildung des Gedächtnisses gehören ebenso hierher wie die Erforschung der Beziehungen zwischen den Einzelwesen einer Horde oder eines Schwarmes.

(Die Psychiatrie ist ein Gebiet der menschlichen Heilkunde. Sie befaßt sich mit den krankhaften Erscheinungen des Seelenlebens. — Die Pathologie ist die Lehre von den krankhaften Veränderungen ganz allgemein. — Pathologisch-anatomisch arbeiten der Arzt und der Biologe, wenn sie die Veränderungen der Organe des menschlichen, tierischen und pflanzlichen Körpers bei verschiedenen Krankheiten untersuchen.)

Ein Wissenschaftler, der sich mit der Einordnung der Pflanzen oder Tiere in ein „System“ und der Feststellung der einzelnen Arten, Gattungen, Familien usw. beschäftigt, treibt Systematik.

Ein besonders in den letzten Jahrzehnten wichtig gewordener Zweig der biologischen Wissenschaft ist die Vererbungslehre. Wir wollen hier nur auf ihre große Bedeutung für die Landwirtschaft, die Heilkunde und die Gesundheitslehre und -pflege hinweisen. Wir wissen, welche Bedeutung die Züchtung ertragreicher Nutzpflanzen und Haustiere hat; die erfolgreiche Inangriffnahme solcher Neuzüchtungen ist aber erst möglich, wenn die wissenschaftlichen Grundlagen dafür geschaffen sind. Wir haben hier ein besonders einleuchtendes Beispiel für eine „angewandte“ Wissenschaft. Ob Gregor Mendel vor hundert Jahren, als er in seinem Klostersgarten die Vererbungsversuche durchführte, daran gedacht hat, daß er damit die Grundlagen schuf für die moderne praktische Züchtungswissenschaft? Sicher nicht. Und so gibt es noch so manche andere „angewandte“ Wissenschaft: die Erfolge mancher Verfahren in der Tier- und Menschenheilkunde, in der Schädlingsbekämpfung, in der Ernährungs- und Düngungslehre sind nur möglich gewesen, weil die biologische Forschung dafür die Grundlagen geschaffen hat, wobei auf die engen Beziehungen zu den Nachbarwissenschaften Chemie und Physik nochmals hingewiesen sein soll.

Wir wollen daran denken, wie wichtig bei jedem Gebiet die „reine Forschung“ ist, die um der „Erkenntnis“ willen betrieben wird. Denn „die Wissenschaft von heute ist die Praxis von morgen“.

II. Der Aufbau des Pflanzen- und Tierreichs

Bei unseren biologischen Betrachtungen haben wir uns immer bemüht, die Lebewesen — Pflanze, Tier und Mensch — in ihrem Zusammenleben, in ihren Beziehungen zueinander, zu betrachten. Wir sprachen von Lebensgemeinschaften und versuchten die vielfältigen Zusammenhänge zu verstehen, die zwischen den einzelnen Lebewesen untereinander und diesen und der toten Umwelt bestehen. Im Garten, im Feld und im Wald traten uns solche Lebensgemeinschaften entgegen, in die der Mensch mit seiner Kultur mehr oder weniger tief eingreift und sie nach seinen Absichten verändert.

Jede Wissenschaft strebt darnach, den Stoff ihres großen Arbeitsgebietes zu ordnen, um durch Übersichtlichkeit die Arbeit zu erleichtern. Es ist deshalb verständlich, daß in der Botanik und Zoologie die große Zahl der verschiedenen Pflanzen und Tiere nach einheitlichen Gesichtspunkten geordnet werden muß, um bei der Vielheit der Einzelwesen einen Überblick zu ermöglichen. Nach welchem Gesichtspunkt sollen nun die Pflanzen und die Tiere geordnet werden? Daß es kein ernsthafter und wissenschaftlicher Standpunkt wäre, wenn man sie z. B. nach ihrer Größe oder ihrer Farbe oder gar nach dem ABC ordnete, bedarf keiner weiteren Erläuterung. In einer sorgfältig geordneten Bücherei stellen wir doch auch nicht die Bücher der Größe oder der Farbe nach zusammen; jeder findet es selbstverständlich, daß die Bücher zusammengestellt werden, die ein und dasselbe Gebiet behandeln, die „verwandt“ miteinander sind. — Man könnte nun die Ansicht vertreten, die Pflanzen und die Tiere nach ihren Standorten, nach ihrem Vorkommen zu ordnen. Wenn wir's uns aber recht überlegen, dann werden wir bald diesen Gesichtspunkt fallen lassen. Wir müßten eine Menge Pflanzen, die an verschiedenen Standorten vorkommen, dementsprechend oft aufführen. Das ergäbe viele Wiederholungen, und dann müssen wir daran denken, daß es zwischen den verschiedenen Standorten Übergänge gibt, und daß man nie endgültig festlegen könnte, nach wie vielen Standorten die Einteilung getroffen werden sollte.

Es ist schon öfter davon gesprochen worden, daß verschiedene Pflanzen (oder auch Tiere) miteinander verwandt sind; z. B. Apfel, Birne und Kirsche, die in die Familie der rosenartigen Gewächse gehören, oder Weizen, Roggen und Hafer, die Mitglieder der Familie der Gräser sind; ein Beispiel aus dem Tierreich: Hauskatze, Löwe, Tiger und Leopard sind Vertreter der Familie der Katzen. — Diese Verwandtschaft, über die noch einiges gesagt werden wird, ist der leitende Gesichtspunkt bei der Aufstellung eines natürlichen Systems der Pflanzen und der Tiere. — Vor etwa 200 Jahren hat der berühmte schwedische Naturforscher Linné (1707–1778) ein System der Pflanzen aufgestellt, bei dem die natürliche Verwandtschaft aber noch nicht maßgebend war. Seine Einteilung war auf die Anzahl und das Vorhandensein der Staub- und Fruchtblätter begründet. Das Linnésche System war ein künstliches System, das so lange Bedeutung hatte, bis es von dem natürlichen System abgelöst wurde. Das natürliche System der Pflanzen (und auch der Tiere) unterliegt noch dauernd gewissen Veränderungen, weil die wissenschaftliche Forschung immer

wieder neue Tatsachen findet, die unsere Kenntnisse von der Verwandtschaft der Pflanzen und Tiere weiter vertiefen. Übereinstimmungen im Bau, in der Entwicklung und in der Verhaltensweise der Lebewesen werden hauptsächlich herangezogen, um die bisweilen sehr schweren Fragen nach der Verwandtschaft – und damit auch der Abstammung zu beantworten. Ein wichtiges Ziel der Wissenschaft ist, ein natürliches System aufzustellen, das die Entwicklung von den niederen zu den höheren Lebewesen wiedergibt.

Die kleinste „Einheit“ des Systems ist die Art (oder Species). Diesen wichtigen Begriff wollen wir uns an einem bekannten Beispiel klar machen. Aus den Samen der „Gemüsebohne“ gehen immer Pflanzen hervor, die mit der Mutterpflanze, von der die Samen stammen, und untereinander vollkommene Übereinstimmung zeigen (bis auf gelegentliche kleine Abweichungen). Auch die Pflanzen, die in anderen Gegenden aus den Samen der „Gemüsebohne“ gezogen werden, zeigen dieselbe Übereinstimmung. Diese Bohnen sind eben alle „Gemüsebohnen“; sie bilden eine Art. Nun gibt es Pflanzen, die bestimmt „Bohnen“ sind, die sich von „Gemüse“-bohnen aber durch gewisse Merkmale (z. B. in der Wuchsform, in der Farbe und Größe) unterscheiden. Die Feuerbohne und die Gemüsebohne sind zwei Arten einer Gattung, nämlich der Gattung „Bohne“. Die wissenschaftlichen Bezeichnungen lauten: *Phaseolus vulgaris* = Gemüsebohne und *Phaseolus multiflorus* = Feuerbohne. Nach diesem Grundsatz wird die wissenschaftliche Bezeichnung durchgeführt.

Die erste Bezeichnung gibt die Gattung und die zweite die Art an. – Wir kennen nun weitere Pflanzen, die im Bau der Blüte mit den Bohnen wesentlich übereinstimmen, aber auch wichtige Unterschiede zeigen; z. B. Klee, Lupine, Wicke, Erbse. Das sind verschiedene Gattungen: *Trifolium* = Klee, *Lupinus* = Lupine, *Vicia* = Wicke, *Pisum* = Erbse, die mit der Gattung *Phaseolus* = Bohne in die Familie der Schmetterlingsblütler = Papilionaceen gehören. Verschiedene Familien werden wieder zu größeren in sich zusammenhängenden Reihen vereinigt usw.

Die wissenschaftliche Bezeichnung der Pflanzen und der Tiere ist sehr wichtig; sie ist international. Wenn wir in einer naturwissenschaftlichen Unterhaltung von *Taraxacum officinale* sprechen, dann kann es sich nur um eine ganz bestimmte Pflanze handeln, die in verschiedenen Gegenden mit Butterblume, Kuhblume, Ringelblume und Löwenzahn bezeichnet wird. Eine Verwechslung ist bei der wissenschaftlichen Bezeichnung nicht möglich.

Die folgenden Übersichten zeigen das Wesentliche des Systems der Pflanzen und der Tiere.

1. Systematischer Überblick über das Pflanzenreich

I. Abteilung: **Sporenpflanzen** (Blütenlose Pflanzen; Kryptogamen). Diese Pflanzen vermehren sich entweder durch einfache Teilung, wie z. B. die Spaltpilze und viele Kleinalgen, oder auch durch einzellige Keime, die **Sporen**. Es gibt außerordentlich viele Arten, zu denen die einfachst gebauten Pflanzen gehören, aber auch z. B. die Farnpflanzen, die in der Bildung und Gliederung ihres Pflanzenkörpers einer hochentwickelten Blütenpflanze wenig nachstehen.

1. Unterabteilung: **Lagerpflanzen** (Thallophyten).

Als Lagerpflanzen faßt man die Klassen der **Spaltpilze, Algen, Pilze und Flechten** zusammen. In Größe, Gestalt und Lebensweise weichen sie außerordentlich voneinander ab, aber ihnen allen fehlt die Gliederung in Stengel und Blätter. Keine Lagerpflanze bildet solche Leitungsbahnen (echte Gefäße) aus wie die höheren Sporen- und Samenpflanzen. Ebenso vermissen wir bei ihrer Fortpflanzung flaschenförmige Eibehälter (Archegonien), wie wir sie von den Moos- und den Farnpflanzen her kennen.

1. Klasse: **Spaltpilze** (Bacteria).

Die Spaltpilze sind besonders kleine Lebewesen und zumeist einzellig. Sie kommen in großer Anzahl vor. Sie vermehren sich durch Spaltung, bilden aber auch Sporen. Ein Zellkern fehlt ihnen, ebenso Blattgrün. Die meisten Arten leben als Fäulnisbewohner oder als Schmarotzer in Pflanzen, Tieren und Menschen. Es gibt aber auch solche, die den grünen Pflanzen entsprechend aus unorganischen Stoffen organische aufzubauen vermögen.

2. Klasse: **Algen** (Algae).

Die Algen bewohnen vornehmlich feuchte Standorte und vermögen zumeist mit Hilfe des Lichts unorganische Stoffe zu verarbeiten. Kleine, einzellige Arten sind oft sehr beweglich, bilden auch zierliche Panzer, wie z. B. die Kieselalgen.

3. Klasse: **Pilze** (Fungi).

Die Pilze leben vorwiegend von organischen Stoffen. Viele sind Fäulnisbewohner (z. B. der Köpfchen- und der Pinselschimmel), andere sind Schmarotzer (z. B. die Rost- und Brandpilze). Ihrer Lebensweise entsprechend besitzen sie weder Blattgrün noch ähnlich wirkende Farbstoffe, auch sind sie vom Lichte vielfach unabhängig. Es gibt einzellige Formen, wie z. B. viele Hefepilze; aber selbst die höchstentwickelten „Schwämme“ bestehen im wesentlichen nur aus einem vielverzweigten, fadenförmigen Pilzgeflecht (Myzel), dessen verflochtene Fäden sich zur geeigneten Zeit zu den kennzeichnend geformten „Fruchtkörpern“ vereinen.

Auf oder in diesen werden die Sporen gebildet.

4. Klasse: **Flechten** (Lichenes).

In den Flechten führen Pilze und Algen vereint ein „Genossenschaftsleben“ (Symbiose). Zwar vermögen die Flechtenalgen auch selbständig zu gedeihen, die Flechtenpilze aber im allgemeinen nicht; darum verdienen es die Flechten, als besondere Pflanzenklasse aufgeführt zu werden.

2. Unterabteilung: **Moospflanzen** (Bryophyta).

1. Klasse: **Lebermoose** (Hepaticae)

z. B. Brunnen-Lebermoos (Marchantia) aber auch beblätterte Formen.

2. Klasse: **Laubmoose** (Musci)

z. B. Haarmoos, Torfmoos (etwa 12000 Arten).

3. Unterabteilung: **Farnartige Pflanzen** (Pteridophyta).

1. Klasse: **Schachtelhalme** (Equisetinae)

z. B. Acker-Schachtelhalm.

2. Klasse: **Farne** (Filicinae)

z. B. Wurmfarn.

Die 2. und die 3. Unterabteilung umfassen ausschließlich grüne Pflanzen, die sich mit Hilfe des Lichtes von anorganischen Stoffen nähren. Sie zeigen einen regelmäßigen Generationswechsel: Ungeschlechtliche Vermehrung durch Sporen wechselt ab mit einem Befruchtungsvorgang. Bei diesem verschmilzt ein beweglicher Samenfaden mit der Eizelle, die in einem flaschenförmigen Eibehälter (Archegonium) geborgen liegt. Deshalb lassen sich beide Unterabteilungen zusammenfassen als **Archegonienpflanzen** (Archegoniaten). Jedoch sind auch sehr wesentliche Unterschiede zwischen ihnen vorhanden:

Die beblätterte Moospflanze erwächst aus der ungeschlechtlich entstandenen Spore.

Die meisten Moospflanzen sind bereits in Stengel und Blätter gegliedert; aber zahlreiche Lebermoose bilden nur ein einfaches Lager aus. Doch fehlen auch den beblätterten Formen echte Wurzeln und Gefäße. Deshalb zählen sie noch zu den niederen Pflanzen und bilden deren abschließende Gruppe.

Die farnartige Pflanze (Bärlapppflanze, Schachtelhalm, Farnkraut) entsteht aus der befruchteten Eizelle.

Fast alle farnartigen Pflanzen bilden echte Wurzeln aus und besitzen ähnliche Leitungsbahnen (Gefäßbündel) wie die Samenpflanzen. Mit diesen werden sie deshalb als **Stamm-Blatt-Pflanzen** oder Gefäßpflanzen (Kormophyten) zusammengefaßt sämtlichen Lagerpflanzen als höhere Pflanzen gegenübergestellt. Sie leiten zu den Samenpflanzen (Phanerogamen) über, insbesondere zu den Nacktsamern (Gymnospermen).

II. Abteilung: Blütenpflanzen-Samenpflanzen (Phanerogamen).

Alle diese Pflanzen bilden Blüten aus, die männliche und weibliche Organe enthalten. Männliche Organe sind die Staubgefäße, weibliche die Stempel (vgl. Bedecktsamer) oder auch nur die Samenanlagen (vgl. Nacktsamer). Durch die Bestäubung entstehen Samen. Diese enthalten bereits — im Gegensatz zu den Sporen — ein vielzelliges Pflänzchen (Keimling), das aus einer befruchteten Eizelle entstanden ist.

1. Unterabteilung: Nacktsamer (Gymnospermen).

Die Samenanlagen sind ebensowenig wie die Samen in einen Fruchtknoten eingeschlossen, sondern „unbedeckt“. Es ist also weder ein Stempel noch ein Fruchtknoten mit Narbe vorhanden. Folglich gelangen die Blütenstaubkörner unmittelbar auf die Samenanlagen, und es bilden sich keine eigentlichen Früchte, wohl aber Samen.

Klasse: **Nadelhölzer = Zapfenträger** (Coniferen).

Die Staubbeutel, ähnlich meist die Samenanlagen, sitzen hinter Schuppen. Diese bilden einen Zapfen, d. h. sie sind schraubig um eine Achse geordnet.

2. Unterabteilung: Bedecktsamer (Angiospermen).

Die Samenanlagen ebenso wie die Samen sind durch die Wand des Fruchtknotens völlig von der Außenwelt abgeschlossen, also „bedeckt“. Die Blütenstaubkörner haften auf der Narbe des Stempels. Der Fruchtknoten wird zur Frucht, die die Samen birgt.

1. Klasse: **Zweikeimblättrler = Netzblättrler** (Dikotyledonen).

Mit zwei Keimblättern, Laubblätter fieder- oder fingernervig, meist ohne Blattscheide; Blüten meist nach der Zahl 4 oder 5 gebaut; die Hauptwurzel entwickelt sich meist fort.

1. Unterklasse: **Getrenntblättrler.**

Blumenblätter am Grunde getrennt bleibend.

Familien: z. B. Kreuzblütler, Rosengewächse, Doldengewächse, Schmetterlingsblütler.

2. Unterklasse: **Verwachsenblättrler.**

Blumenblätter sämtlich am Grunde miteinander verwachsen.

Familien: z. B. Kürbisgewächse, Nachtschattengewächse, Lippenblütler, Braunwurzgewächse, Korbblütler.

2. Klasse: **Einkeimblättrler = Spitzkeimer = Streifenblättrler** (Monokotyledonen).

Mit einem stets innerhalb des Samens verbleibenden, schwer erkennbaren Keimblatt; Laubblätter längsnervig, mit Blattscheide; Blüten meist nach der Dreizahl gebaut; statt der Hauptwurzel entwickelt sich meist zeitig eine büschelige Wurzel. Familien: z. B. Liliengewächse, Narzissengewächse, Gräser (Getreidearten).

Die nachstehende Übersicht soll die Verteilung einiger wichtiger Merkmale auf die Gruppen des Pflanzenreichs veranschaulichen.

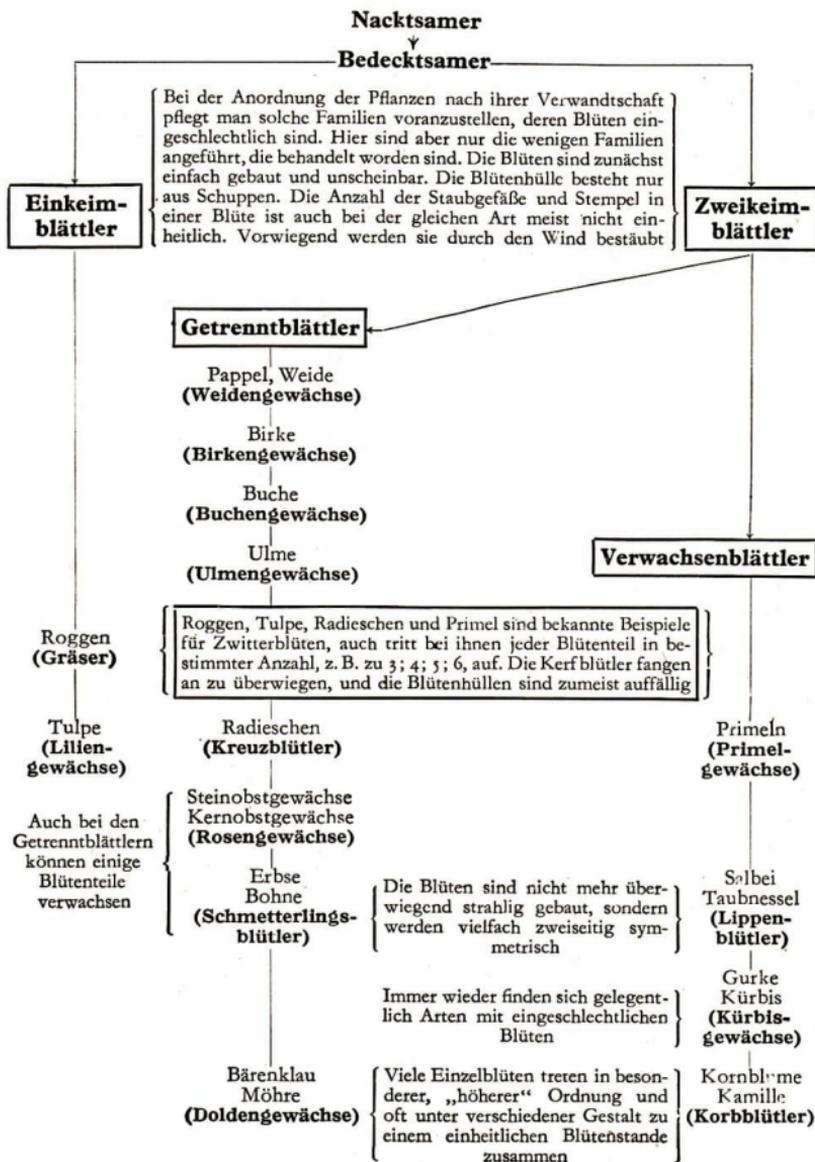
	Sporen	Stengel und Blätter	Gefäße	Archeogonien	Blüten	Samen
Lagerpflanzen Spaltpilze Algen Pilze Flechten	+	-	-	-	-	-
Moose Lebermoose Laubmoose	+	- +	-	+	-	-
Farnartige Pflanzen Bärlappgewächse Schachtelhalme Farne	+	+	+	+	-	-
Samenpflanzen / Blütenpflanzen Nacktsamer Nadelhölzer Bedecktsamer Einkeimblättrler Zweikeimblättrler	-	+	+	-	+	+

Von den großen Gruppen zu den kleinen

Abteilung: Blütenpflanzen (Phanerogamen)

Klasse	Familie z. B.	Gattung z. B.	Art z. B.	Sorte oder Rasse (Varietät) z. B.	
Nadelhölzer (Coniferen)	Kiefern- gewächse (Pinaceen)	Kiefer (Pinus) Wacholder (Juniperus)	1. Gemeine Kiefer (Pinus silvéstris) 2. Zwergkiefer (Latsche) (Pinus pumilio) 3. Gemeiner Wacholder (Juniperus communis)	Nord- deutsche Tieflands- kiefer	
Einkeim- blättrige Pflanzen (Mono- kotyle- donen)	Lilien- gewächse (Liliaceen)	Tulpe (Túlipa) Lauch (Allium)	Gartentulpe (Túlipa Gesne- riána) Schnittlauch (Allium schoeno- prasum) Sommerzwiebel (Allium Cepa) Winterzwiebel (Allium fistu- losum)	Darwintulpe	
	Gräser (Grami- neen)	Hafer (Avena) Weizen (Triticum)	Rispenhafer (Avena sativa) Wiesenhafer (Avena pratensis) Echter Weizen (Triticum sati- vum)	Saatweizen Englischer Weizen Hartweizen	
Zweikeimblättrige Pflanzen (Dikotyledonen)					
Unter- klassen	Getrennt- blumen- blättrige Pflanzen	Schmetter- lingsblütler (Papilion- aceen)	Bohne (Phaséolus)	Gemüsebohne (Phaséolus vul- gáris) Feuerbohne (Phaséolus multi- florus)	Wachsbohne
		Rosenartige Gewächse (Rosaceen)	Pirus	Birnbaum (Pirus communis) Apfelbaum (Pirus malus) Vogelbeere, Eberesche (Pirus aucuparia)	
	Ver- wachsen- blumen- blättrige Pflanzen	Lippen- blütler (Labiaten)	Taubnessel (Lámium) Salbei (Salvia)	Gefleckte Taubnessel (Lámium maculátum) Weiße Taubnessel (Lámium album) Goldnessel (Lámium luteum) Echte Salbei (Salvia officinalis) Wald-Salbei (Salvia silvéstris) Wiesen-Salbei (Salvia pratens- sis)	

Vom einfachen zum verwickelten Blütenbau



2. Systematischer Überblick über das Tierreich

1. Kreis. **Einzeller** (Urtiere; Protozoën).

Wie bei den Pflanzen so stellt auch im Tierreich die einzelne Zelle die einfachste Lebensform dar. Bei manchen Geißelträgern kann man im Zweifel sein, ob man sie als Pflanze oder als Tier auffassen soll. Im Kreise der Einzeller hängen also Pflanzen- und Tierreich miteinander zusammen. Aus einer Wurzel, die weder Pflanze noch Tier ist, entspringen gleichsam zwei Stämme: Urpflanzen (Protophyten) und Urtiere (Protozoën). Innerhalb des Stammes der Urtiere werden die Lebensformen bereits sehr verschieden gestaltet. Ihre Hauptgruppen sind: Geißelträger, Wurzelfüßer, Wimperträger und „Sporen“-Tiere.

2. Kreis. **Hohltiere** (Coelenteraten).

Kennzeichnend für das vielzellige Tier — im Gegensatz zur Pflanze — ist die Ausbildung einer Verdauungshöhle zur Aufnahme fester Nahrung. Die einfachste Form veranschaulicht uns der junge Schwamm und der Süßwasserpolymp. Besonders am Polypen erkennen wir deutlich eine schlauchförmige Ernährungshöhle mit einer Öffnung. Der zweischichtige Bau der Körperwand (Außen- und Innenblatt) erklärt sich bei Schwamm und Polyp aus der Entwicklung. Die Hohltiere sind strahlig gebaut.

1. Klasse. **Schwämme** (Spongien). Viele Porenkanäle führen in das Körperinnere und nehmen Wasser auf, das aus der großen Öffnung austritt.

2. u. 3. Klasse. **Korallentiere**, Polypen und Quallen. Ohne Porenkanäle. Öffnung von Fangarmen umgeben. Nesselkapseln.

3. Kreis. **Würmer** (Vermes).

Körper zweiseitig gebaut. Nervenknotten (Ganglien) als Grundlage des Nervensystems. Körper ohne Gliedmaßen.

1. Klasse. **Plattwürmer** (Plathelminthen, z. B. Bandwürmer).

2. Klasse. **Rundwürmer** (Nemathelminthen, z. B. Trichine, Spulwürmer).

3. Klasse. **Ringelwürmer** (Anneliden, z. B. Regenwurm).

4. Kreis. **Gliederfüßer** (Arthropoden).

Körper zweiseitig gebaut. Nervenknotten durch Längsstämme zu einem Bauchmark verbunden. Körper mit Gliedmaßen und Chitinpanzer, meist reich gegliedert.

1. Klasse. **Krebse** (Crustaceen).

2. Klasse. **Spinnentiere** (Arachnoideen).

3. Klasse. **Tausendfüßler** (Myriapoden).

4. Klasse. **Insekten** (Hexapoden).

5. Kreis. **Weichtiere** (Mollusken).

Körper zweiseitig gebaut. Nervenknotten (Ganglien) als Grundlage des Nervensystems. Körper ohne Gliedmaßen und ungliedert oder mit abgeteiltem Kopfabschnitt. Bewegungsorgan: ein „Fuß“. Zwei Hautfalten (Mantel) zur Abscheidung eines Schutzgehäuses.

1. Klasse. **Tintenfische** (Cephalopoden).

2. Klasse. **Muscheln** (Lamellibranchien).

3. Klasse. **Schnecken** (Gastropoden).

6. Kreis. **Stachelhäuter** (Echinodermen).

Körper strahlig gebaut. Bewegung durch Saugfüßchen, die mittels Wasserdruck gestreckt werden.

1. Klasse. **Seesterne** (Asteroideen).
 2. u. 3. Klasse. **Schlangen- und Haarsterne** (Ophiurideen und Crinoideen).
 4. u. 5. Klasse. **Seeigel und Seewalzen** (Echinoideen und Holothurien).
7. Kreis. **Wirbeltiere** (Vertebraten).
- Körper zweiseitig gebaut. Ein Rückenmarkstrang als Grundlage des Nervensystems. Inneres Knochengerüst mit Wirbelsäule als Grundbestandteil.
1. Klasse. **Fische** (Pisces).
 2. Klasse. **Lurche** (Amphibien).
 3. Klasse. **Kriechtiere** (Reptilien).
 4. Klasse. **Vögel** (Aves).
 5. Klasse. **Säugetiere** (Mammalien).

Eine genauere systematische Übersicht über die Wirbeltiere steht am Ende des Kapitels **Wirbeltiere** (S. 217).

Von den großen Gruppen zu den kleinen

Klasse	Ordnung	Familie	Gattung	Art	Rasse
Insekten	Schmetterlinge (Lepidopteren)	Tagfalter (Papilioniden)	Weißlinge Pieris	P. brassicae: Großer Kohlweißling P. rapae: Kleiner Kohlweißling V. io: Tagpfauenauge V. atalanta: Admiral V. urticae: Großer Fuchs V. polychloros: Kleiner Fuchs	Heide-B. Krainer-B. Mittelmeer-B.
			Vanessa		
	Hautflügler (Hymenopteren)	Bienen (Apiden)	Hummeln Bombus	B. terrestris: Erd-H. B. hortorum: Garten-H. A. mellifica: Honig-Biene Apis	
		Wespen (Vespiden)	Papierwespen Vespa	V. crabro: Hornisse V. germanica: Deutsche Wespe	
Vögel	Singvögel	Finken (Fringiliden)	Sperlinge Passer	P. domesticus: Haus-Sp. P. montanus: Feld-Sp.	

Von den großen Gruppen zu den kleinen (Fortsetzung)

Klasse	Ordnung	Familie	Gattung	Art	Rasse
Säugetiere	Raubtiere	Katzen (Feliden)	Felis	F. domestica: Haus-K. F. catus: Wild-K. F. leo: Löwe F. tigris: Tiger F. pardus: Panther F. concolor: Puma F. onca: Jaguar	Bulldogge Dachshund Bernhardiner Pudel Deutscher Schäferhund Spitz usw. Belgier Araber Englisches Vollblut usw.
		Hunde (Caniden)	Canis	C. vulpes: Fuchs C. aureus: Schakal C. familiaris: Haushund	
	Unpaar- zeher	Pferde (Equiden)	Equus	E. zebra: Zebra E. caballus: Hauspferd	

III. Die Fortpflanzung im Pflanzen- und Tierreich

1. Über das Alter von Tieren und Pflanzen

Wir wissen, daß das Leben auf unserer Erde Millionen von Jahren alt ist; dafür hat die Wissenschaft vielfältige Beweise geliefert. Wir brauchen z. B. nur an die sog. Versteinerungen zu denken, die uns Kunde davon geben, wie manche Lebewesen, Pflanzen und Tiere, in diesen längst vergangenen Zeitabschnitten ausgesehen haben. So gewiß es ist, daß das Leben in seiner Gesamtheit uralte ist, so gewiß ist es, daß das einzelne Lebewesen, das Individuum, nur eine beschränkte Lebensdauer haben, nur ein gewisses Alter erreichen kann, daß der Tod ein naturnotwendiges Ereignis ist. Aus eigener Erfahrung sind uns verschiedene Tatsachen bekannt

geworden: Wir wissen, daß Bäume sehr alt werden können; ihr hohes Alter und das mancher Tiere sind einwandfrei verbürgt. Die Bezeichnung „Eintagsfliege“ dagegen sagt uns, wie gering das Alter sein kann, das manche Lebewesen erreichen. Die folgende kurze Zusammenstellung enthält einige bemerkenswerte Altersangaben, die wir aus unserer eigenen Erfahrung ergänzen wollen.

Teichschnecke	bis	2 Jahre
Gartenschnecke	über	9 Jahre
Perlmuschel	bis über	100 „
Regenwurm	über	10 „
Spinnen		1—2 „
Bienenkönigin		3—5 „
Arbeiterin in der Haupttrachtzeit		8 Wochen
Karpfen und Wels	bis	100 Jahre
Laubfrosch	bis über	10 „
Riesenschildkröten	bis	300 „
Kanarienvogel	bis über	20 „
Adler, Geier, Rabe, Papageien	„ „	100 „
Katze	etwa	22 „
Hund	bis	28 „
Pferd	„	30 „
Elefant	„	70 „
Eiben	„	3000 „
Linden und Eichen	„	1000 „
Pappeln und Ulmen	„	600 „

Die Mammutbäume Kaliforniens sollen bis 5000 Jahre erreichen.

Pflanze oder Tier	Angabe von	Alter

2. Die ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung bei den Einzellern

Wenn auch die Lebensdauer des Einzelwesens durchaus beschränkt ist, so wird doch das Leben selbst durch die Fortpflanzung erhalten, d. h. es werden „Keime“ gebildet, die das weitere Leben gewährleisten. Da nun meist mehrere (bisweilen unglücklich viele) Keime gebildet werden, sprechen wir neben der **Fortpflanzung** noch von **Vermehrung**. Welche große Bedeutung die Vielzahl der Keime für die Erhaltung des Lebens hat, wird im Verlaufe unserer Betrachtung noch deutlich werden. (Hutpilze und Farnkräuter bilden Millionen von Sporen; eine Pappel soll im Jahr bis 28 Millionen Samen zur Reife bringen können!)

Die Entwicklung der Organismen führte dazu, daß durch den Tod des Einzelwesens das Leben selbst nicht erlischt, sondern sich weiter und vollkommener entwickelt. Wir finden ganz einfache und höchst verwickelte Vorgänge bei der Fortpflanzung, die wir jetzt im Pflanzen- und Tierreich betrachten wollen.

Die einfachste Art der Fortpflanzung finden wir bei den **Einzellern** (Spaltpilze, Algen, Urtiere). Das Wesentliche ist, daß ein solches einfaches Lebewesen sich teilt, d. h. daß nach einer bestimmten Zeit, in der eine gewisse Größe erreicht wird, eine Zweiteilung stattfindet. Die beiden neuen Zellen, die Tochterzellen, sind durch einen ungeschlechtlichen Vorgang entstanden; wir sprechen deshalb von einer ungeschlechtlichen Fortpflanzung.

Unsere Abbildungen zeigen aus der großen Zahl der einzelligen Lebewesen nur wenige Beispiele (Abb. 148 und 149). Beim Augentierchen finden wir eine Längsteilung; das Pantoffeltierchen teilt sich quer. Und beim Wechsel-



Abb. 148.
Augentierchen:

a schwimmend, am Vorderende mit einer Geißel, die in einer Vertiefung steht; *A* roter Augenfleck (lichtempfindlich), dahinter pulsierendes Bläschen, das Plasma mit zartreichen Blattgrünkörpern; nahe dem Hinterende der Zellkern.
b Augentierchen in Längsteilung, Geißel eingezogen

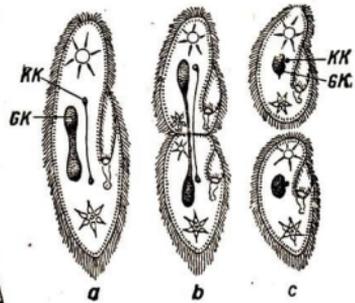
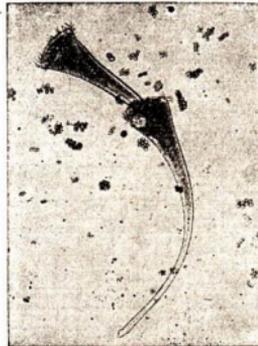


Abb. 149.

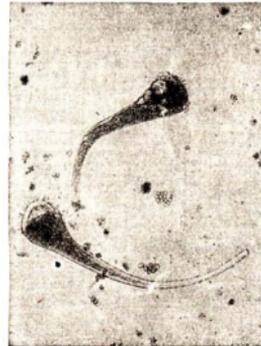
Zweiteilung eines Pantoffeltierchens (stark vereinfacht).
KK Kleinkern, *GK* Großkern



b



c



d

Abb. 150, Trompetentierchen in Teilung

tierchen, das ja seinen Namen deshalb bekommen hat, weil es ständig seine Gestalt verändert, können wir nur von einer Teilung schlechthin sprechen. Abb. 150 a–d zeigt die Lichtbilder von der Teilung des Trompetentierchens.

Die Spaltpilze haben ihren Namen deshalb bekommen, weil sie sich „spalten“, d. h. weil sie sich teilen (Abb. 151 a). Es muß aber noch erwähnt werden, daß manche von ihnen auch **Sporen** bilden. Das Protoplasma der Zelle zieht sich zusammen, und es bildet sich eine ungewöhnlich widerstandsfähige Haut (Membran), die die Spore schützt (Abb. 151 b). – Bei den **Algen** finden wir neben der ungeschlechtlichen Fortpflanzung aber auch noch geschlechtliche Vorgänge. Abb. 152 zeigt zwei Fäden der Schraubenalge, die sich nebeneinander gelegt haben. Zwei gegenüberliegende Zellen treiben Ausstülpungen ihrer Wände gegeneinander vor. Es sieht aus, als ob sie Brücken zueinander bauten. Sobald sich diese treffen, wird die trennende



Abb. 151.
Heubazillus.
a Zelle in Teilung.
b mit Sporen
(1500 fach vergr.)

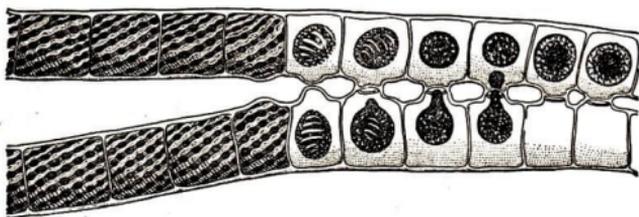


Abb. 152. Zwei Fäden der Schraubenalge legen sich aneinander und bilden Paarsporen

Wand abgebaut. Inzwischen hat sich der Inhalt der Zellen zusammengeballt, und nun bewegen sich die Zellinhalte des einen Fadens in die Zellräume des anderen hinüber. Dort verschmilzt Protoplasma mit Protoplasma und Zellkern mit Zellkern. Es entsteht eine einförmige, von lebender Masse dicht erfüllte Zelle. Diese kapselt sich ein und wird als Dauer- oder Paarspore bezeichnet. Sie ist sehr widerstandsfähig, verträgt Trockenheit und Frost. Im Winter ruht sie im Schlamm am Grunde. Wenn die Frühlingssonne Macht gewinnt, spießt aus ihr ein Algenfaden hervor. Die Dauersporen dienen also der Erhaltung der Art, oft auch ihrer Verbreitung.

Unter den Grünalgen verdient das Kugeltierchen besondere Erwähnung (Abb. 153 a und b). Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß der Körper aus einer großen Anzahl einzelner Zellen besteht, die an der Oberfläche einer Gallertkugel gleichmäßig nebeneinander liegen. Jede Zelle hat zwei ins Wasser ragende Geißeln. Durch Zusammenwirken aller Geißeln kommt die drehende Bewegung zustande. Innerhalb jeder Zelle sind neben dem Kern Blattgrünkörper, mit deren Hilfe sich die Zellen ganz wie Pflanzenzellen ernähren können. Im Innern der Kugel sind kleine und größere Tochterkugeln zu erkennen. Sind diese zu genügender Größe herangewachsen, so zerreißt die Mutterkugel, und die Tochterkugeln schwimmen frei im Wasser umher. In regelmäßigen Zeitabständen treten in der Kugel noch zwei weitere Formen von Zellen auf: kleine begeißelte und große rundliche. Die Zellen sind als männliche und weibliche Geschlechtszellen anzusprechen und dementsprechend zu bezeichnen (Samenzellen und Eizellen). Nachdem eine Eizelle

mit einer Samenzelle verschmolzen ist, bildet sich (innerhalb der alten Kugel) eine Tochterkugel. Diesen Vorgang der Verschmelzung zweier deutlich voneinander unterschiedenen Zellen, von dem wir noch mehr hören werden, bezeichnen wir als Befruchtung.

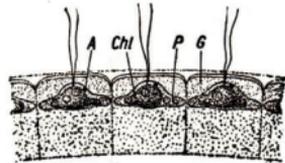
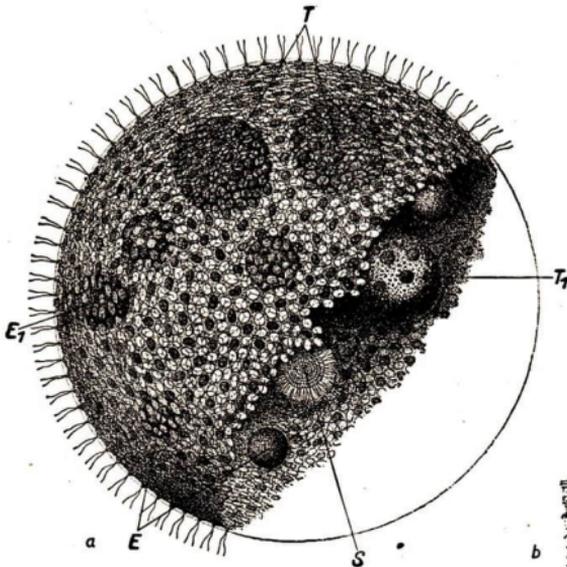


Abb. 153. Kugeltierchen, Volvox. *a* Kugel geöffnet. *E* Eizellen, bei *E*₁ ein ausschüpfendes Ei, *S* Samenzellenbündel, *T* Tochterkugeln, in *T*₁ schon die Keimzellen erkennbar. *b* Zellen der Kugelkolonie im Durchchnitt. *A* Augenleck, *Chl* Farbstoffträger, *P* Protoplasma, *G* Gallerte

einzelnen Zellen findet schon eine Arbeitsteilung statt (Bewegungszellen, Fortpflanzungszellen). Andererseits gibt es sehr viele verwandte Geißelträger (Abb. 95), die als einzelne Zelle leben, außerdem auch solche, die kein Blattgrün enthalten, so daß die Fragen: Tier oder Pflanze, Einzeller oder Mehrzeller nicht zu entscheiden sind.

3. Die ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung im übrigen Pflanzen- und Tierreich

Wir kennen viele Beispiele verschiedener Arten ungeschlechtlicher Fortpflanzung bei **mehrzelligen Pflanzen**. Die Ausläufer der Erdbeeren entstehen aus stammständigen Knospen; in einer gewissen Entfernung von der Mutterpflanze bildet sich an dem Ausläufer ein neuer bewurzelter Sproß, der zu einer neuen Pflanze heranwächst (Abb. 154). Werden Triebspitzen von verschiedenen Pflanzen (besonders bekannt sind Pelargonien) in einer Länge von 4–7 cm abgeschnitten und unter gewissen Vorsichtsmaßnahmen (übergestülptes Glas, in sauberem und feuchtem Sand) gehalten, so kommen sie zur Bewurzelung. Diese Stecklinge ergeben dann neue Pflanzen. Abgeschnittene Blätter der Begonien, die auf feuchten Sand gelegt werden,

bewurzeln sich leicht (Abb. 155); schneidet man einige Nerven durch, dann entstehen an diesen Stellen meist neue Triebe, die vollkommene Pflanzen ergeben. Auch die Verfahren gehören hierher, die wir als „Veredeln“ kennen. Einzelheiten gehen aus den Abbildungen hervor (Abb. 156).



Abb. 154. Ausläufer einer Erdbeerpflanze

In unsere Betrachtung über die ungeschlechtliche Fortpflanzung müssen wir auch die **Kartoffel** einbeziehen. Wir entsinnen uns, daß die Kartoffelknolle ein unterirdischer Stengelteil ist und daß die „Augen“ Knospen sind. Wenn wir uns vergegenwärtigen, was geschieht, wenn eine Kartoffelknolle in die Erde gelegt wird, dann sehen wir ein, daß wir es hier mit einer ungeschlechtlichen Fortpflanzung und Vermehrung zu tun haben. Weiter müssen wir in den Kreis unserer Betrachtung die „Zwiebel“ einbeziehen, die wir früher bei der Tulpe und ihren Verwandten kennen gelernt haben. Die Zwiebel ist ein umgeformter ge-

stauchter Stamm mit besonders ausgebildeten saftigen Blättern (Speicherung), eine unterirdische Knospe. Das wird klar, wenn wir daran denken, daß eine neue Zwiebel, die wir dann treffend Brutzwiebel nennen, wie eine oberirdische Knospe in einer Blattachsel zwischen den saftigen Blättern entstehen kann. Diese Brutzwiebeln bilden sich nicht nur unterirdisch: wir kennen sie als oberirdische Bildungen bei der Feuerlilie und dem Knoblauch. Die Wurzelschößlinge vieler Bäume, die Wurzel- und die Brutknollen des Scharbockkrautes und der unterirdische Stamm des Buschwindröschens müssen ebenfalls in diesem Zusammenhang erwähnt werden:

sie sind Bildungen des Pflanzenkörpers, die der ungeschlechtlichen Fortpflanzung und Vermehrung dienen.

Mit den angeführten Beispielen sind noch nicht alle Formen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung aufgeführt. Wir müssen auch bei



Abb. 155. Entstehung von Pflänzchen an einem alten Begonienblatt

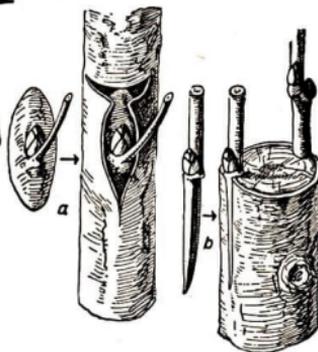


Abb. 156. Veredeln: a Okulieren, b Pfropfen

den mehrzelligen Pflanzen die Fortpflanzung und Vermehrung durch Sporen erwähnen. Bei der Behandlung des Nadelwaldes ist bereits davon gesprochen worden, daß der Körper der **Pilze** aus einem Fadengeflecht besteht und daß an den Lamellen (Blättern) auf der Unterseite des Hutes einzellige Sporen abgeschnürt werden, die die Fortpflanzung und Vermehrung des Pilzes übernehmen (Abb. 157). Aus jeder Spore geht, wenn sie unter geeigneten Bedingungen auskeimen kann, ein neues Fadengeflecht, ein neuer Pilz hervor. — Bei den **Schimmelpilzen** finden wir ähnliche Verhältnisse. Nahrungsmittel wie Brot, gekochtes Gemüse, Obst oder Käse, aber auch Faserstoffe, Leder und andere organische Stoffe überziehen sich in feuchter Luft leicht mit Schimmel. Bald sind es grauweißliche, filzig-watteähnliche Überzüge, bald ziemlich feste, kreisförmig gewachsene, blaugrünlich oder anders gefärbte Decken. Das Fadenwerk, das Myzel, durchzieht den Nährboden und zersetzt ihn, daß er für uns wertlos wird. Beim **Kopfschimmel** (Abb. 158) sind die Fäden nicht durch Querwände geteilt. Mit bloßem Auge als schwarze Köpfcchen sichtbar, erheben sich über dem Pilzlager Sporenkapseln, mit deren Hilfe sich der Pilz massenhaft verbreitet. Die anderen häufigen Schimmelpilze sind viel kleiner. Nur bei starker Vergrößerung zeigt sich uns etwas von ihrem Bau: Beim Gießkannenschimmel (*Aspergillus*) stehen die Sporen in Reihen, als seien es Tropfen, die aus der Brause einer Gießkanne hervorsprühen. Der Pinselschimmel (Abb. 159) trägt die Sporen, ebenfalls perlschnurartig aufgereiht, auf pinselähnlich verzweigten Fadenstücken. Das Fadenwerk beider ist in einzelne Zellen gegliedert.

Welche Mannigfaltigkeit in der Ausbildung von Sporen herrscht, soll an einem Vertreter der Rostpilze, dem Schwarzrost, gezeigt werden, die als Schädlinge eine außergewöhnliche Bedeutung haben. Die Rostpilze (Abb. 160) erzeugen auf allen oberirdischen Teilen z. B. der Getreidearten punktförmige oder strichförmige Flecke, die rostfarben aussehen, später auch schwärzliche Farbe aufweisen. Dort bildet der Pilz massenhaft Sporen, die von Pflanze zu Pflanze verbreitet werden (wie ?) und die Krankheit

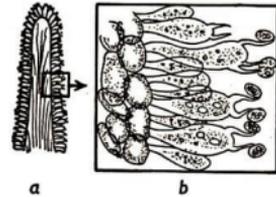


Abb. 157. a Lamelle eines ausgewachsenen Pilzes im Durchschnitt; b ein Teil der Lammellenhaut, stärker vergrößert

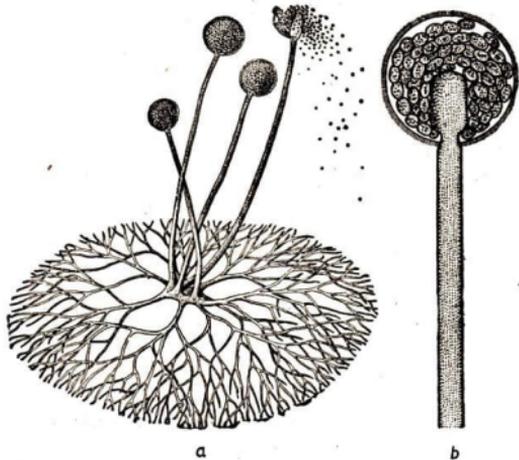


Abb. 158. Kopfschimmel, a Pilzgeflecht mit Sporenträgern, 20fach vergr., b ein einzelner Sporenträger im Durchschnitt

übertragen. Außer diesen „Sommer­sporen“ werden aber auch „Winter­sporen“ gebildet, die die kalte Jahreszeit auf den Stoppeln oder Blatteilen, die zu Boden gefallen sind, überdauern. Sie sind meist zweizellig und starkwandig und haben ein anderes

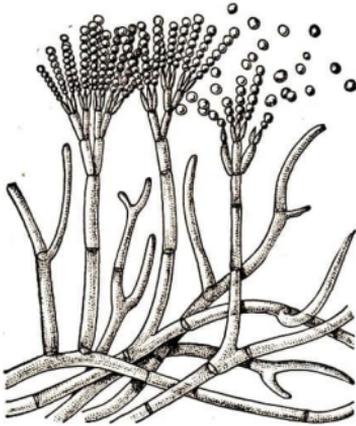


Abb. 159. Pinselschimmel, 250fach vergr.

Aussehen als die Sommer­sporen. Wenn sie im kommenden Frühjahr auskeimen, gehen aus ihnen je 4 kleine Sporen hervor. Diese müssen auf die Blätter eines „Zwischenwirtes“ kommen, der beim Schwarzrost die Berberitze (verschiedene Arten) ist. Hier auf den Blättern entwickeln sich in besonderen Sporenlagern ungeheure Mengen einer weiteren Sporenform, die dann schließlich die Ansteckung neuer Getreidepflanzen ermöglicht. (Es sei darauf hingewiesen, daß der Zwischenwirt nicht unbedingt erforderlich ist; für uns wichtige Rostarten überwintern nicht als Winter­sporen, sondern auf der Wintersaat oder auf Wildgräsern, von wo aus dann die weitere Ansteckung ausgeht.) Damit können wir aber die Behandlung der Sporen noch nicht abschließen.

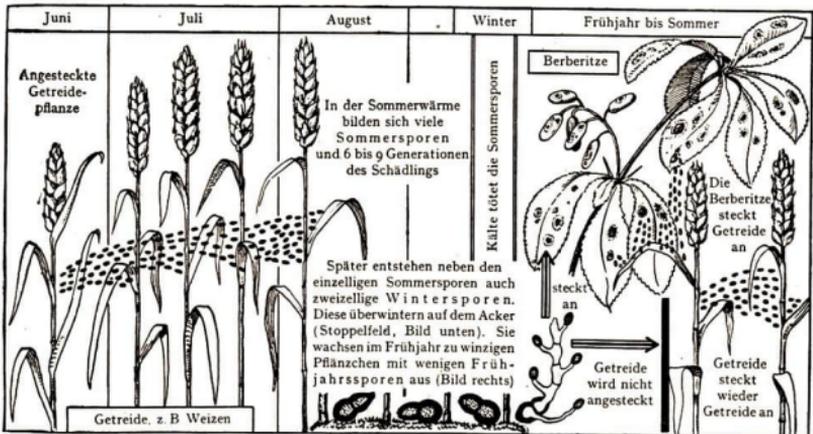


Abb. 160. Lebenslaut des Schwarzrostes

4. Der Generationswechsel

Wir kennen schon die **Farne** als blütenlose oder Sporenpflanzen. Den Entwick­lungsgang des Wurmfarne zeigt Abb. 161.

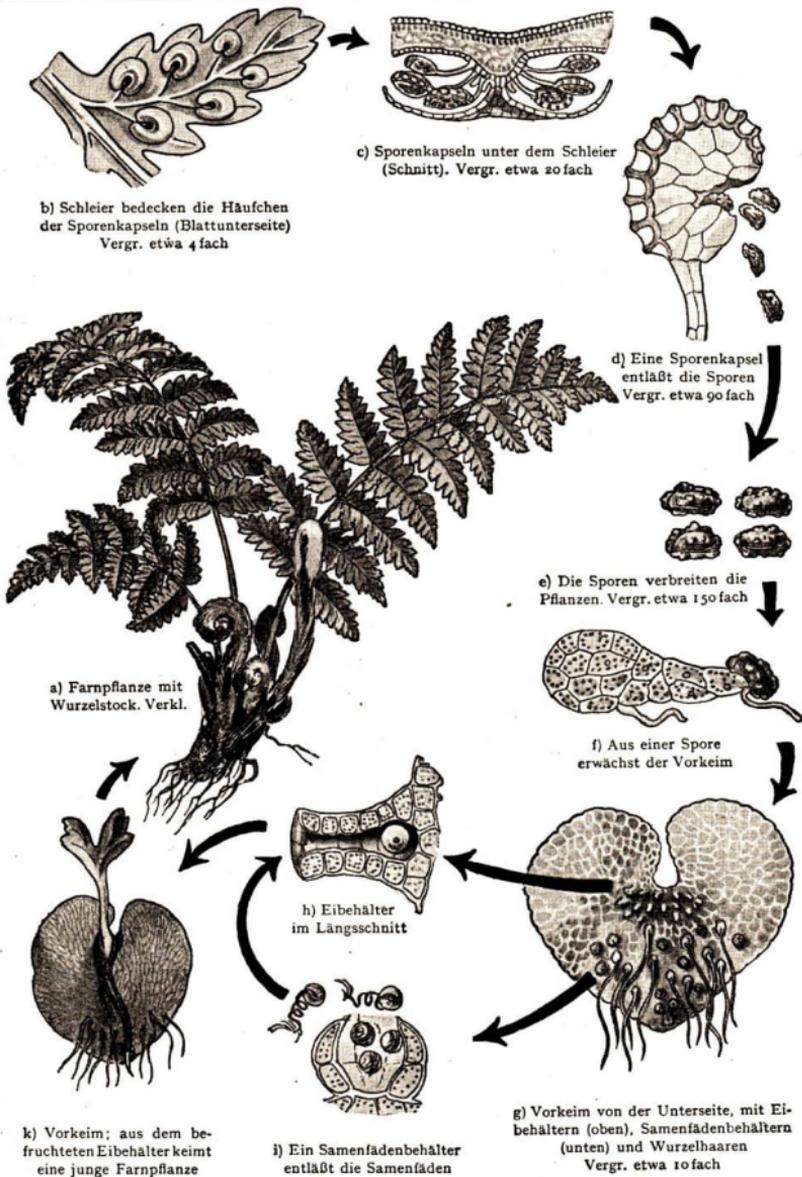


Abb. 16r. Der Wurmfarne und seine Entwicklung

Wir beobachten im Juli bis September auf der Unterseite der Wedel, geschützt gegen Regen, kleine Tüpfelchen, die erst hellgrün, dann bräunlich sind (b). Untersuchen wir sie mit einem Vergrößerungsglas, so sehen wir ein feines Häutchen. Wir entfernen es vorsichtig mit einer Nadel und entdecken dann kleine gestielte Kapseln (c). Zur Zeit der Reife schrumpft das schützende Häutchen zusammen, und die Kapseln werden sichtbar. Ihre dünne Wand zerreißt jetzt, und ein feines braunes Pulver tritt heraus (d). Es besteht aus kleinen Körnchen, den Sporen (e). Die Kapseln heißen Sporenbekälter (c). Legt man Farnwedel mit reifen Tüpfelchen zwischen weißes Papier, so findet man nach einigen Tagen viele Sporen darauf. Jede Spore ist einzellig. Sie bildet sich nicht als Folge einer Befruchtung, sondern ungeschlechtlich.

Die staubfeinen Sporen werden durch den Wind ausgestreut. Fallen sie auf feuchte Walderde, so fangen sie an zu keimen. Bald entwickelt sich ein herzförmiges, grünes Blättchen. Es liegt flach auf dem Boden und wird so groß wie ein Pfennigstück. Man nennt es Vorkeim (f und g). Auf der Unterseite sind einige „Wurzelhärchen“, die den Vorkeim in der Erde festhalten und Nahrung aufnehmen.

Außer ihnen kann man auf der Unterseite des Vorkeims noch zweierlei Gebilde beobachten. Die einen sind kugelig; man nennt sie Samenfädenbekälter (Antheridien, i). Die anderen, die nahe der herzförmigen Ausbuchtung stehen, sind flaschenähnlich und heißen Eibekälter (Archegónien, h). Diese platzen zur Zeit der Reife auf und sondern einen farblosen Schleim ab. Die Samenbekälter sind Bläschen, die aufspringen, sobald sie von Wassertropfen benetzt werden. Dann kommen aus ihnen viele einzellige Samenfäden heraus, die korkenzieherartig aussehen, aber nur im Mikroskop zu erkennen sind. Mit Hilfe sich bewegender Wimpern schwimmen sie im Wassertropfen hin und her. Darum nennt man sie Schwärmer. Gelangt ein Schwärmer in die Nähe eines flaschenförmigen Gebildes, so wird er von dem Schleim angelockt, dringt durch den Hals der „Flasche“ bis zur Eizelle, die am Grunde des Eibekälters liegt. Beide Zellkerne verschmelzen. Darauf beginnt die Eizelle sich zu teilen und ein neues Farnkraut wächst heran (k). Die Verschmelzung ist also eine Befruchtung wie bei den Blütenpflanzen.

Die Fortpflanzung der Farne war lange Zeit hindurch ein Rätsel. Früher hielt man ihre Sporen für Samen und suchte nach den scheinbar verborgenen Farnblüten. Wer sie findet, sagte der Aberglaube, wird übernatürliche Kräfte erhalten. Doch die Forscher beobachteten und untersuchten das Leben der Farne mit zäher Ausdauer und so entdeckten sie das Wunder, das die Farnpflanzen so lange verborgen hatten: Die Farnpflanze bildet durch ungeschlechtliche Fortpflanzung Sporen, die der Verbreitung dienen. Diese bringen aber keine Farnkräuter hervor, sondern winzige Vorkeime, also sehr einfach gebaute, aber ebenfalls selbständige Pflanzen. Nur diese tragen die Organe, die der Befruchtung dienen und neue Farne entstehen lassen. Vorkeim und Farne sind also zwei verschiedene Generationen der gleichen Pflanzenart. Der Farn macht einen regelmäßigen Generationswechsel durch.

Auch bei den **Moosen** finden wir einen Generationswechsel. Den Entwicklungsgang zeigt uns Abb. 162. Im Mai oder Juni finden wir an den oberen Enden mancher Moospflanzen rötlich schimmernde Blattrossetten oder Körbchen (a). Im Volksmunde

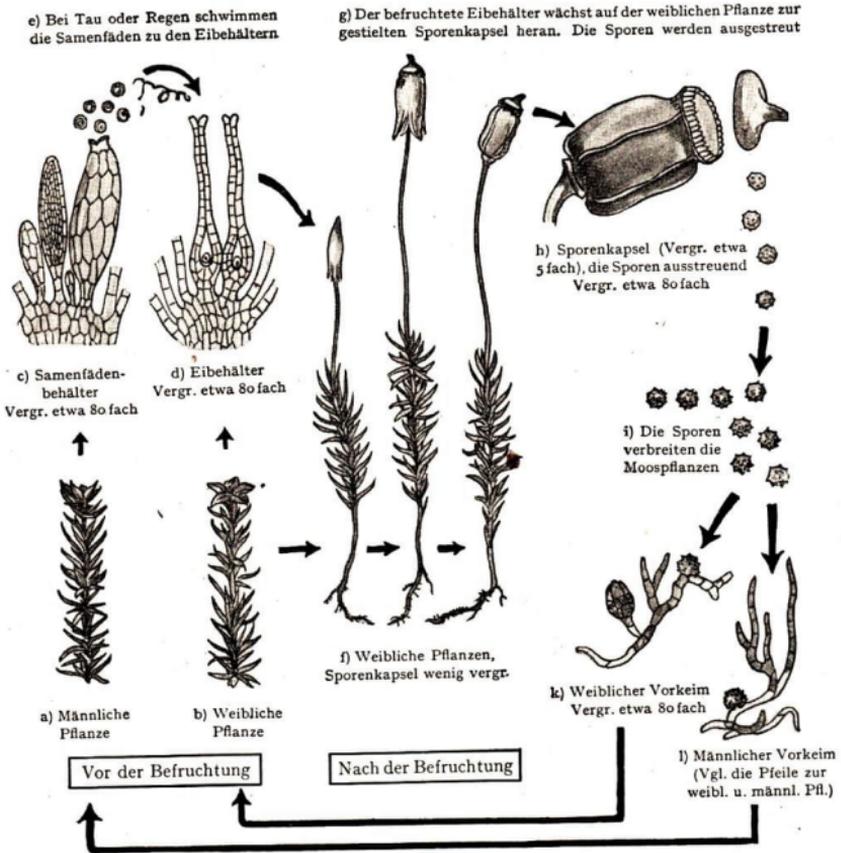


Abb. 162. Das Haarmoss und seine Entwicklung

werden sie vielfach als Moosblüten bezeichnet. Sie enthalten die Samenfädenbehälter (c). An anderen Moospflanzen (b) sind die oberen Blätter knospenartig zusammengelegt. Zwischen ihnen befinden sich die flaschenförmigen Eibehälter (d). Es gibt also männliche und weibliche Moospflanzen. Das Moos ist eine zweihäusige Pflanze wie unter den Blütenpflanzen die Weiden. Bei starkem Tau oder Regen hängen häufig Wassertropfen wie Brücken von einer Pflanze zur anderen. In diesen schwimmen die Samenfäden zu den Eizellen und befruchten sie (e). Darauf entwickelt sich die Eizelle zu einer gestielten Sporenkapsel (f). Die Hülle um die Eizelle wächst anfangs mit, zerreißt dann und bildet eine feinhaarige Haube, die die junge Sporenkapsel schützt (g). Zur Zeit der Reife fällt sie ab. Bei trockenem Wetter springt dann auch der Deckel der Kapsel ab (h), und die Sporen werden vom Winde

weit verweht (i). Aus ihnen entwickeln sich grüne Fadengeflechte (Vorkeime, k, l). Die Fäden sind vielfach verzweigt und überziehen den Erdboden wie ein grünlicher Schleim. An den Fäden entstehen Knospen. Aus diesen entwickeln sich neue Moospflanzen. Die Moospflanze erwächst also aus einer ungeschlechtlich entstandenen Spore, während farnartige Pflanzen aus einer befruchteten Eizelle entstehen.

Den **Laubmoosen**, als deren Vertreter wir das Haarmooos kennengelernt haben, werden die **Lebermoose** gegenübergestellt. Den Namen erhält die ganze Klasse nach dem Brunnenlebermoos (*Marchantia*). Das Lebermoos (Abb. 24) entwickelt im Juni und Juli auf der Oberseite zierliche Schirme von etwa 2 cm Höhe. Die eine Form der Schirme trägt auf der Oberseite Samenfädenbehälter, die andere auf der Unterseite Eibehälter. Beide Schirmarten sind auf verschiedene Pflanzen verteilt. Das Brunnenlebermoos ist also zweihäusig wie das Haarmooos. Wie bei diesem gelangen die Samenfäden durch Regen oder Tautropfen zu den Eizellen. Sind diese befruchtet, so wachsen die Sporenkapseln aus der Unterseite der weiblichen Schirme hervor. Außer dieser geschlechtlichen Fortpflanzung findet eine ungeschlechtliche Vermehrung statt: Die Oberseite des blattartigen Hauptteiles trägt flache Schüsselchen, Fruchtbecher, in denen kleine grüne Kernchen, Brutknospen, hervorwachsen. Sie werden vom Regen leicht fortgespült und wachsen zu selbständigen Pflanzen heran.

Die **Schachtelhalme** machen einen ähnlichen Generationswechsel durch wie die Farne. Aus den Sporen gehen winzige Vorkeime hervor, auf denen entweder nur

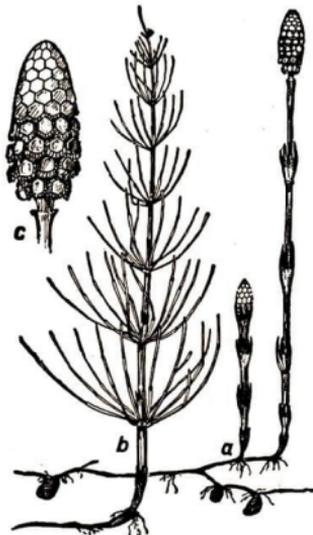


Abb. 163 A. Ackererschachtelalm.
a fruchttragender Frühjahrsproß mit Knollen
am Wurzelstock, b unfruchtbarer Sommersproß,
c Sporenhöhle

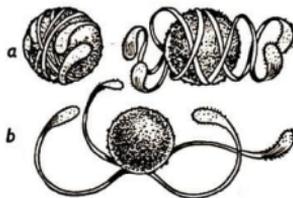


Abb. 163 B. Schachtelhalmsporen.
a bei Feuchtigkeit, b bei Trockenheit

Eibehälter oder nur Samenfädenbehälter wachsen. Die Vorkeime sind also zweihäusig. Da sie in Gruppen wachsen, gelangen die Schwärmer eines männlichen Vorkeims beim Tau oder Regen meist leicht zu den Eizellen eines weiblichen. Nach der Befruchtung der Eizelle wächst aus ihr eine neue, sporentragende Pflanze hervor. Der grüne Sommersproß (Abb. 163 A, b) bereitet im Lichte Nährstoffe, die dem Wurzelstock durch Leitungsbahnen oder Gefäße zugeführt werden. Dieser verwendet sie teils zum Aufbau neuer Knospen, teils speichert er sie als Vorrat auf, besonders in den Knollen (Abb. 163 A, a). Daher wachsen die

Generationswechsel beim Moos und bei den farnartigen Pflanzen

	Farnkraut	Schachtelhalm	Moose
Geschlechtliche Generation	<p style="text-align: center;">Vorkeim</p> <p style="text-align: center;">Ei- Samen- behälter fäden- behälter</p>	<p style="text-align: center;">Vorkeim</p> <p style="text-align: center;">weibl. männl. Ei- Samen- behälter fäden- behälter</p>	<p style="text-align: center;">Fadengeflecht</p> <p style="text-align: center;">Moospflanze</p> <p style="text-align: center;">weibl. männl. Ei- Samen- behälter fäden- behälter</p>
Unge- schlechtliche Generation	<p style="text-align: center;">Farnkraut Wedel mit Sporenhäufchen Sporen</p>	<p style="text-align: center;">Schachtelhalm mit Sporennähre</p> <p style="text-align: center;">Sporen</p>	<p style="text-align: center;">gestielte Kapsel (auf der weibl. Pflanze)</p> <p style="text-align: center;">Sporen</p>
Geschlechtliche Generation	<p style="text-align: center;">Vorkeim</p>	<p style="text-align: center;">Vorkeim</p>	<p style="text-align: center;">Fadengeflecht und Moospflanze</p>

Frühlingssprosse zeitig und schnell in die Höhe. Sie nehmen ihre gesamte Nahrung aus dem Wurzelstock, da ihnen das Blattgrün fehlt. Jeder Frühlingssproß trägt am Ende eine Art Ähre (c). Diese ist aus kleinen Schildchen gebildet, unter denen die Sporenbhälter stehen. Die grünlich-grauen Sporen bilden keinen feinen Staub, sondern eine Art zarter Watte. Jede Spore trägt nämlich zwei sich kreuzende Bänder, Schleuderbänder genannt. In feuchter Luft rollen sie sich um die Spore (Abb. 163 B), beim Trocknen strecken sie sich wieder. So hängen viele Sporen aneinander und werden vom Winde fortgetragen. Keimen sie an einem feuchten Ort, so wird meist eine Gruppe von Pflänzchen entstehen.

Wie liegen nun die Verhältnisse bei den **Blütenpflanzen**, deren Bestäubung uns schon lange bekannt ist? (Auch die Bezeichnungen männliche und weibliche Blüte sind uns geläufig.) Innerhalb des Fruchtknotens liegt die Samenanlage (oder die Samenanlagen); eingehende Untersuchungen haben ergeben, daß in jeder Samenanlage eine besondere Zelle liegt, die Eizelle (Abb 13 a). Wenn nun eine Blüte bestäubt wird, d. h. wenn der Pollen aus den Staubgefäßen (der eigenen oder einer fremden Blüte; Selbstbestäuber, Fremdbestäuber) auf die Narbe gelangt, dann beginnen die einzelnen Pollenkörper zu „keimen“; jedes bildet einen dünnen Keimschlauch; diese Pollenschläuche wachsen zu den Samenanlagen hin und werden dabei oft mehrere Zentimeter lang. Der Inhalt des Blütenstaubkornes, der zwei Zellkerne enthält, erfüllt schließlich nur noch das wachsende Ende des Schlauches. Nun öffnet sich dieses Ende, und einer der Zellkerne verschmilzt mit dem Kern der „Eizelle“, die in jede Samenanlage eingebettet ist. Die Eizelle ist dann „befruchtet“. Andere Pollenschläuche, die später zu der gleichen Samenanlage vordringen, vermögen keine zweite Befruchtung herbeizuführen und sind also nutzlos geworden. Infolge der Befruchtung wächst die Samenanlage zum Samen und der Fruchtknoten zur Frucht heran. Das Wesentliche der Befruchtung ist, — das wollen wir ganz besonders betonen, — die Verschmelzung zweier Zellkerne. Hinter

diesem eben dargestellten Vorgang verbirgt sich aber ein sehr verwickelter Generationswechsel, der in seinen Grundzügen durchaus den Verhältnissen entspricht, wie wir sie bei den blütenlosen Pflanzen kennengelernt haben.

Das geht aus folgenden Betrachtungen hervor. Die Abb. 164 A und B stellen die Verhältnisse bei Moosen und Farnen dar; Abb. 164 C zeigt schematisch den Generationswechsel bei Wasserfarnen, die verschiedene Abweichungen zeigen. Bei ihnen kommen zwei verschiedene Sorten von Sporen vor: Makro- und Mikro-Sporen (Makro- und Mikro-Sporangien). Aus ihnen gehen bei der Keimung stark rückgebildete Vorkeime hervor, die entweder nur Eizellen oder nur Samenzellen hervorbringen. Die Makro-Sporen liefern schließlich die weiblichen (♀) Geschlechtszellen (Eizellen) und die Mikro-Sporen die männlichen (♂) Geschlechtszellen (Samenzellen). Die Rückbildung der Vorkeime kann so weit gehen, daß sie sich als unselbständige Gebilde auf oder in den Sporenbältern entwickeln. Langwierige Untersuchungen haben ergeben, daß in den Samenanlagen der Blütenpflanze Makro-Sporangien und Eizellen zu erblicken sind, während die Staubbeutel mit dem Pollen die Mikro-Sporangien mit den Mikrosporen darstellen. Abb. 164 D. Das Auskeimen des Pollenkorns (= Mikro-Spore), die Entstehung verschiedener Zellkerne im Pollenschlauch (s. oben) und schließlich die Verschmelzung eines Kernes mit der Eizelle stellt nichts anderes dar als die urschon bekannte Bildung von Vorkeim und Geschlechtszellen mit folgender Befruchtung. In dem so einfach erscheinenden Bestäubungsvorgang verbirgt sich tatsächlich ein überaus entwickelter Generationswechsel.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung bei den **mehrzelligen Tieren** wollen wir bei einigen Formen des großen Tierkreises der **Hohltiere** behandeln. Beim Süßwasserpolyt (Abb. 165) sehen wir oft, wie sich aus einer Knospe ein neues

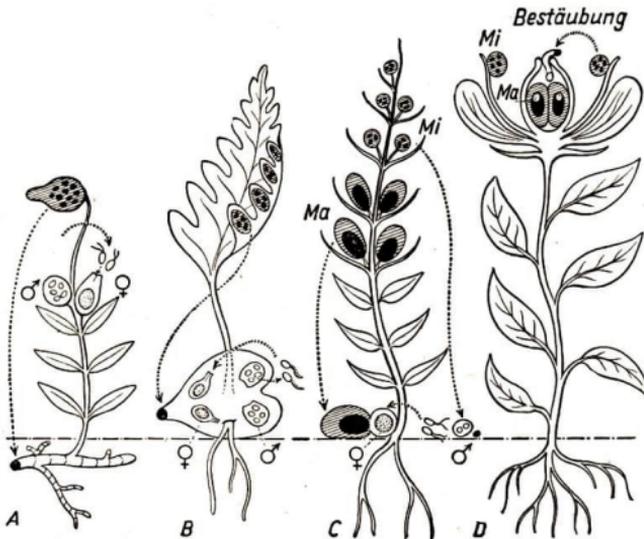


Abb. 164. Schematische Darstellung des Generationswechsels bei Moosen (A), Farnen (B u. C) und Blütenpflanzen (D). A Moos. B Farn mit nur einer Sporenart. C Farn mit Makro- (Ma) und Mikro-Sporangien (Mi). D Blütenpflanzen. Sporen schwarz. Sporangien schraffiert. Weibliche (♀) Fortpflanzungsorgane punktiert. Männliche (♂) Fortpflanzungsorgane weiß. (Nach v. Wettstein)

Tier bildet; bisweilen bleiben mehrere auf diese Art entstandene Tiere für einige Zeit im Zusammenhang miteinander.

Außer dieser ungeschlechtlichen Fortpflanzung gibt es beim Süßwasserpolyp noch eine geschlechtliche: Es werden Samenfäden und Eier gebildet, aus denen sich nach der Befruchtung neue Tiere entwickeln.

Bei vielen Hohltieren, z. B. den Steinkorallen, bleiben die ungeschlechtlich entstandenen Tiere ständig miteinander in Verbindung, und es können auf diese Art riesenhafte Tierstöcke entstehen. Die Steinkorallen scheiden, wie wir bereits wissen, ein Skelett von kohlensaurem Kalk ab (Abb. 112). Je nach der Art vermehren sich nun die Korallen entweder durch Längsteilung oder durch seitliche Sprossung, ohne daß sich die einzelnen Tiere voneinander trennen. Ein jedes Tierchen baut durch Kalkausscheidung am Korallenstock weiter, der somit entweder verästelt oder flach ausgebaut ist.

Eine besondere Art der Entwicklung lernen wir bei der Ohrenqualle kennen (Abb. 166). Aus dem befruchteten Ei entsteht zunächst eine freischwimmende Larve (a), die sich bald an Tangen oder Steinen festsetzt (b) und die Gestalt eines Polypen bekommt (c). Dieser teilt sich durch ringförmige Einschnürungen in einzelne Scheiben (d), die bald die Gestalt umgekehrter Quallen erhalten (e). Sie lösen sich nach einander ab und schwimmen als kleine Quallen davon (f). Es entstehen also aus den Quallen durch geschlechtliche Fortpflanzung Polypen, und diese bringen ungeschlechtlich wieder Quallen hervor. Wir haben hier ebenfalls einen Generationswechsel vor uns; Generationswechsel in mannigfaltiger Form und Ausbildung finden wir häufig im Tierreich.

Der Generationswechsel wurde bei Meerestieren (Salpen) im Jahre 1819 von dem Dichter Adalbert von Chamisso entdeckt, der als Kustos am Botanischen Museum in Berlin tätig war.

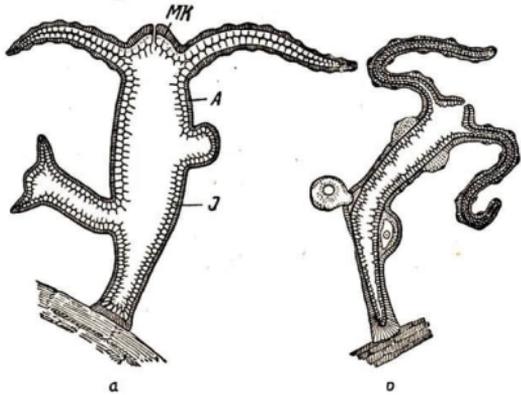


Abb. 165. a Sprossender Süßwasserpolyp im Längsschnitt; MK Mundkegel, A Außenzellschicht, J Innenzellschicht. b ein Polyp hat unten Eizellen gebildet (eine Eizelle tritt gerade aus); oben zwei Anschwellungen, aus denen Samenzellen ausschwärmen werden

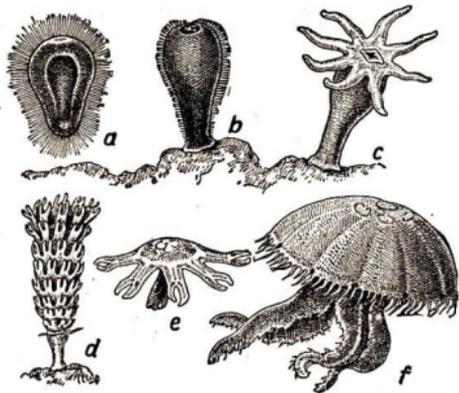


Abb. 166. Entwicklung einer Ohrenqualle (Erklärung im Text)

Als Beispiel einer im Tierreich oft vorkommenden Fortpflanzungsart wollen wir jetzt noch folgende besprechen. Bei **Blattläusen**, die oft in großen Mengen auf verschiedenen Pflanzen vorkommen und beachtlichen Schaden verursachen können, finden wir in der wärmeren Jahreszeit fast nur ungeflügelte Weibchen, die viele unbefruchtete Eier legen. Aus ihnen schlüpfen immer nur wieder Weibchen aus, die sich ihrerseits ebenfalls durch unbefruchtete Eier vermehren. Diese Art der Fortpflanzung wird als Jungfernzeugung (Parthenogenese) bezeichnet; sie ist eine Form der geschlechtlichen Fortpflanzung, denn die Eier sind weibliche Geschlechtszellen. Später finden sich dann auch Männchen. Die befruchteten Eier, die von ebenfalls später auftretenden geflügelten Weibchen gelegt werden, überdauern den Winter.

Bei unseren **Honigbienen** entstehen die Drohnen (Männchen) aus unbefruchteten (= parthenogenetischen) Eiern, während die Arbeiterinnen und die Königinnen aus befruchteten Eiern hervorgehen.

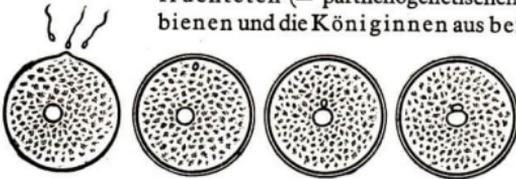


Abb. 167.

Die Befruchtung des Seeigeleies. Nach dem Eindringen der Samenzelle hat die Eizelle ein schützendes Häutchen ausgeschieden. Der „Kopf“ (Kern) der Samenzelle nähert sich dem Eikern und vereinigt sich mit diesem

Die Befruchtung des tierischen Eies konnte besonders genau beim Seeigel untersucht werden (Abb. 167), weil das Seeigelei seiner Durchsichtigkeit wegen besonders geeignet ist.

Wir wollen nochmals betonen, daß das Wesentliche der Befruchtung die Verschmelzung der beiden Kerne von Ei- und Samenzelle ist.

Wir wissen aus der Pflanzenkunde, daß es außer männlichen und weiblichen Blüten auch Zwitterblüten gibt; das sind solche, die sowohl männliche (Staubgefäße) als auch weibliche (Samenanlagen, unbedeckt oder in Fruchtknoten; Narben) Bestandteile enthalten. Im Tierreich finden wir ebenfalls ähnliche Verhältnisse. Die meisten der uns bekannten Tiere (z. B. Wirbeltiere, Insekten) sind entweder männlich oder weiblich. Aber auch unter den Tieren gibt es Zwitter. Wir finden sie z. B. bei Würmern, manchen Schnecken und Muscheln.

Diese Beispiele, und es ließen sich noch viele anführen, sollen zeigen, welche Wege die Natur eingeschlagen hat, um die Erhaltung der Art und des Lebens überhaupt zu sichern.

IV. Die Lebensvorgänge bei den Pflanzen

A. Die Ernährung der Pflanzen aus dem Boden

1. Bestandteile und Nährstoffe der Pflanzen

Wir Menschen leben von gemischter Kost. Viele Tierarten verhalten sich anders; manche sind reine Fleisch-, andere Pflanzenfresser. Letzten Endes bilden die Pflanzen aber die Lebensgrundlage auch für die fleischfressenden Tiere; denn diese sind schließlich auf Pflanzenfresser als Jagdbeute angewiesen. Kein einziges Tier

vermag sich ausschließlich von erdigen Bestandteilen zu ernähren; selbst die Regenwürmer, die Erde fressen, verdauen nur die organischen Stoffe und scheiden die unorganischen Stoffe wieder aus.

Seit langem faßt man diejenigen Stoffe, aus denen die Zellen der Lebewesen oder Organismen bestehen, als organische Stoffe zusammen. Zum Teil dienen sie uns als Nahrung. Auch in unserem Hausrat spielen sie eine wichtige Rolle, sei es als Kleidung, Möbel oder Hausgerät. Dort treten uns aber auch diejenigen Stoffe häufig entgegen, die dem Reiche des Unbelebten angehören und deshalb unorganische heißen, z. B. Metalle und Steine, salzartige und erdige Stoffe; auch Luft und Wasser gehören dazu. Wir sind also für unsere Lebens-tätigkeiten auf einige unorganische Stoffe ebenso notwendig angewiesen wie auf die vielen organischen.

Woher stammen nun die organischen Stoffe? Tiere und Menschen können bei ihrer Ernährung zwar körperfremde organische Stoffe in körpereigene umwandeln. Organische Stoffe aber

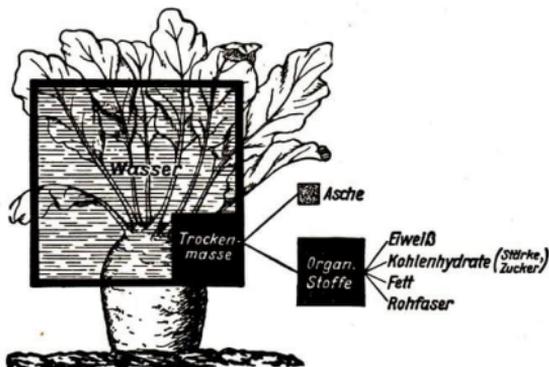


Abb. 168. Die Zusammensetzung der Pflanze

aus unorganischen herzustellen ist eine einzigartige Leistung, die ihnen versagt bleibt. Sie wird in der Natur von den grünen Pflanzen vollbracht. Diese bauen ihren Körper mit Hilfe von Wasser, Kohlensäure und erdigen Bestandteilen auf. Sie sind demnach die eigentlichen Erzeuger der organischen Stoffe und damit die Grundlage allen Lebens auf der Erde. Wenn ihre stille, geheimnisvolle Tätigkeit aus irgendeinem Grunde plötzlich aufhörte, müßten die allermeisten Tiere und die Menschen bald nach ihnen zugrunde gehen.

Ein wesentlicher Bestandteil der Pflanze ist das Wasser. Verdunstet es vollständig, so bleibt die Trockenmasse zurück (Abb. 168). Sie besteht aus verbrennbaren und unverbrennbaren Stoffen. Der brenzliche Geruch gibt uns Eiweiß (Stickstoffverbindung) an. Die unverbrennbaren Stoffe bleiben als Asche zurück. Sie enthält die mineralischen Bestandteile der Pflanze. Es kommen in ihr eine ganze Reihe von Grundstoffen vor. Doch hat sich gezeigt, daß nur bestimmte Stoffe in der höheren Pflanze regelmäßig auftreten, also notwendige Nährstoffe sind. Justus von Liebig (1803–1873) hat als erster erkannt, daß vor allem die Verbindungen von Kalium, Kalzium, Magnesium, Eisen, Phosphor und Schwefel in allen Pflanzenaschen zu finden sind. Er hatte lange gegen den Widerstand der Bauern zu kämpfen, die nicht gern von der Brachwirtschaft abgehen und ihre Äcker nach wie vor nur durch Stalldüngung verbessern wollten. Es ist nämlich nicht leicht,

richtig künstlich zu düngen; denn es kommt darauf an, dem Boden genau die notwendigen Salze und ja nicht zuviel davon zuzuführen, sonst werden die Pflanzen geschädigt, anstatt gefördert. Da Stallmist selten in genügender Menge vorhanden



Abb. 169. Auf dem Ackerstück rechts, das stickstofffreien Kunstdünger erhielt, wurden 167 dz Kartoffeln geerntet. Das mit Volldünger von 80 kg Stickstoffgehalt versehene gleichgroße Ackerstück links lieferte 281 dz Kartoffeln



Abb. 170. Wachstum der gleichen Roggensorte auf einem Acker mit und ohne Stickstoffdüngung

ist, werden Handelsdünger verwandt. Sie liefern den Pflanzen die Hauptnährstoffe: Stickstoff, Phosphor, Kali, Kalk. Die übrigen Nährsalze braucht die Pflanze in so geringen Mengen, daß die im Boden ruhenden Vorräte ausreichen. Wird mit sämtlichen vier Kernnährstoffen gedüngt, so spricht man von einer Volldüngung. Teildüngungen bringen nur dann einen Erfolg, wenn die übrigen Nährstoffe noch in ausreichender Menge im Boden vorhanden sind. „Sind einige von den unentbehrlichen Nährstoffen in ungenügender Menge im Boden vorhanden, dann richtet sich die Entwicklung der Pflanze nach der Menge desjenigen Nährstoffes, der in geringster Menge – im Minimum – zur Ver-

fügung steht“. Dieses von Liebig erkannte „Gesetz des Minimums“ zeigt, daß nur bei Volldüngungen eine Vollernte möglich ist (Abb. 169 und 170).

Neuerdings hat sich herausgestellt, daß auch noch ganz geringe Mengen anderer Grundstoffe, z. B. von Jod und Bor, für die Pflanze lebenswichtig sind. Durch die Aufzucht von Pflanzen in Nährlösungen zeigte Liebig weiterhin, daß die von ihm als notwendig erkannten Grundstoffe, außerdem auch der Stickstoff, von den Wurzeln in Form gelöster Salze aufgenommen werden; fehlt ein einziger dieser Nährstoffe,

so verkümmern die Pflanzen. Mangel an Eisen z. B. verhindert die Ausbildung des Blattgrüns; ohne Mineralsalze kann die Pflanze nicht gedeihen. Rechnet man den Wasserstoff und Sauerstoff des Wassers zu den genannten notwendigen Nährstoffen hinzu, so sind es in erster Linie neun Grundstoffe, deren Verbindungen der Pflanze durch die Wurzel zugeführt werden. Sauerstoff wird als Gas überdies von allen Pflanzenteilen bei der Atmung aufgenommen. Als zehnter Grundstoff tritt der Kohlenstoff hinzu, der durch die Blätter als Kohlendioxyd der Luft, das oft ungenau als Kohlen-säure bezeichnet wird, zur Aufnahme kommt.

2. Die Nahrungsaufnahme aus dem Boden

Die Zellen der Pflanzenwurzel vermögen die Nährsalze nur dann aufzunehmen, wenn sich diese in Wasser lösen. Nur so können sie ja die Zellwand sowie das Protoplasma durchdringen. Der fruchtbarste Boden nützt also den Pflanzen nichts, wenn er zu trocken ist. Andererseits läßt sich unfruchtbarer Sandboden nicht einfach durch Zugabe von Düngesalzen fruchtbar machen, weil sie vom ersten Regen ausgewaschen würden. Sand vermag Nährstoffe und Wasser nicht so festzuhalten, wie das die „bindige“, „humusreiche“ Erde der Äcker und Gärten tut. Jedoch ist es erstaunlich, wie große Mengen von Wasser durch die Wurzeln noch solchem Boden entzogen werden, der uns völlig trocken erscheint.

Eine Sonnenblumenpflanze hat an einem trockenen Tage 1 l Wasser abgegeben, und für ein 1 ha stattlichen Buchenwald hat man die Menge des verbrauchten Wassers zu 30 m³ am Tage berechnet, also müssen jedem Quadratmeter Waldboden täglich 3 l entzogen werden.

Diese Leistungen werden vor allem durch zarte Ausstülpungen bestimmter Wurzelzellen vollbracht, die Wurzelhaare (Abb. 171). Sie bilden sich dicht hinter der Wurzelspitze. Mehrere Millimeter lang, dringen sie zwischen den Erdkrümchen vor, umwachsen einige von ihnen und saugen mit unvorstellbar großer Kraft die geringsten Spuren von Wasser mit Nährsalzen auf. Dann geben sie diese an die benachbarten Zellen weiter. Durch Ausscheidung von Säuren vermögen sie sogar die Oberfläche von Steinen zu ätzen, wenn sie daran entlangwachsen. Beim „Wasserhaushalt“ der Pflanzen und des Bodens spielt dessen Struktur (Körnchen-, Krümelstruktur) eine wichtige Rolle.

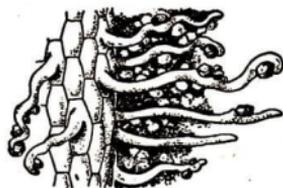


Abb. 171. Wurzelhaare im Boden

Die im Boden gelösten Stoffe werden aber nicht wahllos von der Pflanze aufgenommen. Schilfrohr, Schwertlilie und Vergißmeinnicht wurzeln im gleichen Sumpfboden. Eine genaue chemische Untersuchung (Analyse) der Pflanzenaschen hat gezeigt, daß das Schilfrohr viel mehr Kieselsäure enthält als die beiden anderen Pflanzen. — Die entsprechenden Untersuchungen, die mit Kartoffeln und Roggen durchgeführt wurden, die auf demselben Ackerstück wuchsen, ergaben folgendes: Die Asche der Roggenkörner enthielt etwa 30% Kali und 48% Phosphorsäure; die der Kartoffelknollen dagegen etwa 60% Kali und nur 16% Phosphorsäure. — Die Zellen besitzen danach als Lebewesen ein Wahlvermögen gegenüber den Nährsalzen. (Was zeigen uns diese Untersuchungen über die Bedeutung des Fruchtwechsels?)

B. Die Verwertung von Luft, Licht und Wasser. Die Assimilation

1. Die Aufnahme und Zerlegung des Kohlendioxyds

Der Holländer van Helmont machte vor etwas mehr als 300 Jahren folgenden Versuch: Er füllte in einen Topf 200 Pfund stark getrocknete Erde, pflanzte einen Weidenzweig hinein, der 5 Pfund wog, und begoß ihn mit Regenwasser. Nach fünf Jahren wog der Weidenbusch 164 Pfund, aber die aufs neue getrocknete Erde 200 Pfund weniger 3 Unzen¹⁾. Van Helmont glaubte daraufhin, der Weidenbusch habe sich aus dem Regenwasser gebildet. Das ist aber nur zum Teil richtig; jede grüne Pflanze nimmt mit Hilfe der Blätter (Abb. 172 und 173) einen wichtigen

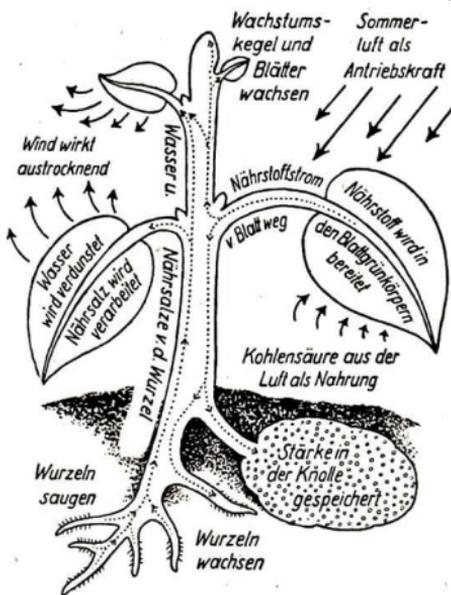


Abb. 172. Ernährung der Pflanze.

Vereinfachte Darstellung. Die links und rechts gezeichneten Vorgänge finden in Wirklichkeit in jeder Pflanzenhälfte statt

Bestandteil der Luft auf, die Kohlensäure (= Kohlendioxyd), und vermehrt ihr Gewicht auch durch diese. Aus ihr, dem Wasser und den Nährsalzen wird der Pflanzenkörper aufgebaut. Aus diesen unorganischen Ausgangsstoffen entstehen also sämtliche organischen Stoffe. Die Orte, in denen mit Hilfe des Lichtes der erste Aufbau vor sich geht, sind die Blattgrünkörper (Chlorophyll) im Plasma der grünen Pflanzen.

Diesen Vorgang, den Aufbau neuer Stoffe aus der Kohlensäure der Luft und Wasser in den Blattgrünkörnern bezeichnen wir als **Assimilation** (= Angleichung; d. h. der der Pflanze fremde Kohlenstoff aus dem Kohlendioxyd wird ihr angeglichen, in ihr verarbeitet, das Kohlendioxyd wird zerlegt, wobei der Sauerstoff frei wird).

Es entsteht bei der Assimilation zuerst Traubenzucker, der meist fortgeleitet wird. Traubenzucker, Stärke und Zellstoff, die neben vielen anderen Stoffen (Zuckerarten z. B.) von der Pflanze gebildet werden, bezeichnen wir als Kohlenhydrate. (Sie enthalten nur die chemischen Grundstoffe Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.)

¹⁾ 1 Unze = $\frac{1}{16}$ Pfund.

Im Anschluß an die Assimilation entstehen auch Fette und Öle. Besondere Bedeutung kommt den Eiweißstoffen zu. Sie enthalten außer Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff auch Stickstoff, Schwefel und Phosphor. Daher können sie sich erst bilden, wenn zu den Kohlenhydraten die aus dem Boden aufsteigenden Salze treten.

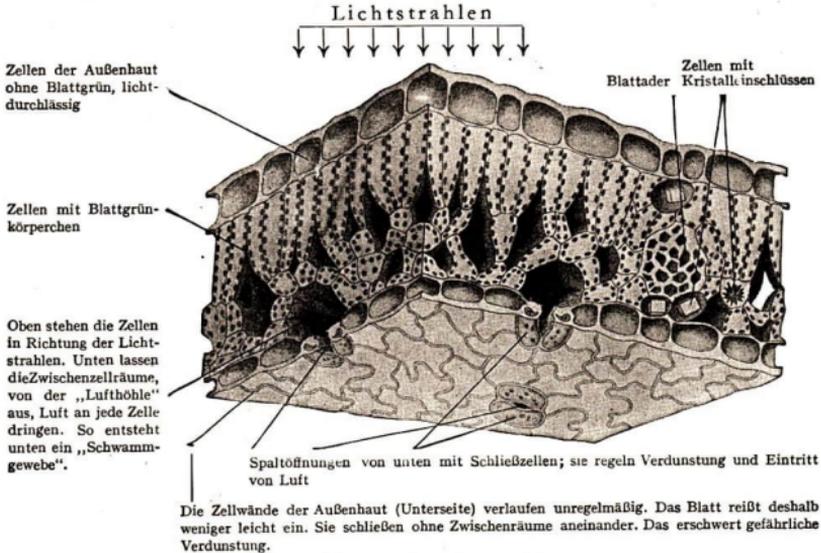


Abb. 173. Stück eines Blattes, stark vergrößert

(Außer den Kohlenhydraten, Fetten und Eiweißstoffen werden in der Pflanze noch viele andere Stoffe erzeugt, z. B. Gerbstoffe, Harze usw.)

Bei der geheimnisvollen Lebenstätigkeit der Pflanzenzellen sind überraschend große Stoffmengen zu verarbeiten, bis eine geringe Menge organischen Stoffes aufgebaut ist. In 1000 g Wasser ist vielleicht 1 g Nährsalz enthalten. Die Hauptmenge dieser Flüssigkeit muß wieder verdunstet werden; denn sonst kann ja keine frische Nährsalzlösung nachströmen. Ein noch stärker verdünntes „Nahrungsmittel“ stellt die Luft dar; sie enthält in 10000 cm³ nicht mehr als 3–4 cm³ Kohlensäure. Um so große Arbeitsleistungen zu bewältigen, braucht die Pflanze große Mengen Antriebskraft (Energie). Während der Chemiker aber meist Hitze oder elektrischen Strom anwendet, wenn er in seinem Laboratorium oder in einer chemischen Fabrik künstliche Stoffe aufbauen will (wie z. B. synthetischen Kautschuk), vermögen die Blattgrünkörper das Licht als Antriebskraft auszunutzen. Immer und immer wieder haben die besten Erfinder aller Völker versucht, diese Leistung nachzuahmen. Sie sind aber über bescheidene Anfänge nicht hinausgekommen.

Wenn eine Pflanze besonders großflächige und zarte Blätter dem Lichte zuwendet, so bietet das verschiedene Vorteile: Sie vermag auch noch von schwachem Licht viel aufzufangen; sie ist imstande, einer größeren Menge Luft ihre Kohlensäure zu

entziehen, und das aufgenommene Wasser verdunstet rasch und schafft Raum für weitere Nährlösung. — In Zeiten der Dürre und bei greller Sonne werden solche Blätter aber besonders leicht welken. Dann sind kleine, etwa nadel- oder schuppenförmige Blätter widerstandsfähiger, die durch Zellen mit dicken Wänden geschützt sind. Sie werden aber kaum so große Mengen verarbeiten können wie die anderen. Zwar vermögen die Spaltöffnungen der Blätter die Verdunstung des Wassers zu verringern, wenn sie sich schließen (vgl. Abb. 173), sie verhindern sie aber nicht völlig. Bei Schattengewächsen finden wir darum vielfach großflächige, zarte Blätter; bei solchen Pflanzen, die in Sonne und Wind gedeihen, müssen es kleine, gegen Dürre widerstandsfähige sein.

2. Die Wanderung und Speicherung der organischen Baustoffe

Der bei der Assimilation zuerst gebildete lösliche Traubenzucker wird, bis er weiter geleitet wird, als unlösliche Stärke in den Blattgrünkörnern gespeichert. Da die organischen Stoffe in allen Stellen des Pflanzenkörpers gebraucht werden, müssen sie dorthin geleitet werden. Die unlösliche Stärke wird wieder in löslichen Zucker zurückverwandelt; der Zuckerstrom geht nun zu den Wachstumspunkten oder zu den Orten der Speicherung (Holz, Knollen usw.). Dieser Vorgang vollzieht sich hauptsächlich während der Nacht. Ein Blatt, das am Abend mit Stärke überfüllt ist, erweist sich am nächsten Morgen als völlig stärkeleer.

Am Ziel der Speicherung wird der Zucker wieder in Stärke umgebildet und diese lagert dort, bis sie bei Bedarf abermals in Zucker umgewandelt, gelöst, fortgeleitet und nun verbraucht wird. Neben der Stärke finden wir in manchen Speicherorganen, z. B. den Samen, bisweilen auch Fette und Eiweißstoffe eingelagert. Neben dem aufsteigenden Strom von Wasser und Nährsalzen läuft daher ein anderer, ebenfalls vielfältig verzweigter Strom, der die in den Blättern erzeugten organischen Nährstoffe führt.

C. Die Atmung der Pflanze

Gleich Mensch und Tier muß auch die lebende Pflanze atmen. Sperrt man sie in einen luftleeren Raum oder hält man die Luft fern, so stirbt sie bald ab. Bei der Atmung der Pflanze spielen sich dieselben Vorgänge ab, wie bei der Atmung der Tiere und des Menschen.

1. Die Pflanze verbraucht den Sauerstoff der Luft. 2. Die Pflanze scheidet Kohlendioxyd aus. 3. Bei der Atmung wird Wärme erzeugt. 4. Durch die Atmung wird das Protoplasma in den Zellen mit Sauerstoff versorgt. Dieser „verbrennt“ die in der Zelle vorhandenen Kohlenhydrate und Fette. Daher tritt ein Gewichtsverlust ein.

Der Weg, auf dem der Sauerstoff in die Zellen kommt, ist an keine bestimmten Organe gebunden. Der Sauerstoff gelangt durch alle Pflanzenteile, oberirdische wie unterirdische, in den Organismus. Die Weiterleitung erfolgt durch die Zellwände und durch Zwischenzellräume, die nicht nur die Blätter, sondern auch Stengel und Wurzeln durchziehen. Wir können sie nach ihrer Bedeutung für die Atmung mit den Luftröhren im Körper der Insekten vergleichen. Das durch die „Verbrennung“ entstehende Kohlendioxyd wird auf demselben Wege ausgeschieden.

Atmung und Assimilation. Wir vergleichen beide Vorgänge miteinander. Die Assimilation erfolgt nur im Licht. Die Atmung ist vom Licht unabhängig und geht Tag und Nacht ununterbrochen vor sich. Am Tage ist sie bei grünen

Pflanzen nicht festzustellen; denn die Pflanze eignet sich das bei der Atmung erzeugte Kohlendioxyd sofort wieder als Assimilationsausgangsstoff an und scheidet dabei Sauerstoff aus. Die Assimilation verdeckt also die Atmung tagsüber.

bei der Atmung:	Verbraucht wird:	Erzeugt wird:	Energie:
bei der Assimilation:	Sauerstoff	Kohlendioxyd	wird erzeugt
	Kohlendioxyd	Sauerstoff	wird verbraucht

D. Versuche zu dem Kapitel: Die Lebensvorgänge bei den Pflanzen

Vorbereitungen, die schon einige Zeit vor den Versuchen in Angriff genommen werden müssen:

1. Im Schulgarten sollen, wenn es möglich ist, Düngungsversuche durchgeführt werden; etwa in folgender Art:

	Im Herbst:	Im Frühjahr:		
	Die Zahlen beziehen sich auf 100 m ²			
I. Versuch:				
Beet 1 ungedüngt	—	—	—	
Beet 2 Volldüngung mit Handelsdünger	umgraben Kalkstickstoff muß im Herbst gestreut werden. Es entfällt dann die Stickstoffdüngung im Frühjahr.	ohne Kalk Stickstoffdünger 1,5 kg z. B. schwefelsaures Ammonium Phosphordünger 1,0 kg z. B. Superphosphat Kali 2,5 kg	Nur wenn im Herbst kein Kalkstickstoff gestreut wurde: Nitrophoska, Haka-phos, Phostikal. Je nach Angabe d. Herstellerfirma	
Beet 3 Stallmist				Stallmist untergraben
II. Versuch:				
Beet 1 ungedüngt	—	—	—	
Beet 2 Volldüngung mit Handelsdünger	umgraben Kalkstickstoff [oder schwefels. Ammonium im Frühjahr]	mit Kalk Etwa 10 kg für 2 bis 3 Jahre; je nach Bodenart	Schwefelsaures Ammonium 1,5 kg Superphosphat 1,0 kg Kali 2,5 kg	Nur wenn im Herbst kein Kalkstickstoff gestreut wurde: Nitrophoska, Haka-phos, Phostikal. Je nach Angabe d. Herstellerfirma
Beet 3 Stallmist				
Beet 4 ohne Phosphor	umgraben Kalkstickstoff [oder schwefels. Ammonium im Frühjahr]	Vor dem Ausstreuen der Düngesalze	Schwefelsaures Ammonium 1,5 kg Kali 2,5 kg	—
Beet 5 ohne Kali				
Beet 6 ohne Stickstoff	—	—	Superphosphat 1,0 kg Kali 2,5 kg	—

Da der Gehalt an wirksamen Substanzen bei den einzelnen Handelsdüngern verschieden ist, muß dieser bei der zu verwendenden Menge berücksichtigt werden. Die Mengenangaben, die den Handelsdüngern beigegeben sind, sind zu beachten.

Im Frühjahr: 2. Ringelungsversuch Nr. 25. 3. Es sollen, wenn es die Verhältnisse erlauben, einige Sonnenblumen gezogen werden. 4. In je 3—5 Blumentöpfen werden Erbsen-, Bohnen- und Kapuzinerkresse gezogen. Einige Blumentöpfe bleiben ständig im Dunkeln (auch Tabak eignet sich dazu). 5. Es muß für Wasserpest und Tradeskantia gesorgt werden.

1. Die Ernährung der Pflanzen aus dem Boden

1. Frische zerkleinerte Blätter (100 g) werden auf einer Hornschalenwaage gewogen; nachdem sie im Trockenschrank bei 105°C vollkommen getrocknet sind, wird wieder gewogen. Gewichtsverlust? Wieviel % Wassergehalt? — Diese Wasserbestimmung wird auch mit sehr wasserhaltigen Pflanzenteilen durchgeführt z. B. Apfel, Mohrrübe, Kartoffel, Gurke oder dgl. Bei der Zerkleinerung müssen Verluste sorgfältigst vermieden werden.

2. Die erhaltene Trockenmasse wird in einem Schmelztiigel genau gewogen und vorsichtig über dem Bunsenbrenner verascht. Der Rückstand soll nicht geglüht werden. Wieviel % Aschengehalt?

3. Zucker, Mehl, Sägespäne oder dgl. werden in einem Probierglas, dem ein kleines Ableitungsrohr mit einem Stopfen aufgesetzt ist, stark erhitzt. Die Substanz verkohlt; es entstehen brennbare Gase. Außerdem scheidet sich Flüssigkeit ab (Teer und Gaswasser). — Die organischen Stoffe enthalten Kohlenstoff.

4. Einen Tag in Wasser gequollene Maiskörner oder Bohnensamen werden in feuchten Sägespänen zur Keimung gebracht. Ist die Wurzel etwa 2 cm lang, werden die Keime auf groben Tüll gelegt, der über Glaszylinder (Hyazinthenläser) gespannt ist. Die Zylinder sind mit Wasser gefüllt, in das die Wurzel hineinragt. Man wählt dann verschieden stark entwickelte Pflanzen aus, die auf verschiedene Zylinder kommen. In das Wasser des Zylinders mit den schwächer entwickelten Pflanzen kommt etwas Erde. Nach kurzer Zeit ist festzustellen, daß die schwächeren Pflanzen schneller wachsen; bald überholen sie die anderen. — Die Erde enthält in Wasser lösliche Nährstoffe, die durch die Wurzeln aufgenommen werden.

5. Ein Glaszylinder, der unten mit angefeuchteter und entfetteter Schweinsblase gut verschlossen ist, wird bis oben hin mit einer starken Salzlösung gefüllt (Abb. 174). Der Zylinder wird durch einen Gummistopfen verschlossen, in dessen Durchbohrung

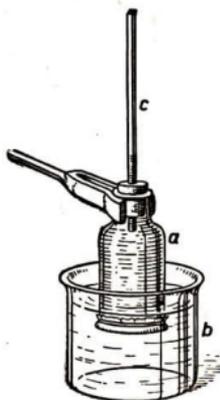


Abb. 174. Osmotischer Versuch. *b* ist mit Wasser gefüllt; die gesättigte Lösung in *a* steigt in dem Glasröhrchen *c* aufwärts

ein Steigrohr steckt. Dann wird er in ein Gefäß mit reinem Wasser gehängt. Nach einiger Zeit ist zu beachten, a) daß die Lösung in dem Steigrohr kräftig steigt, b) daß das Wasser in dem Gefäß schwach nach Kochsalz schmeckt.

6. Wir füllen ein kleines Glasgefäß vollständig mit einer starken Salz- oder Zuckerlösung, verschließen es gut mit Pergamentpapier oder mit einer Schweinsblase und stellen es dann in ein größeres Gefäß, in dem es mit reinem Wasser ganz überdeckt ist. — Nach einiger Zeit beobachten wir, daß sich die Haut stark nach außen wölbt. Stechen wir mit einer Nadel hinein, so spritzt ein Teil der Lösung heraus.

7. Wir lassen Getreidekörner zwischen feuchtem Filterpapier keimen, blaues Lackmuspapier verfärbt sich. (Denselben Farbumschlag sehen wir, wenn wir die behaarten Wurzelnenden auf blauem Lackmuspapier zerdrücken). — Die ausgeschiedene Säure ist Kohlensäure (Kohlendioxyd), die zur Verwitterung des Bodens und zur Erschließung der Nährstoffe beiträgt.

8. Wir stellen eine krautige Pflanze mit Wurzeln in einen mit Wasser gefüllten Zylinder. Damit das Wasser nicht verdunstet, gießen wir etwas Öl darauf. Die Höhe des Wasserspiegels bezeichnen wir mit einer Klebmarke. — Wir stellen bald eine Abnahme des Wassers fest. Nehmen wir einen Meßzylinder, können wir die aufgenommene Wassermenge unmittelbar ablesen.

9. Es werden folgende Nährlösungen hergestellt: auf 1 l dest. Wasser

I. 1 g salpetersaures Kalzium	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
$\frac{1}{4}$ g Chlorkalzium	KCl
$\frac{1}{4}$ g Bittersalz	MgSO_4
$\frac{1}{4}$ g saures phosphorsaures Kalium	KH_2PO_4
Spur Eisenvitriol	FeSO_4

II. 1 g Chlorkalzium
$\frac{1}{4}$ g Chlorkalzium
$\frac{1}{4}$ g Bittersalz
$\frac{1}{4}$ g saures phosphorsaures Kalium
Spur Eisenvitriol
Ohne Stickstoff!

III. wie I, ohne Eisen!

4 Kulturgefäße von je 1 l Inhalt werden mit den Nährlösungen I—III und mit dest. Wasser gefüllt. (Es muß reichlich Nährlösung jeder Art hergestellt werden, damit die Gefäße so hoch damit gefüllt werden können, daß die Wurzeln der Keimpflanzen die Flüssigkeit erreichen!) Die Gefäße werden entweder mit Tüll zugebunden oder mit mehrfach durchbohrten Holzdeckeln zugedeckt. (Die gebohrten Löcher sind so groß, daß in ihnen mit Watte die Bohnerkeimlinge befestigt werden können. Damit die Deckel festliegen, werden auf ihrer Unterseite einige schwache Nägel in der richtigen Entfernung vom Rande eingeschlagen.) Damit sich in der Nährlösung keine Algen entwickeln, werden sie mit dunklem Papier oder einer Papphülle umgeben. — Bohnen- oder Maiskeimlinge (oder Stecklinge von Tradescantien) werden in den Deckeln oder in dem Tüll so angebracht, daß die Wurzeln die Nährlösung aufnehmen können. — Das von der Pflanze aufgenommene Wasser muß regelmäßig ersetzt werden. Es empfiehlt sich, etwa jede Woche die Nährlösung zu durchlüften (mit dem Blasebalg, nicht mit ausgeatmeter Luft!). — Die Ergebnisse der Kulturversuche sind bald festzustellen (Abb. 175).

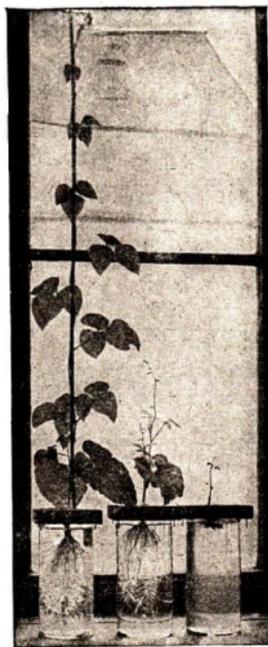


Abb. 175. Kultur von Bohnenpflanzen in Nährlösung und in Wasser. a vollständige Nährlösung, b ohne Eisen, c dest. Wasser

10. Glatt abgeschnittene blühende krautige Pflanzen (oder Zweige) werden in gefärbtes Wasser gestellt (rote Tinte). Der Farbstoff färbt nach einiger Zeit die „Adern“. — Auf Querschnitten sind die „Gefäßbündel“ deutlich zu sehen.

2. Die Aneignung (Assimilation) des Kohlenstoffes durch die Pflanze

11. Frische Blätter (Brennesselblätter sind besonders geeignet) oder Gras werden zerschnitten und in einem Leinenbeutel einige Minuten in Wasser gekocht. Nachdem die Masse ausgepresst ist, wird sie in einer Schale mit hochprozentigem Alkohol übergossen. (Die Schale mit dem Alkohol wird zweckmäßig in einer größeren Schale mit heißem Wasser erwärmt. Vorsicht mit der offenen Flamme!) – Die Blätter werden entfärbt. (Die zerschnittenen Blätter können auch in einer Flasche mit Alkohol oder Brennspiritus übergossen werden. Die Flasche muß verschlossen im Dunkeln stehen.) – Wir erhalten eine Rohchlorophyll-Lösung, die immer im Dunkeln gehalten werden muß.

12. Die konzentrierte oder verdünnte Chlorophyll-Lösung erscheint im auffallenden Licht dunkelrot (besonders schön zu sehen, wenn das Sonnenlicht mit einem Brennglas in die Lösung geworfen wird) und im durchfallenden Licht dunkelgrün.

13. Etwas Rohchlorophyll-Lösung wird mit etwa der gleichen Menge Benzin und einigen Tropfen Wasser geschüttelt. Die Flüssigkeit sondert sich in zwei Schichten:

Im Benzin die beiden Chlorophyll-Farbstoffe a und b

Im Alkohol die beiden gelben Farbstoffe Xanthophyll und Karotin.

14. Wird ein Streifen Filtrierpapier in ein Schälchen mit Rohchlorophyll-Lösung gehalten, ohne daß dieser das Schälchen berührt, so wird die Lösung hochgesaugt. – Dabei ist eine Trennung in einen unteren grünen und oberen gelben Teil festzustellen.

15. Rohchlorophyll-Lösung wird ins helle Licht gestellt. – Nach kurzer Zeit ist sie zersetzt (schmutzig-gelb).

16. Aus einem Papprohr mit Kappe und Pappring fertigt man ein etwa 20 cm langes und ungefähr 3–6 cm weites Diaphanoskop an (sehr geeignet sind die Papphüllen, die als Hülsen von Flaschen oder als Schutzhüllen zum Verschicken gerollter Zeichnungen usw. verwendet werden).

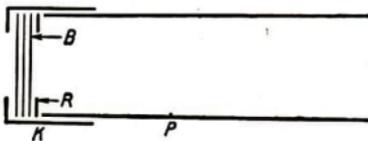


Abb. 176. Einfaches selbst hergestelltes Diaphanoskop.
P = Papprohre, R = Pappring, B = Blattstücke in mehrfacher Schicht, K = Kappe

Zwischen Kappe und Pappring werden einige zurechtgeschnittene Blätter gelegt (Abb. 176). Man richtet das Diaphanoskop gegen eine starke Lichtquelle (Sonne) und beobachtet, welche Lichtstrahlen hindurchgelassen werden. Bei mehreren Blattschichten ist nur ein gelblicher Schimmer wahrzunehmen.

17. Glatt abgeschnittene Sprosse der Wasserpest werden nach Abb. 177 in Leitungswasser von etwa 30° C gebracht, dem etwas nicht mehr perlendes Selterswasser zugesetzt wurde. Im direkten Sonnenlicht setzt meist eine rege Gasabscheidung ein. Das Gas ist Sauerstoff und wird als solcher nachgewiesen. – Wir zählen die Blasen in einer Minute, die in direktem Sonnenlicht und im Schatten abgeschieden werden.

18. Ein Stück Kartoffel und Brot wird mit Jodjodkalium-Lösung (oder Lugolscher Lösung) befeuchtet. Blaufärbung. Jod ist ein Reagenz auf Stärke.

19. Ein Sproß der Wasserpest (*Helodea*) wird mehrere Stunden in Leitungswasser, dem etwas Selterswasser zugesetzt wurde, dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt und dann kurze Zeit in Jodjodkalium-Lösung gelegt. In reinem Wasser wird die Jodjodkalium-Lösung wieder ausgewaschen. Bei der mikroskopischen Untersuchung sieht man in den Chlorophyll-Körperchen ein oder mehrere dunkle Stärkekörner.

20. Einer der vorbereiteten Blumentöpfe mit Kapuzinerkresse wird zwei Tage im Dunkeln gehalten, damit alle Stärke aus den Blättern verschwindet. Dann werden auf mehreren Blättern je 2 Korkscheiben gegenüber so angebracht wie es Abb. 178 a zeigt. Es werden also Teile der Blätter vollkommen verdunkelt. Die so vorbereitete Pflanze wird den Tag über in die Sonne gestellt. Am Ende des Versuches werden die Blätter mit den Korkscheiben abgeschnitten und diese entfernt. Darauf werden die Blätter einige Minuten in Wasser gekocht und anschließend in Alkohol entfärbt. (Möglicherweise muß der Alkohol gewechselt werden.) Werden die farblosen Blätter nun mit Jodjodkalium-Lösung übergossen, so tritt eine Dunkelfärbung ein, die Stärke anzeigt; aber

nur an den Stellen, die dem Licht ausgesetzt waren (Abb. 178 b). — Auswaschen der Jodjodkalium-Lösung und Einlegen der Blätter in eine Chloralhydratlösung von 3 Tl. Chloralhydrat und 1 Tl. Wasser macht das Ergebnis besonders deutlich.

21. Ständig im Dunkeln

aufgezogene Pflanzen sind bleichsüchtig und kümmern. Ins Licht gebracht ergrünen sie. — Chlorophyll kann sich nur im Licht bilden.

22. Blätter von ständig im Dunkeln gehaltenen Pflanzen werden auf Stärke geprüft.

23. In ein Reagenzglas, das mit Wasser gefüllt ist (Selterswasserzusatz) kommt ein gut assimilierender *Elodea*-Sproß. Das Reagenzglas wird in ein höheres Becherglas gestellt, das mit rotgefärbtem Wasser gefüllt ist (Zusatz von roter Tinte). Der *Elodea*-Sproß wird also nur von rotem Licht getroffen. Wir zählen die in einer Minute abgeschiedenen Sauerstoffbläschen.

24. An Stelle des roten Wassers wird jetzt blaues genommen und die abgeschiedenen Sauerstoffbläschen werden wieder gezählt. Die Assimilation ist im roten Licht stärker als im blauen.



Abb. 177.
Assimilationsversuch mit
Sprossen der Wasserpest

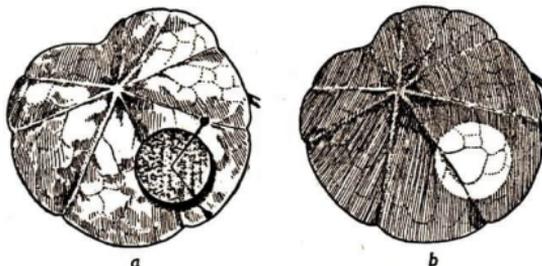


Abb. 178. Die Stärkebildung ist vom Licht abhängig

25. Auf welchem Wege die in den Blättern erzeugten Stoffe (Zucker und Eiweiß) in den Pflanzen zur Versorgung der Stengel, Knospen, Wurzeln, zur Speicherung in den Früchten, im Holz, in Wurzeln und Knollen abwärts wandern, zeigen sog. Ringelungsversuche, die zuerst von Malpighi, 1675, ausgeführt wurden. Man benutzt zu diesem Experiment z. B. eine Roßkastanie, Weide oder Pappel, deren untere Zweige gut zu erreichen sind, oder auch Sträucher, z. B. die Johannisbeere. Außer den beiden Johannisbeeren mit eßbaren Früchten eignet sich sehr gut die rotblühende Johannisbeere, die man häufig als Zierstrauch angepflanzt findet. Wenn im Frühjahr die Knospen eben aufgebrochen sind, „ringelt“ man einige Zweige, d. h. man entfernt vorsichtig, ohne das Holz zu verletzen (!), ein schmales ($\frac{1}{2}$ –1 cm breites) ringförmiges Stück Rinde und Bast, so daß das Holz frei zutage liegt, Rinde und Bast aber unterbrochen sind. Es ist wünschenswert, dem Zweige, der besonders durch die Entfernung des Bastes sehr an Biegefestigkeit eingebüßt hat und somit leicht abbrechen kann, besonders wenn er ziemlich lang ist, eine Stütze in Gestalt eines angebundnen Stäbchens zu geben. Unterhalb der Ringelungsstellen entfernt man alle Knospen oder kleinen Seitenzweige. Während der Zweig im Laufe des Sommers unterhalb der Ringelstelle kaum dicker wird, wächst er oberhalb derselben manchmal ganz gewaltig in die Dicke. — Es ist daraus der Schluß zu ziehen, daß die abwärts wandernde von den Blättern erzeugte organische Nahrung sich oberhalb der Ringelungsstelle aufgestaut hat und daß das, was für den unteren Zweigteil oder gar für andere Zweige oder die Wurzeln bestimmt war, alles dem oberen Teil des Zweiges zugute gekommen ist. Da das Holz mit seinen Gefäßen nicht zerstört war, erhielt der obere Teil des Zweiges natürlich ausreichende Mengen von Wasser mit Salzen. Es fragt sich nun, ob die Abwärtsleitung der aufgestauten Nahrung im Baste oder in der Rinde erfolgt. Man ringelt gleichzeitig einige Zweige so, daß nur die Rinde entfernt wird, der Bast aber erhalten bleibt. Die Lücke in der Rinde wird dann langsam wieder ausgefüllt. Eine



Abb. 170. Einfluß des Fruchtgürtels auf das Wachstum

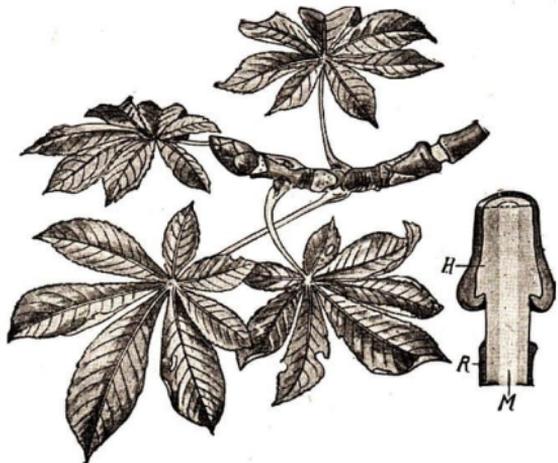


Abb. 180. Geringelter Zweig der Roßkastanie. R Rinde, H Holz, M Mark, Rinde und Bast sind auf eine kurze Strecke entfernt. Wegnahme der Rinde allein übt keine solche Wirkung aus

Veränderung in der Entwicklung des Zweiges aber bemerkt man nicht. Damit ist der Bast als der abwärts leitende Teil des holzigen Stengels erkannt.

Frucht- oder Zauberring. Man macht nicht selten die Beobachtung, besonders bei Obstbäumen und dem Weinstock, daß geringelte Zweige viel mehr Blüten und Früchte bringen. Diese Erfahrung führte zur praktischen Anwendung des „Frucht“- oder „Zauberringes“ zur Hebung der Fruchtbarkeit der Obstbäume. (Drahtschlingen werden auf dünnen Blechstreifen um die Äste gelegt.) Werden alle Zweige eines Strauches oder die Stämme von Bäumen geringelt oder mit Fruchtringen bei gleichzeitiger Entfernung aller Knospen unterhalb der Ringe versehen, so gehen die Bäume aus mangelnder Ernährung der Wurzeln ein. Während andererseits eine mäßige Absperrung der Nährstoffzufuhr zur Wurzel die übermäßige Bildung von Holztrieben zugunsten der Fruchtriebentwicklung herabsetzt (Abb. 179 und 180).

3. Die Atmung der Pflanze

26. Einer der Blumentöpfe mit Kapuzinerkresse wird in ein gut schließendes großes Einmacheglas gestellt und für mehrere Stunden im Dunkeln gehalten. — Die Luft ist mit einer brennenden Kerze, die an einem Draht befestigt ist, zu prüfen.

27. Ein weiterer Blumentopf wird ebenfalls in ein Einmacheglas gestellt, in dem sich aber noch ein Schälchen mit Kalkwasser befindet. Wie verändert sich das Kalkwasser? (Schütteln.)

28. Von drei Glaszylindern wird Nr. I bis zu einem Drittel mit frischen Blüten (z. B. Löwenzahn) und Nr. II mit keimenden Erbsen gefüllt. Auf die Erbsen wird ein Uhrschildchen mit Kalkwasser gestellt. Nr. III bleibt zum Vergleich leer. Alle Zylinder werden sorgfältig verschlossen. Am nächsten Tage wird die Luft in Zylinder I und III mit einer brennenden Kerze geprüft. (Vgl. Vers. 26.) Das Schälchen mit Kalkwasser in Zylinder II ist zu schütteln.

29. Frisch gepflückte Blätter und Blüten werden in eine Thermosflasche gebracht, die mit einem Stopfen verschlossen wird; durch den Stopfen geht ein Thermometer, das bis in die Blüten hinein reicht. — Temperaturerhöhung?

30. Es wird ein empfindliches Thermometer in den Blütenteller einer Sonnenblume gesteckt und die Temperatur festgestellt. Außentemperatur?

V. Schädlinge und ihre Bekämpfung

1. Allgemeines

Die folgenden Zahlen, die wir gleich zu Beginn unserer Betrachtung über die Schädlinge anführen wollen, werden uns recht nachdenklich stimmen.

Es werden durch tierische und pflanzliche Schädlinge durchschnittlich vernichtet von der

Obsternte	32%	Zuckerrübenerte	10%
Getreideerte	15–20%	Gemüseerte	20%
Kartoffelernte	25–30%	Weinernte	30%

Diese Tatsache hat man treffend so ausgedrückt: Wir ernten nur das, was uns die Schädlinge übrig lassen! — Der durch Schädlinge in Deutschland entstehende Schaden wird auf nicht weniger als $1\frac{1}{2}$ bis 2 Milliarden Mark jährlich geschätzt! — Die also wirklich große Bedeutung der Schädlingsbekämpfung wird aber leider noch nicht von allen eingesehen.

Weil die Schädlinge und ihre Bekämpfung so große Bedeutung haben, ist schon Wichtiges in dem 6. und 7. Schuljahr darüber gesagt worden. — Wenn wir uns jetzt zusammenfassend und ergänzend nochmals mit diesem großen Gebiet der „angewandten Biologie“ beschäftigen, so wollen wir uns darüber klar sein, daß es sich bei unseren Betrachtungen nicht um einen „Leitfaden für Schädlingsbekämpfung“ oder um eine Sammlung wirksamer Vorschriften oder Rezepte handeln kann. Wir werden sehen, daß die Schädlingsbekämpfung ein überaus weitverzweigtes und vielseitiges biologisches und chemisches Arbeitsgebiet ist, zu dessen Beherrschung ein eingehendes Studium und lange Erfahrung gehören. Uns soll es vielmehr nur darauf ankommen, einige wichtige Grundsätze zu erläutern, nach denen die Schädlingsbekämpfung durchgeführt wird, damit wir Einblick und wirkliches Verständnis für die biologischen Zusammenhänge gewinnen. Bei unseren Betrachtungen wird es sich vor allen Dingen um Schädlinge handeln, die Kulturpflanzen und Vorräte bedrohen; die Maßnahmen, die gegen die den Haustieren gefährlichen Schädlinge ergriffen werden müssen, gehören im Wesentlichen in das Arbeitsgebiet des Tierarztes. Wir werden also mehr von Dingen aus dem Bereich des „Pflanzen-Arztes“ sprechen. Das ist ein Ausdruck, der treffend und durchaus berechtigt ist.

Wir kennen aus unserem eigenen Leben die Redewendung: Vorbeugen ist besser als Heilen. Das ist ein Grundsatz, der auch für die Schädlingsbekämpfung gilt. Es ist einleuchtend, daß eine richtig ernährte Pflanze dem Befall eines Schädlings mehr Widerstand entgegensetzen oder ihn überstehen wird, als eine Pflanze, die sich nicht in ordentlichem Zustande befindet. Es ist also wichtig, für alle der Pflanze zuträglichen Bedingungen Sorge zu tragen, wie richtige Düngung und Feuchtigkeit, genügend Licht und Wärme usw.

Wir kennen aus eigener Erfahrung die Schutzimpfung, (Typhus, Scharlach, Diphtherie) und wissen, wie sie sich bewährt hat. Wenn nun zwar die Pflanzen nicht geimpft werden, so werden aber doch überaus zahlreiche „Schutz“-Maßnahmen ergriffen, um die „Erkrankung“, d. h. den Schädlingsbefall, zu verhindern oder doch wenigstens in erträglichen Grenzen zu halten. Dafür werden wir noch Beispiele kennenlernen.

Außergewöhnliche Bedeutung hat in diesem Zusammenhang die Züchtungsforschung erlangt. Durch Schaffung „schädlingsfester“ Sorten ist es gelungen, den Ertragsausfall durch Schädlinge einzudämmen. (Krautfäule- und krebsschädliche Kartoffelsorten usw.)

Wie ist denn nun eine so ungeheure Vermehrung mancher Schädlinge (Kahlfraß!) möglich? Wir wollen uns folgendes überlegen:

In einer „natürlichen Lebensgemeinschaft“, in die der Mensch nicht gewaltsam eingreift, herrscht ein gewisses biologisches Gleichgewicht, für dessen Erhaltung der „Kampf ums Dasein“ sorgt. In einem Wald z. B., der sich in seiner natürlichen Zu-

sammensetzung vollkommen selbst überlassen bleibt, wird selten ein Tier oder eine Pflanze ein so großes Übergewicht erlangen, daß das „Gleichgewicht gestört“ wird. (Die Zahl der Eichhörnchen z. B. wird u. a. von der vorhandenen Nahrung und den natürlichen Feinden bestimmt, die ihrerseits den ganz entsprechenden Bedingungen unterliegen usw.) Das biologische Gleichgewicht wird gestört, wenn die natürliche Zusammensetzung sich ändert oder geändert wird. Es werden sich bestimmte Insekten nur dann in ungeahnter Menge entwickeln können, wenn der Baumbestand ganz einseitig verändert wird. Die Forstschädlinge können nur in solchen Massen auftreten, wenn die natürliche Zusammensetzung der Wälder nicht mehr gewahrt ist, wenn die ursprünglichen natürlichen Bedingungen einen Ausgleich nicht mehr gewährleisten. Wir werden also die Entwicklung von Schädlingen vor allen Dingen dort finden, wo der Mensch durch seine Kulturmaßnahmen das biologische Gleichgewicht empfindlich gestört hat: in Forsten, auf Feldern und Plantagen.

In der Schädlingsbekämpfung spricht man von chemischen und biologischen Methoden, die wir nun an einigen charakteristischen Beispielen erläutern wollen.

2. Chemische Schädlingsbekämpfung

Das „**Beizen**“ des Saatgutes richtet sich gegen die Keime der Pflanzenkrankheiten, die dem Samenkorn anhaften.

Vor allem handelt es sich hierbei um **Brand-Pilze**, deren Sporen dem Saatgut anhaften. Es wird trocken und naß gebeizt, d. h. das Saatgut wird entweder trocken oder naß mit bestimmten chemischen Stoffen behandelt. (Meist geschieht das in großen trommelartigen drehbaren Gefäßen.) Hauptsächlich kommen Quecksilberverbindungen dafür in Frage. — Diese Beizverfahren sind aber unwirksam, wenn die Erreger nicht oberflächlich an den Samen sitzen wie z. B. bei manchen Arten der Brandpilze. Wir wissen, daß die Pilze aus einem Geflecht feinsten Fäden, einem Mycel, bestehen. Beim Flugbrand des Weizens durchzieht das Fadengeflecht bereits den Fruchtknoten und überdauert die Ruhezeit im Innern des Samens. In diesem Falle sind Beizmittel, die nur oberflächlich wirken, ohne Erfolg. Hier hat sich das Beizen mit heißem Wasser bewährt. Die Kosten für das Beizen von 100 kg Weizen- oder Roggensaats betragen nicht mehr als 1,50 RM, so daß sie bei dem bedeutenden wirtschaftlichen Nutzen nicht ins Gewicht fallen. Im Jahre 1932 wurden 70 % des Weizen-Saatgutes gebeizt; Brandkrankheiten traten nicht mehr auf. — Auch Gemüse-Sämereien werden gebeizt. — Wichtig ist, daß die Beizung des Saatgutes nicht so „vergiftet“, daß es dann nicht mehr anderweitig verwendet werden kann; denn es ist durchaus möglich, daß mehr Saatgut gebeizt wird, als dann wirklich zur Verwendung kommt. Dieses Saatgut muß mindestens noch zur Verfütterung verwendet werden können. (Bemerkenswert ist, daß die Beizung meist eine anregende Wirkung auf die Keimung ausübt.) Das Beizen ist, wenn auch nicht in der heutigen Form, seit dem Altertum bekannt. Das Saatgut wurde mit Wasser, Wein und Urin gewaschen und auch mit Kalkmilch behandelt.

Überaus wichtig sind die **Spritz-** und **Stäubemittel**, die verschiedene Wirkung haben. Neben Fraß-, Berührungs- und Atmungsgiften werden Mittel verwendet, die die Atemöffnungen der Schädlinge verkleben und so deren Tod verursachen.

Die Anzahl der bekämpften pflanzlichen und tierischen Schädlinge ist überaus groß (Pilze, zahllose Insekten und ihre Larven usw.). Es gehört eine genaue Kenntnis der Biologie, d. h. der Lebensweise der Schädlinge und der befallenen

Pflanze dazu, um beurteilen zu können, welche Bekämpfungsmethode angewendet werden muß, um eine möglichst große Wirkung zu erreichen.

Im Obstbau werden meist vier Spritzungen durchgeführt. (Näheres s. Abb. 181.) Als Spritzmittel dienen hauptsächlich Karbolium, Schwefelkalkbrühe, arsen- und kupferhaltige Mittel. Außergewöhnlich wirksam als Fraßgifte sind die arsenhaltigen Mittel. Ihrer Anwendung werden aber durch ihre große Giftigkeit den Menschen und



Spritzung vor der Blüte

Beim Aufbrechen der Knospen. — Vielfach noch eine 2. Spritzung kurz vor dem Aufbrechen der Blüte



Erste Spritzung nach der Blüte

Nach dem Abfallen der meisten Blütenblätter



Zweite Spritzung nach der Blüte

2-5 Wochen nach der ersten Spritzung nach der Blüte



Spätsommerspritzung

Ende Juli bis Ende August

Kupferkalkbrühe
1—2 %

Zur Bekämpfung beißen-der Insekten werden den Brühen arsenhaltige Mittel zugesetzt

Schwefelkalkbrühe
2 %
oder
Kupferkalkbrühe
0,5—1 %

Falls zur Bekämpfung beißen-der Insekten arsenhaltige Mittel zugesetzt werden, bei Kirschen kein Bleiarsenat verwenden

Schwefelkalkbrühe
2 %

Arsenzusätze nur bei Kernobst

Nur bei Kernobst
Schwefelkalkbrühe
2 %
oder
Kupferkalkbrühe
0,5—1 %

Abb. 181. Spritzkalender für Kernobst und Kirschen. Zur Vernichtung von Schädlingen und Bekämpfung von Krankheiten

Haustieren gegenüber gewisse Grenzen gezogen. Genaue Vorschriften regeln ihre zeitliche Anwendung; z. B. dürfen im Weinbau nach dem 30. Juni und im Obstbau 4 Wochen nach der Blüte keine arsenhaltigen Spritzmittel mehr verwendet werden. Die arsenhaltigen Mittel sollen uns die Gelegenheit geben, noch etwas näher auf die Schädlingsbekämpfung im Weinbau einzugehen. Eine regelmäßige und systematische Spritzung gehört im Weinberg zu den selbstverständlichen Arbeiten, wenn der Ertrag nicht in Frage gestellt werden soll. Zu den Hauptschädlingen gehören die Heu- und Sauerwürmer; das sind die Raupen der zu den Kleinschmetterlingen gehörenden Traubenwickler. Die Raupen zerfressen sowohl die Blüten (Gescheine), die zusammengesponnen werden, als auch die sich entwickelnden Beeren. Die Spritzung muß zum richtigen Zeitpunkt erfolgen, weil das Gespinst die Räumchen schützt. Es ist in fast allen Weinbaugebieten ein Beobachtungsdienst eingerichtet

worden, der den Zeitpunkt angibt, zu dem die Bekämpfung durchgeführt werden muß, um Erfolg zu haben.

Um uns klar zu werden, welche Arbeit die biologische und chemische Forschung bei der Schaffung wirksamer Spritzmittel zu leisten hat, wollen wir uns überlegen, welchen Anforderungen diese zu genügen haben.

Ein Spritzmittel soll hohe Wirksamkeit haben; wenn irgend möglich, nicht nur gegen einen Schädling. Es soll in seiner Anwendung bequem sein. Die Nutzpflanzen, die nützlichen Insekten, der Mensch und die Haustiere dürfen von ihm nicht geschädigt werden. — Es muß auf der Pflanze in kleinsten Tröpfchen haften und soll nicht vom geringsten Regen abgewaschen werden. (Bei vielen Pflanzen ist die Oberfläche der Blätter so beschaffen, daß darauf fallende Flüssigkeiten in großen Tropfen abfallen!) Und schließlich soll das Spritzmittel billig sein!

Die **Stäubemittel** werden, wie wir früher schon gehört haben, in größtem Ausmaße bei der Bekämpfung von Forstschädlingen angewendet (Abb. 182). Arsenhaltige Mittel haben sich auch hier vor allem gegen



Abb. 182. Das Verstäuberflugzeug in Tätigkeit

Nonne, Kieferneule, Kiefernspanner, Kiefernblattwespe und Eichenwickler bewährt. Wegen ihrer großen Giftigkeit können sie aber den Bienen überaus gefährlich werden. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, um zu zeigen, welche schwierigen Fragen bei einer großangelegten Schädlingsbekämpfung bedacht werden müssen.

Ein modernes Mittel, das in hohem Maße wesentlichen Anforderungen an ein hochwirksames Schädlingsbekämpfungsmittel gerecht wird, ist das „D-D-T“. Es hat sich sowohl gegen Schädlinge in der Land- und Forstwirtschaft als auch gegen Überträger gefährlicher Krankheiten (z. B. Mücken — Malaria; Läuse — Flecktyphus) hervorragend bewährt.

Außerst unangenehme Gäste in Mühlen und in Speichern sind die Mehlmotten und Kornkäfer. Die wirksamsten Maßnahmen bestehen in großen **Durchgasungen**, bei denen die Blausäure eine hervorragende Rolle spielt. Solche Durchgasungen werden auch durchgeführt, wenn es sich um außergewöhnlich stark mit Ungeziefer befallene Wohnungen handelt. Es ist einleuchtend, daß diese Durchgasungen großer Gebäude nur von dafür ausgebildeten Fachleuten durchgeführt werden können. — Schließlich müssen wir als Schädlingsbekämpfung auch das Imprägnieren von Bauholz und Stoffen für Bekleidung und Wohnungen (Eulanisieren) bezeichnen, wodurch Fäulnis, Pilzbefall (Hausschwamm), Motten- und Käferfraß verhindert werden.

3. Biologische Schädlingsbekämpfung

Mancherlei Beispiele lassen sich für eine biologische Schädlingsbekämpfung anführen: Wenn sich in einem Jahr besonders viel schädliche Raupen in der Bodendecke des Forstes verpuppen, dann werden die Schweine der benachbarten Dörfer nach einem bestimmten Plan in die besonders gefährdeten Waldstücke getrieben, um dort den Boden zu durchwühlen und die Schädlinge zu fressen. — Wenn der Bauer sein ganzes Hühnervolk in einem leichten Hühnerwagen auf die Felder fährt, damit es seine Acker „abweidet“ und so die Rübensaaskäfer, Engerlinge und andere Schädlinge vernichtet, dann treibt er biologische Schädlingsbekämpfung genau so wie der Gärtner, der ein paar Kröten in seinem Gewächshaus hält, damit sie die Schnecken fressen, oder wie der Förster, der die Bauten der räuberischen roten Waldameisen schützt, die ihm die besten Verbündeten im Kampf gegen die Forleulen sind. — Was ist diesen Beispielen gemeinsam? Die Schädlinge werden durch ihre natürlichen Feinde bekämpft. Wenn es also gelingt, diese stark zu vermehren, dann werden sie zu wichtigen Helfern im Kampf gegen die Schädlinge werden. — Dieser eben skizzierte Gedankengang ist einer der wesentlichen Gesichtspunkte für die biologische Schädlingsbekämpfung, die z. T. ganz erstaunliche Erfolge gehabt hat.

Gefürchtete Feinde der Apfelsinen- und Zitronenpflanzungen sind die Schildläuse. Schon im Jahre 1895 wurde in Kalifornien gegen die Orangen-Schildläuse ein australischer Marienkäfer eingeführt, dessen Larven sich räuberisch von den Orangen-Schildläusen ernähren. In eigenen Zuchtanstalten werden die Marienkäferlarven vermehrt und an die Plantagenbesitzer abgegeben. — Im Staate Massachusetts waren unsere Schwammspinner und der Goldafter zu einem schweren Schaden für die gewaltigen Obstplantagen geworden. Seit etwa 1905 sammelte man in Europa ihre Schmarotzer, vor allem Schlupfwespen, setzte sie aus und stellte so nachträglich das Gleichgewicht zwischen Wirt und Parasit wieder her. — Im Südosten Europas gibt es eine wanzenfressende Spinne. Es ist gelungen, die Spinne in verwanzten Baracken und Ställen anzusiedeln und der Wanzenplage wirksam zu begegnen. — Der Erreger der Malaria wird durch die Fiebertücke auf den Menschen übertragen. Wenn es gelingt, die Mücken wirksam zu bekämpfen, dann muß auch die Malaria zurückgehen. — Man hat mit verschiedenen Methoden den Kampf gegen die Fiebertücken und ihre Larven, die im Wasser leben, aufgenommen. (Z. B. Trockenlegung der Sümpfe und der kleinen Gewässer, Übergießen mit ölartigen Flüssigkeiten, daß die Atemöffnungen der Mückenlarven verklebt werden usw.) Als sehr wirkungsvoll hat sich das Einsetzen kleiner Zahnkarpfen-Arten in diese Gewässer bewährt. Diesen kleinen Fischen dienen die Fiebertückenlarven zur Nahrung und werden so vernichtet. Ein ganz anderer Gesichtspunkt findet in einer biologischen Bekämpfungsmethode Anwendung, die Erfolge verspricht, wenn die bis jetzt noch vorhandenen Hindernisse überwunden sein werden. Es handelt sich wieder um die Heu- und Sauerwürmer. — Zum Verständnis müssen wir auf eine auffallende Tatsache aus der Verhaltensweise der Schmetterlinge hinweisen. Die Empfindlichkeit mancher Schmetterlinge für bestimmte Duftstoffe ist in einem Maße ausgebildet, die für uns Menschen unvorstellbar ist. Die Männchen mancher Schmetterlinge werden auf

Kilometer durch Duftstoffe angelockt, die von den Weibchen in ganz geringer Menge abgeschieden werden. (Diese Duftstoffe werden von den Männchen mit den Fühlern wahrgenommen, die sich in Form und Größe bei den Geschlechtern unterscheiden. So hat z. B. der männliche Maikäfer sieben „Blätter“ am Fühler, während der weibliche nur sechs hat.) Nun ist durch sorgfältige Beobachtungen festgestellt worden, daß die männlichen Traubenwickler kurze Zeit vor den Weibchen aus den Puppen schlüpfen und fliegen. Wenn es nun gelänge, die Männchen durch hochwirksame Duftstoffe anzulocken und in Fallen wegzufangen (das sind mit Leim bestrichene Bretter), dann müßten die etwas später fliegenden Weibchen unfruchtbare Eier legen, aus denen sich keine Räumchen, also die eigentlichen Schädlinge, entwickeln könnten. Die bis jetzt in dieser Richtung durchgeführten Versuche sind sehr erfolgreich gewesen. Die Aufgabe der chemischen Forschung ist es, diese Duftstoffe synthetisch und preiswert herzustellen, damit sie in der kurzen Zeit, in der die Männchen vor den Weibchen fliegen, angewendet werden können. Hier liegen für die Forschung große Aufgabengebiete. — (Aus diesen Beispielen sehen wir auch, daß es erst möglich ist, eine biologische Schädlingsbekämpfung zu treiben, wenn die biologischen Verhältnisse, d. h. Lebensweise, Fortpflanzung usw. von Schädling und Nützling, genau untersucht sind.)

Wir wollen auch noch an den **Vogelschutz** denken. Es sind allerdings auch Stimmen laut geworden, die den Nutzen der Vögel gegen die schädlichen Insekten für nicht so groß halten, wie er immer angegeben wurde. Sicher ist, daß der Vogelschutz im Kampf gegen die Schädlinge als Unterstützung der eigentlichen Bekämpfungsmethoden seine Berechtigung und Bedeutung hat.

Nachdem wir einige Grundsätze kennengelernt haben, die für die Durchführung einer wirksamen Schädlingsbekämpfung wichtig sind, wollen wir aus dem riesigen Heer der Schädlinge einige anführen; die in den vorangehenden Teilen des Lehrbuches noch nicht erwähnt wurden.

4. Einige wichtige Schädlinge des Nutzgartens und des Feldes

Junge Triebe und Blätter erscheinen manchmal wie mit weißem Mehl überzogen, das sich jedoch nicht leicht abwischen läßt, sondern aus spinnwebartig verfilzten Fäden besteht. Es sind **Mehltaupilze** (Erysibe u. a.). Sie befallen unsere Obstgewächse, Hülsenfrüchtler, Rosen und viele andere Pflanzen des Gartens, aber auch das Getreide auf dem Felde. — Auf den Blättern der Kernobstgewächse und ihren heranwachsenden Früchten bilden sich oft schwarze Flecken. Werden die Früchte größer und fleischig, dann verhärten sich diese Stellen so, daß sie aufspringen und tiefe Risse entstehen, von denen aus die Frucht schließlich fault. Dieser Schaden wird durch **Schorfpilze** (Fusicladium, Abb. 183) hervorgerufen. — Wenn saftige Früchte bereits am Baume faulen oder zu schwarzen „Mumien“ einschrumpfen, so sind meist **Fäulepilze** (Monilia u. a., Abb. 184) die Ursache. — Endlich finden sich an Stämmen und Ästen klaffende Wunden der Rinde und des Holzes, die von Wucherungen umgeben sind. Man nennt sie Baumkrebs. Er kann durch Frost, aber auch durch **Kugelpilze** (Nectria, Abb. 185) entstanden sein.



Abb. 183. Schorf an einem Apfel

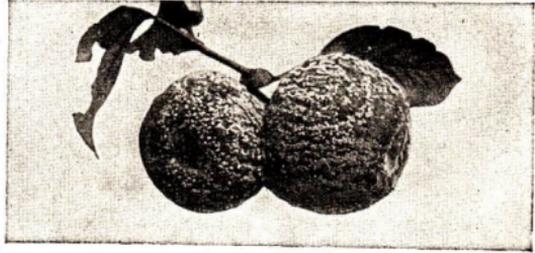
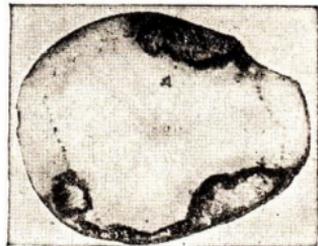


Abb. 184. Moniliafäule an zwei Äpfeln

Seuchen im Gemüsegarten sowie auf dem Acker schädigen unsere wichtigste Nährpflanze, die Kartoffel: Durch den Erreger der **Kartoffelkrankheit** (*Phytophthora infestans*) wird das Kraut braunfleckig; dieser und verschiedene andere

Schädlinge – auch Bakterien – führen zur Trocken- und Naßfäule der Knollen (Abb. 186). Diese müssen darum sorgfältig geerntet, und die Vorräte ausgelesen und sachgemäß gelagert werden. Eine andere Krankheit der Knollen ist heute selten geworden; es ist der **Kartoffelkrebs**, der durch einen Pilz (*Synchytrium endobioticum*, Abb. 187) hervorgerufen wird. An den Knollen wuchern höckerige Geschwülste bis etwa zur Größe einer Walnuß, so daß die Kartoffeln für die menschliche Ernährung untauglich werden. Wo diese gefährliche Krankheit auftritt, muß sie binnen 24 Stunden der Ortspolizeibehörde angezeigt werden, genau wie das für ansteckende Krankheiten des Menschen und andere verheerende Schädlinge Pflicht ist. Es war ein großer Er-

Abb. 185.
Baumkrebs (Hectrinkrebs)Abb. 186.
Knollenfäule an der Kartoffel

folg der Pflanzzüchter, daß es gelang, krebsfeste Kartoffelsorten zu züchten, die nicht ernstlich geschädigt werden. – Viel verbreiteter und sehr hartnäckig ist die **Kropfkrankheit** oder **Hernie** (hervorgerufen durch einen Schleimpilz, *Plasmodiophora Brassicae*). Der Erreger befällt zahlreiche Arten aus der Familie der Kreuzblütler (Cruciferen), vor allem die Kohllarten, Kohlrüben und den Rettich, aber auch Unkräuter wie den Hederich und den Ackersenf. An den Wurzeln bilden sich zahlreiche Knoten und unförmige rundliche Anschwellungen. Die Pflanzen vermögen nicht mehr genügend Wasser und Nährsalze aufzunehmen und verkümmern.

Die Erreger verseuchen den Boden auf vier bis sechs Jahre; deshalb muß man so lange nach dem Auftreten der Krankheit die gefährdeten Pflanzenarten auf anderen Beeten anbauen.

Die verschiedenen Schädlinge pflanzlicher Herkunft leben im Gewebe des Holzes oder Fruchtfleisches, der Blätter, Stengel und Wurzeln. Sie saugen die Zellen aus, nähren sich von ihrem Inhalt und rufen krankhafte Wucherungen hervor; sie sind also Schmarotzer (Parasiten). Zur Vermehrung bilden sie eine Unzahl winziger Sporen, die wie die Erreger der Krankheiten des Menschen

und der Fäulnis fast allgegenwärtig sind. Sie überstehen Winterkälte und

Trockenheit und rufen die betreffende Krankheit bei jeder ihnen günstigen Gelegenheit aufs neue hervor. Damit die Krankheiten sich nicht weiter ausbreiten, ist es darum eine unerläßliche Maßnahme, die Erreger zu vernichten. Wenn die kranken Pflanzenteile verfüttert werden sollen, muß man sie vorher abkochen, denn die Sporen widerstehen den Verdauungssäften der Pflanzenfresser. Im einfachsten Falle wird man die Abfälle verbrennen.

Eine auffallende Getreidekrankheit wird vom **Mutterkornpilz** (*Claviceps purpurea*, Abb. 188a) erzeugt. Heute finden wir die schwarzen Pilzkörner, die zwischen den Spelzen einer Roggenähre herausragen, allerdings nur noch selten. Ueberdies wird unser geerntetes Getreide heute so gut gereinigt, daß kaum noch eins der giftigen Körner mit in das Mehlgerät; früher aber konnte solches verunreinigtes Mehl Krankheit hervorrufen. Wenn diese „Mutterkörner“ auf dem Felde ausfallen, treiben sie im Frühjahr Sporenträger (Abb. 188b) und verbreiten den Pilz weiter.

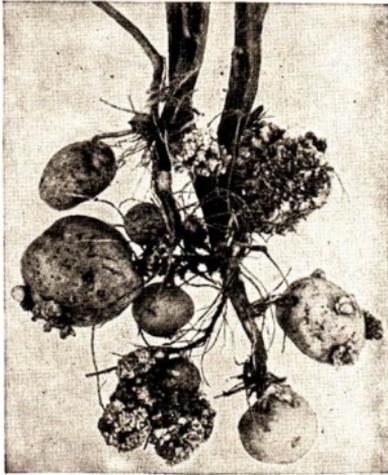
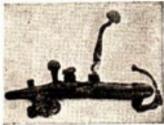


Abb. 187. Kartoffelkrebs



a



b

Abb. 188.

a Roggenähre mit zwei Mutterkörnern. b Keimendes Mutterkorn mit Sporentägern



a

b

c

Abb. 189. Der Brand des Hafers. a teilweiser, c völliger Befall einer Haferrispe durch Flugbrand; b auskeimende Brandsporen (200fach vergr.)

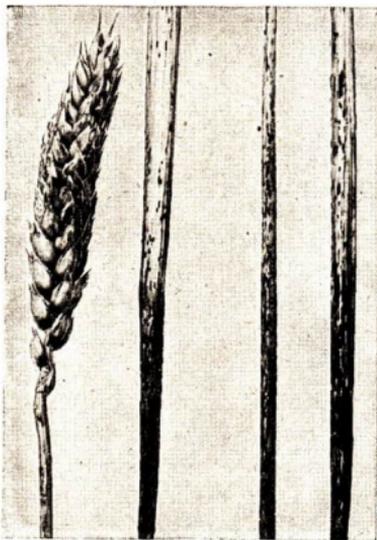


Abb. 190. Schwarzrost, Befall auf dem Getreide



Abb. 191. Schwarzrost, Befall auf der Berberitze

Weit schädlicher sind die bereits erwähnten zahlreichen Arten von Brand- und Rostpilzen; von den Rostpilzen gibt es allein mehrere tausend Arten. Wo z. B. der **Flug- oder Staubbrand** (*Ustilago*, Abb. 189) das Pflanzengewebe durchwuchert, da verwandelt er die reifenden Körner in eine schwarze, wie verbrannt aussehende, pulverige Masse. Es sind Millionen von Sporen, die von einer einzigen Ähre aus verbreitet werden. Vor wenigen Jahrzehnten noch waren die „Brandjahre“ ebenso gefürchtet wie die durch **Rostpilze** verursachten „Rostjahre“. Es war nicht selten, daß dann der Bauer mehr als die Hälfte seiner Ernte einbüßte. Im Gegensatz etwa zu den Kartoffeln und ihrem Krebsbefall ist es noch nicht gelungen, Getreidesorten zu züchten, die gegen die verschiedenen Brand- und Rostpilze sicher widerstandsfähig sind. Es gibt kaum ein Getreidefeld, in dem sich nicht wenigstens eine befallene Pflanze finden ließe. Der Schaden, den die Brand- und Rostkrankheiten anrichten, ist aber in den letzten Jahren stark zurückgegangen. — Gegen den Rost hilft das Beizen aber nicht, denn Rostsporen werden nicht durch das Saatgut verschleppt. Dagegen können vom Frühjahr bis zum Sommer nicht weniger als 6–9 Generationen eines Rostpilzes ihre Sporen ausstreuen. Dieser breitet sich also ungeheuer rasch aus, auch wenn zuerst nur ganz wenige Pflanzen befallen sind. — Wir haben bereits gehört (Kapitel Fortpflanzung), daß zur Entwicklung des Schwarzrostes z. B. ein Zwischenwirt, die Berberitze, notwendig ist. Wo man den Zwischenwirt eines solchen wirtswechselnden Schmarotzerpilzes auszurotten vermag, wie für den Schwarzrost die Berberitze, muß also dieser Schädling zurückgehen (Abb. 160 und 190 191).

Die wichtigsten Vertreter der Schädlinge, die in den Forsten, den Vorratsspeichern, im Garten und im Haushalt ständig am Vernichtungswerk sind, haben wir schon in früheren Klassen kennengelernt; ihre Bekämpfung ist jetzt mehr denn je eine dringende Notwendigkeit. Sie kann nur nachhaltigen Erfolg haben, wenn die Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Forschung und Erfahrung sinnvoll angewendet werden; dann werden wir dahin kommen, daß wir mehr als nur das ernten, was uns die Schädlinge übriglassen.

VI. Einführung in die Vererbungslehre

1. Ähnlichkeit und Vererbung

Wir alle haben schon die Erfahrung gemacht, daß Mitglieder einer Familie einander ähnlich sind. Bei wild lebenden Pflanzen und Tieren erscheint uns die Ähnlichkeit vollkommen. Bei Menschen können wir meistens einzelne Merkmale feststellen, die sich bei Vater oder Mutter zeigen und sich bei den Kindern wiederholen. Oft auch verschwinden sie in einer Generation und kommen bei den Enkelkindern wieder zum Vorschein. Auch die geistigen Fähigkeiten scheinen in dieser Weise übereinzustimmen. Vor allem werden Anlagen zu Krankheiten und Mißbildungen weitergegeben. Diese Übertragung auf die Nachkommen bezeichnen wir als Vererbung.

2. Teilung der Keimzellen

Ehe wir uns mit der Lehre von der Vererbung beschäftigen können, müssen wir uns ins Gedächtnis zurückrufen, was wir von der Zellteilung und der Fortpflanzung wissen. Wir haben gelernt, daß jeder Zellkern eine bestimmte Anzahl von Kernschleifen, Chromosomen, enthält, die für jede Art unverändert feststehend ist und die in Gestalt und Größe paarweise übereinstimmen¹⁾. Jede Zelle enthält also einen doppelten Kernschleifen- oder Chromosomensatz. Bei der Zellteilung spalten sich die Kernschleifen, die Chromosomen, der Länge nach; sie werden genau auf die Tochterzellen verteilt (Abb. 71 und 73).

Bei der Befruchtung verschmelzen nun Ei- und Samenzelle miteinander. Brächten sie beide die volle Anzahl der Kernschleifen der Körperzellen mit, so würde sich bei jeder neuen Generation deren Anzahl verdoppeln. Das ist aber erfahrungsgemäß nicht der Fall. Man hat festgestellt, daß die Geschlechtszellen vor der Befruchtung zwei schnell aufeinander folgende Teilungen durchmachen, wie sie uns Abb. 192 und 193 veranschaulichen. Es entstehen also durch diese Reifeteilungen Geschlechtszellen, von denen jede nur einen einfachen Kernschleifensatz trägt. Bei der Befruchtung ergänzen die väterliche und mütterliche Keimzelle einander, so daß die volle, der Art gemäße Chromosomenzahl, der doppelte Kernschleifensatz, wieder erreicht wird, wobei jedes Kernschleifenpaar aus einem väterlichen und einem mütterlichen Teil besteht. Da bei der Befruchtung die Kerne

1) Eine Ausnahme bilden die sog. Geschlechtschromosomen.

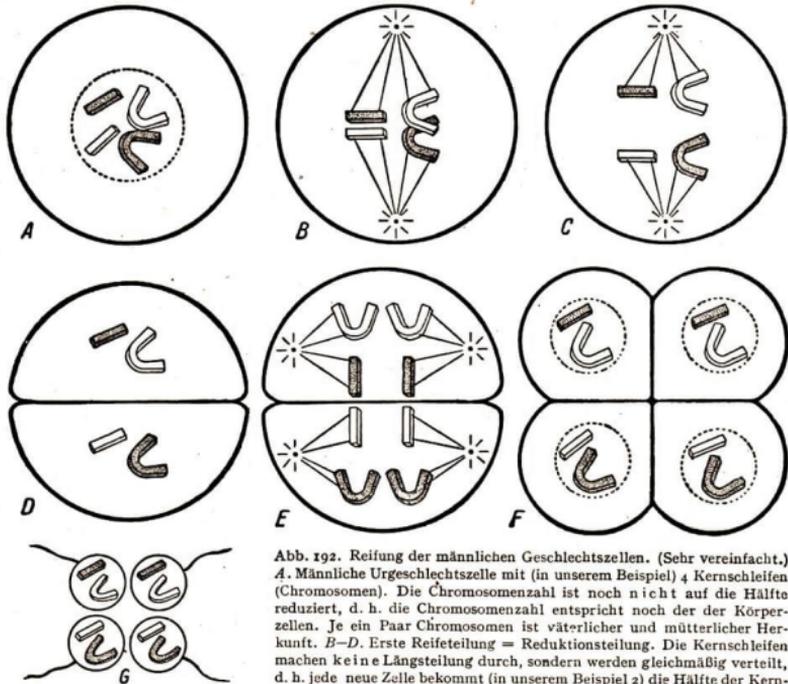


Abb. 192. Reifung der männlichen Geschlechtszellen. (Sehr vereinfacht.)

A. Männliche Urgeschlechtszelle mit (in unserem Beispiel) 4 Kernschleifen (Chromosomen). Die Chromosomenzahl ist noch nicht auf die Hälfte reduziert, d. h. die Chromosomenzahl entspricht noch der der Körperzellen. Je ein Paar Chromosomen ist väterlicher und mütterlicher Herkunft. B-D. Erste Reifeteilung = Reduktionsteilung. Die Kernschleifen machen keine Längsteilung durch, sondern werden gleichmäßig verteilt, d. h. jede neue Zelle bekommt (in unserem Beispiel 2) die Hälfte der Kernschleifen. Durch diesen Teilungsschritt wird die Chromosomenzahl auf die Hälfte reduziert. E. Zweite Reifeteilung = Äquationsteilung. Die einzelnen Chromosomen werden der Länge nach geteilt und es entstehen F u. G, vier Spermatozoen mit je zwei Chromosomen (= halbe Chromosomenzahl)



Abb. 193. Reifung der weiblichen Geschlechtszellen. (Sehr vereinfacht.)

A. Weibliche Urgeschlechtszelle mit (in unserem Beispiel) 4 Kernschleifen (Chromosomen). B u. C. Erste Reifeteilung = Reduktionsteilung; s. Erl. zu Abb. 192 B-D. Es entstehen aber nicht 2 gleichwertige Zellen! Die kleinere, die nicht entwicklungsfähig ist, wird Richtungkörperchen oder Polzelle genannt. D u. E. Zweite Reifeteilung = Äquationsteilung. Die einzelnen Chromosomen werden der Länge nach geteilt; es entstehen wieder 2 ungleich große Zellen. Inzwischen hat sich auch das erste Richtungkörperchen geteilt. Es entstehen also, E, wie bei der Samenreifung 4 Zellen: Eine funktionsfähige Eizelle und 3 nicht-funktionsfähige Richtungkörperchen oder Polzellen

der Ei- und Samenzellen miteinander verschmelzen und der entstehende Organismus väterliche und mütterliche Eigenschaften zeigt, müssen die Kerne die vererbaren Eigenschaften, besser: die Anlagen für die



Abb. 194. Ein Chromosom aus der Speicheldrüse einer Mückenlarve in Lanthanazetat-Essigsäure, aber ungefärbt. 900fach vergrößert

vererbaren Eigenschaften, enthalten. Die genaue Verteilung der Kernschleifen, der Chromosomen, bei der Zellteilung, ihr paarweises Vorhandensein, ihr mikroskopischer Bau und noch andere Ergebnisse aus vielen wissenschaftlichen Untersuchungen, die hier nicht erwähnt werden können, zeigten, daß in den Chromosomen die Erbanlagen (Gene, Erbfaktoren) liegen müssen. Bei den sehr vereinfachten Darstellungen der Reifungsteilungen in Abb. 192 und 193 wurde, um diese verwickelten Vorgänge deutlich zu machen, als 1. Reifeteilung die Reduktions- und als 2. Reifeteilung die Äquationsteilung beschrieben. Für das Ergebnis, die Verminderung der Chromosomenzahl auf die Hälfte, ist es gleichgültig, ob die Reduktion in der 1. oder 2. Reifeteilung stattfindet. Beide Formen, zuerst Reduktion und dann Äquation oder umgekehrt, sind beobachtet worden. Die „Riesenchromosomen“ (Abb. 194) sind für das Studium des Feinbaus besonders geeignet. Stark färbbare, scheibenartige Teile (Chromomeren) sind durch fast farblose Zwischenstücke getrennt. In den gefärbten Scheiben müssen wir die Träger der Erbanlagen sehen, die „linear“, d. h. in der Längsrichtung, angeordnet sind. Ja, es ist sogar möglich gewesen, von manchen Tieren (z. B. Tauflye) Chromosomenkarten zu entwerfen, die angeben, an welchen Stellen die Anlagen für ganz bestimmte Eigenschaften liegen.

3. Erbforschung

Der erste Forscher, der die Gesetzmäßigkeiten der Vererbung entdeckte, war Gregor Mendel (1822–1884). Als Mönch und später als Abt des Augustinerklosters in Brunn führte er jahrelang im Garten seines Klosters Versuche an Erbsen und Bohnen durch. Er veröffentlichte seine Ergebnisse 1865 in einer wenig gelesenen Zeitschrift, in der sie gar nicht beachtet wurden. Erst im Jahre 1900



Gregor Mendel

erinnerte man sich wieder seiner Untersuchungen, als es auch andern Forschern gelang, das Grundsätzliche der Vererbung zu erkennen. Die dabei festgestellten Tatsachen wurden nach ihrem ersten Entdecker die **Mendelschen Erbgregeln** genannt.

Einige in der Vererbungslehre oft gebrauchte Ausdrücke seien hier erklärt: Die beiden Ausgangspflanzen der Kreuzungen nennt man Eltern und man spricht von dem Elterngeschlecht oder der Elterngeneration: Abgekürzt P-Generation. Die aus der Kreuzung hervorgegangenen Pflanzen bezeichnet man als die 1. Nachkommen- oder Tochtergeneration, abgekürzt: F_1 -Generation. Die Nachkommen der 1. Tochtergeneration bilden die 2. Tochtergeneration, abgekürzt F_2 -Generation. Aus dieser geht die F_3 -Generation, daraus die F_4 -Generation usw. hervor.

4. Erste Mendelsche Regel

Kreuzt man rote und elfenbeinfarbene Löwenmaulrassen, so erhält man aus den entstehenden Samen Nachkommen, die weder rot noch elfenbeinfarben, sondern sämtlich rosa blühen (Abb. 195). Diese Übereinstimmung der Kinder reinrassiger Eltern hat sich bei allen entsprechenden Kreuzungen gezeigt. Sie muß also gesetzmäßig bedingt sein. Sie wurde bereits von Mendel erkannt, und die 1. Mendelsche

Regel, die **Regel von der Gleichförmigkeit**, lautet:

Die aus der Kreuzung zweier reiner Rassen hervorgehenden Bastarde der F_1 -Generation sind unter sich gleichförmig.

Mit Hilfe der Abb. 196 wollen wir uns einmal klarmachen, wie diese Gleichförmigkeit zustande kommt: Die Zellen der rotblühenden Elternpflanze, oder, wie man auch sagen kann, des rotblühenden Elters, enthalten

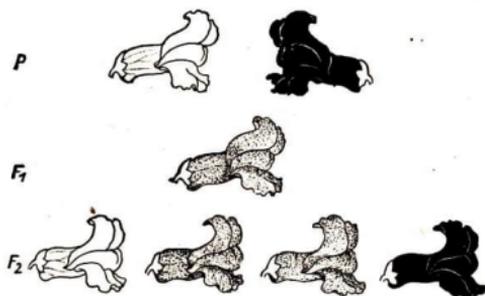


Abb. 195.

Schema der Mischlingsbildung und Mischlingsspaltung beim Löwenmaul

zweimal, in einem Paar gleichgestalteter Chromosomen, die Anlage für „Rot“ (RR). Denn bei der Befruchtung brachte ja jede Geschlechtszelle der reinrassigen, rotblühenden Form die Anlage für „Rot“ (R) mit. Entsprechendes gilt für das Merkmal „Elfenbeinfarben“: Jede Körperzelle enthält zweimal die Anlage EE. Abb. 196 ist folgendermaßen zu verstehen: EE und RR in den Elternzellen soll bedeuten, daß in zwei entsprechenden Chromosomen die Anlage für „Elfenbeinfarben“ bzw. die Anlage für „Rot“ enthalten ist. Die Chromosomen, die die anderen Anlagen enthalten, sind weggelassen, weil sich die beiden Eltern nur in dem einen Merkmalspaar E und R unterscheiden. Nach den zwei Reifeteilungen ist in den Keimzellen der Eltern nur je ein Chromosom mit der Anlage R oder E vorhanden. Bei der Verschmelzung von Ei- und Samenzelle können dann die Erbanlagen nicht anders als so zusammentreffen, wie es aus der Abbildung zu ersehen ist: Keimzelle 1 mit Keimzelle 3 oder 4 und Keimzelle 2 mit Keimzelle 3 oder 4. Jedesmal ergibt sich also ein Bastard, der die Anlagen R und E besitzt. Die neuen Pflanzen sind somit mischerbig. Da keine der beiden Erbanlagen sich stärker durchsetzt als die andere, gleichen die Bastarde weder dem roten noch dem elfenbeinfarbenen

Elternteil, sondern sie blühen rosa, stehen also zwischen den Eltern. Man spricht dabei von einer zwischenständigen oder intermediären Vererbung. Sie läßt sich auch im Tierreich beobachten (Abb. 197).

5. Die Rückkreuzung

Abb. 198 zeigt uns das Ergebnis bei der Kreuzung eines Bastards mit einem seiner reinrassigen Eltern. Wir sehen, daß bei dieser Rückkreuzung zur Hälfte elfenbeinfarbige reinerbige, zur Hälfte rosablühende mischerbige Nachkommen entstehen.

Zeichne den Erbgang bei der Kreuzung von rosablühenden Pflanzen mit dem rotblühenden Elternteil entsprechend der Abb. 198.

Wir sehen, daß bei der Kreuzung der P-Generation keine Vermischung der Erbanlagen stattgefunden hat, denn bei der Rückkreuzung tritt jede der Erbanlagen wieder gesondert in eine Keimzelle ein. Dieses Gesetz von der Selbständigkeit der Erbanlagen bildet eine Grundlage der Vererbungslehre, die schon von Mendel angenommen wurde. Seine Annahme wurde später durch die Zellforschung bestätigt.

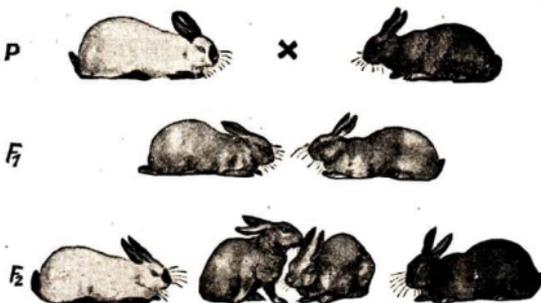
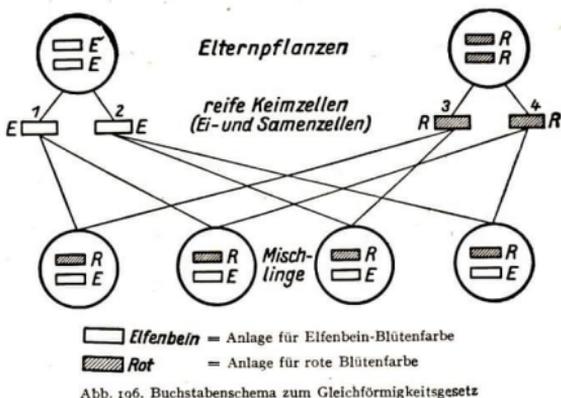


Abb. 197. Zwischenständige Vererbung bei Kreuzung von Russenkaninchen mit Marderkaninchen

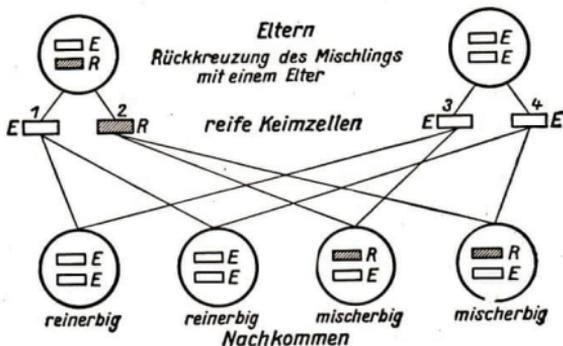


Abb. 198. Schematische Darstellung der Rückkreuzung

6. Zweite Mendelsche Regel

Die rosablühenden Bastarde der F_1 -Generation miteinander gekreuzt ergeben eine Nachkommenschaft, die nicht mehr einheitlich rosablühend ist. Sie zeigt auch elfenbeinfarbene und rote Blüten (Abb. 199). Die verschiedenen Farben treten in einem ganz bestimmten Verhältnis auf. Es finden sich in der F_2 -Generation 25% rotblühende, 50% rosablühende und 25% elfenbeinfarbig blühende Pflanzen. Man sagt, es erfolgt eine Aufspaltung im Verhältnis 1:2:1.

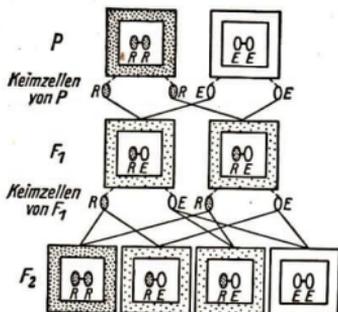


Abb. 199.
Erklärung eines Erbganges beim Löwenmaul

Kreuzt man die F_2 -Generation unter sich weiter, so daß man die Blüten jeder Farbe nur unter sich bestäubt, also Rot mit Rot, Elfenbeinfarben mit Elfenbeinfarben und Rosa mit Rosa, so wechseln die rot- oder elfenbeinfarben blühenden Nachkommen die Blütenfarbe nicht mehr. Sie züchten rein weiter, sie sind also reinerbig. Die rosablühenden dagegen spalten wieder im Verhältnis 1:2:1 auf; sie sind mischerbig. Diese Aufspaltung wiederholt sich von nun an in jeder Generation. Immer wieder kommen die Merkmale der Eltern (P-Generation) in den Enkeln (F_2 -Generation) zum Vorschein.

Diese Tatsache findet ihren Ausdruck in der 2. Mendelschen Regel, der **Spaltungsregel**:

Kreuzt man Bastarde der 1. Nachkommenschaft (F_1) unter sich, so treten in der Enkelgeneration (F_2) die unterscheidenden Merkmale der Großeltern in bestimmten Zahlenverhältnissen wieder hervor.

Ist nur eine kleine Zahl von Nachkommen vorhanden, so ergeben sich diese Verhältnisse nur ungenau. Hier wie für alle Vererbungserscheinungen gilt die Regel: Je größer die Zahl der Nachkommen, um so klarer treten die Gesetze der Vererbung wieder hervor.

Die Abbildung 199 soll uns den Verlauf des Erbganges verdeutlichen, und aus ihr ersehen wir auch, wie das Verhältnis 1:2:1 entsteht.

Um zu veranschaulichen, wie es vom Zufall abhängt, ob zwei gleiche Anlagen (beim Löwenmaul also zweimal „Rot“ bzw. zweimal „Elfenbein“) oder ob zwei ungleiche („Rot“ und „Elfenbein“) zusammentreffen, führe folgende Versuche aus: Laß zwei Münzen häufig fallen und zähle, 1. wie oft beide Vorderseiten, 2. wie oft die Vorderseiten der einen und die Rückseite der anderen, 3. wie oft beide Rückseiten oben liegen! Berechne für die drei Möglichkeiten das Zahlenverhältnis 1:?:? Laß die Münzen erst 10 mal, dann 50 mal, dann 100 mal fallen! Wie wirkt sich die Steigerung der Wurfzahl auf das errechnete Zahlenverhältnis aus? — Mische zweimal 50 rote und 50 weiße Papierstückchen gleicher Größe gut miteinander und forme 2 Häufchen daraus! Dann nimm mit verbundenen Augen so lange je 1 Stückchen gleichzeitig aus jedem Häufchen, bis alle Stückchen verbraucht sind, und laß von einem Kameraden die Art der Zusammenstellung (Rot = Rot, Rot = Weiß, Weiß = Weiß) aufschreiben! Welches Verhältnis ergibt sich?

7. Überdeckender (dominanter) Erbgang

Bei der Kreuzung der beiden Löwenmaulrassen (Rot \times Elfenbeinfarben) erhielten wir eine rosablühende Nachkommenschaft und sprachen von einem zwischenständigen oder intermediären Erbgang. Weit häufiger ist eine andere Form der Vererbung, bei der die Bastarde ihren Mischlingscharakter äußerlich nicht zeigen. Sie „schlagen“ alle einseitig nach dem Vater oder nach der Mutter. Wir wollen sie an einem Beispiel aus dem Tierreich genauer kennenlernen. Wir wählen das Kaninchen (Abb. 200). Paart man ein reinerbig schwarzes Kaninchen mit einem reinerbig weißen (Albino mit roten Augen, da die Blutfarbe durchscheint), so sind hier alle Tiere der F_1 -Generation wieder untereinander gleich (Gleichförmigkeitsregel). Sie sind jedoch sämtlich schwarz, gleichen also äußerlich alle der einen Elternform. Daß aber die Anlage „weiß“ nicht verschwunden ist, sondern im Erbbild schlummerte, zeigt die Tatsache, daß das Merkmal „Weiß“ des einen Großeltern im Enkelgeschlecht (F_2) wieder auftritt. In dieser F_2 -Generation sind $\frac{3}{4}$ der Nachkommen schwarz, $\frac{1}{4}$ aber ist weiß. Diese Eigenschaft bleibt rein erhalten, wenn wir die weißen F_2 -Kaninchen untereinander paaren; sie sind also reinerbig. Anders verhalten sich die schwarzen Kaninchen der F_2 -Generation: Kreuzt man sie miteinander, so hat $\frac{1}{4}$ der Zuchtpaare nur schwarze Nachkommen, $\frac{2}{4}$ aber schwarze und weiße im Verhältnis 3:1. Das beweist, daß unter den schwarzen F_2 -Tieren $\frac{1}{4}$ reinerbig, $\frac{2}{4}$ dagegen mischerbig sind. Das scheinbare Verschwinden von Erbanlagen in der F_1 -Generation erklärt sich daraus, daß die Erbanlage für „Schwarz“ eine größere Erbstärke hat, d. h. daß sie sich besser durchsetzen kann als „Weiß“. Man sagt: Die Anlage schwarz ist überdeckend (dominant), die Anlage weiß ist durch sie überdeckt (rezessiv). Daher spricht man bei einer derartigen Vererbung von einem **überdeckenden Erbgang**.

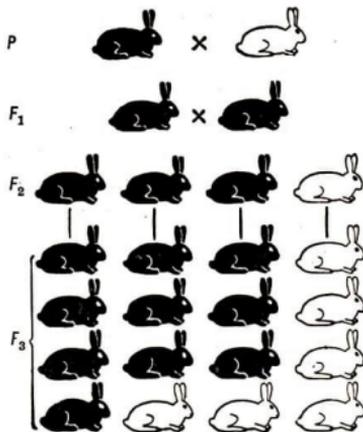


Abb. 200. Kreuzung einer schwarzen mit einer weißen Kaninchenrasse

Die schwarzen Kaninchen der F_2 -Generation: Kreuzt man sie miteinander, so hat $\frac{1}{4}$ der Zuchtpaare nur schwarze Nachkommen, $\frac{2}{4}$ aber schwarze und weiße im Verhältnis 3:1. Das beweist, daß unter den schwarzen F_2 -Tieren $\frac{1}{4}$ reinerbig, $\frac{2}{4}$ dagegen mischerbig sind. Das scheinbare Verschwinden von Erbanlagen in der F_1 -Generation erklärt sich daraus, daß die Erbanlage für „Schwarz“ eine größere Erbstärke hat, d. h. daß sie sich besser durchsetzen kann als „Weiß“. Man sagt: Die Anlage schwarz ist überdeckend (dominant), die Anlage weiß ist durch sie überdeckt (rezessiv). Daher spricht man bei einer derartigen Vererbung von einem **überdeckenden Erbgang**.

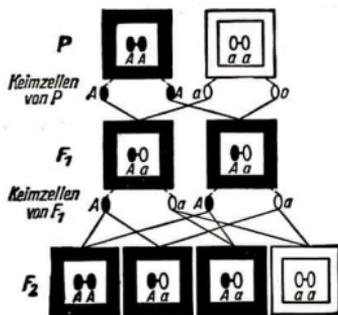


Abb. 201.

Erklärung eines überdeckenden Erbganges (Kaninchenbeispiel).

Überdeckende Anlage (schwarz) = A
überdeckbare Anlage (weiß) = a

Es hat sich als praktisch erwiesen, die überdeckende Anlage mit einem großen, die entsprechende überdeckbare mit demselben kleinen Buchstaben zu bezeichnen, z. B. „Schwarz“ = A, „Weiß“ = a. Setzen wir diese Buchstaben in die Übersicht (Abb. 201) ein, so wird deutlich:

1. warum in der F_1 -Generation alle Tiere gleichförmig schwarz sein müssen, die F_2 -Generation aber im Erscheinungsbild im Verhältnis von 3:1 aufspalten muß: die eine Anlage für Schwarz herrscht vor und überdeckt die Anlage für Weiß; diese kann nur da in Erscheinung treten, wo sie zweimal, also in beiden Partnern des Kernschleifenpaares vorhanden ist.

2. Im Erbbild ergibt sich jedoch eine völlige Übereinstimmung zwischen dem überdeckenden und dem zwischenständigen Erbgang; beide spalten in F_2 im Verhältnis 1:2:1 auf.

8. Dritte Mendelsche Regel

Wir haben bisher bei der Vererbung nur auf ein Merkmal geachtet. In der Natur kommt es sehr selten vor, daß zwei Rassen, die miteinander gekreuzt werden, sich äußerlich nur durch ein einziges Merkmal unterscheiden. Wir wollen jetzt einen Fall betrach-

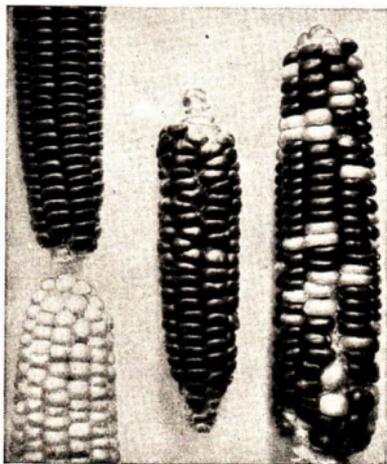


Abb. 202. Einmerkmalige
Kreuzung von gelbem mit blauem Mais

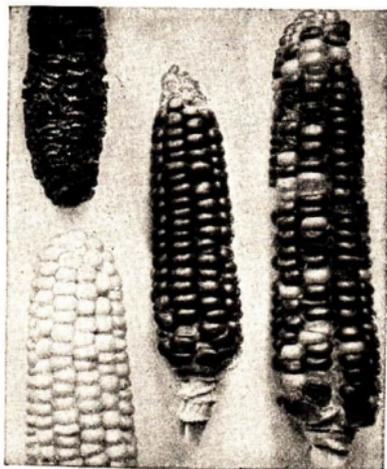


Abb. 203. Zweimerkmalige
Kreuzung von gelblattem mit blaurunzeligem Mais

ten, in dem bei den Eltern zwei unterscheidende Merkmale zu beachten sind. Werden zwei Maissorten gekreuzt, deren Körner sowohl in der Farbe als auch in der Form verschieden sind: Blaurunzelig \times Gelbglatt, so sind in der F_1 -Generation alle Körner gleichförmig blau mit glatter Oberfläche. Wir ziehen daraus den Schluß, daß wir es mit einem überdeckenden Erbgang zu tun haben. Blau überdeckt Gelb und Glatt überdeckt Runzelig.

Als Nachkommen dieser F_1 -Bastarde erhalten wir Pflanzen, die vier Formen von Körnern zeigen, nämlich blauglatte, gelbglatte, blaurunzelige, gelbrunzelige. Beim Auszählen ergibt sich das Zahlenverhältnis: 9 blauglatt : 3 blaurunzelig : 3 gelbglatt : 1 gelbrunzelig (Abb. 202 und 203). Hieraus folgt, daß die Anlagen der Merkmale blau mit runzelig und gelb mit glatt, die anfangs miteinander verbunden waren, sich unabhängig vererbt haben; neue Zusammenstellungen waren die Folge. Man faßt die Ergebnisse in der 3. Mendelschen Regel zusammen, in der **Unabhängigkeitsregel**:

Werden Rassen gekreuzt, die sich in mehreren Merkmalen unterscheiden, so werden die Erbanlagen der Merkmale unabhängig voneinander vererbt, d. h. sie können, wenn sie in einer Generation miteinander verbunden waren, in der nächsten getrennt auftreten.

Körperzellen der Eltern (P): (BBgg) und (bbGG)
 Reife Keimzellen von P: (B g) und (b G)
 Körperzellen von F₁: (B g b G)
 Reife Keimzellen von F₁: (G G) (B g) (b G) (b g)
 Entstehung von F₂:

Männliche Keimzellen von F ₁	Weibliche Keimzellen von F ₁				Ergebnis
	B G	B g	b G	b g	
B G	BBGG ¹ blau-glatt	BBGg ² blau-glatt	BbGG ³ blau-glatt	Bbgg ⁴ blau-glatt	Die 4 reifen Keimzellen der F ₁ -Generation ergeben 16 Verbindungsmöglichkeiten in 4 Erscheinungsformen: 9 blau-glatt 3 blau-runzelig 3 gelb-glatt 1 gelb-runzelig
B g	BBgG ⁵ blau-glatt	Bbgg ⁶ blau-runzelig	BbgG ⁷ blau-glatt	Bbgg ⁸ blau-runzelig	
b G	bBGG ⁹ blau-glatt	bBGG ¹⁰ blau-glatt	bBGG ¹¹ gelb-glatt	bbGG ¹² gelb-glatt	
b g	bBgG ¹³ blau-glatt	bBgg ¹⁴ blau-runzelig	bbgG ¹⁵ gelb-glatt	bbgg ¹⁶ gelb-runzelig	

B blau } überdeckend b gelb } überdeckbar
 G glatt } (dominant) g runzelig } (rezessiv)

Besonders beachtenswert sind die vier fettgedruckten Merkmalsverbindungen. Sie allein sind reinrassig. Unter ihnen sind zwei neue Rassen: blau-glatte und gelb-runzelige Maiskörner. Man sieht also, daß der Züchter die Möglichkeit hat, durch Kreuzung Merkmale miteinander zu verbinden, die bisher verschiedenen Rassen angehörten. Das ist für die Tier- und Pflanzenzüchtung sehr wichtig.

Ein zweites Beispiel für die Vererbung bei zwei unterschiedlichen Merkmalen zeigt die Abb. 204. Die Merkmalsunterschiede bestehen einmal in der Fellfarbe (schwarz und rot), zweitens in der Fellzeichnung (gescheckt und einfarbig). Erkläre den Erbgang! Stelle fest, wieviel Erscheinungsbilder in F₂ auftreten und wie groß die Anzahl der Erbbilder ist! Welche Formen gleichen den Stammeltern? Welche sind neu? Welche neuen reinerbigen Rassen treten auf?

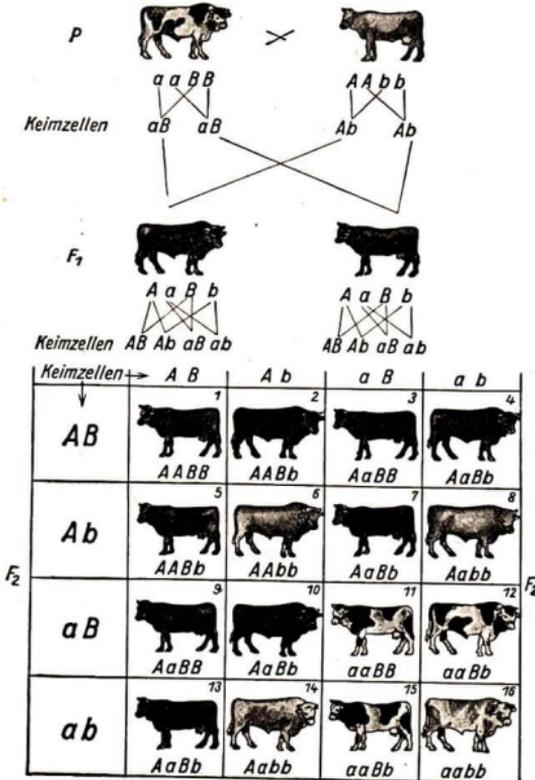


Abb. 204. Kreuzung von zwei Rinderrassen mit zwei Merkmalsunterschieden (I schwarz-weiß gescheckt, II rot-einfarbig). Anlage für Fellzeichnung, A = einfarbig (überdeckend), a = gescheckt (überdeckbar). Anlage für Farbe, B = schwarz (überdeckend), b = rot (überdeckbar)

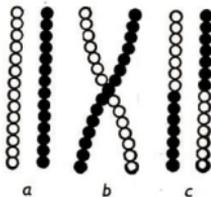


Abb. 205. Vereinfachte Darstellung des Austausches von Kernschleifenstücken

Bei der Kreuzung von Rassen, die sich in zwei Merkmalen unterscheiden, erhalten wir, wie wir eben sahen, in der F₂-Generation vier verschiedene Erscheinungsbilder. Bei Unterschieden in 10 Merkmalen sind es über eine Million! — Es muß darauf hingewiesen werden, daß wir eben bei der Behandlung der Unabhängigkeitsregel stillschweigend eine Voraussetzung gemacht haben; nämlich die, daß die verschiedenen Anlagen sich in verschiedenen Chromosomen, Kernschleifen, befinden. Anlagen, die in einem Chromosom liegen, heißen „gekoppelt“ und werden zusammen weitergegeben. Im Laufe vieler Untersuchungen hat sich ergeben, daß sie nur unter besonderen Bedingungen getrennt weitergegeben werden. Es kann nämlich während der Reifung der Keimzellen ein Chromosomenaustausch stattfinden, wie er in Abb. 205 dargestellt ist. Bei *a* finden wir zwei Kernschleifen, deren Anlagen perlschnurartig angeordnet sind. Bei *b* überkreuzen sich die Kernschleifen, brechen an der Kreuzungsstelle auseinander und verschmelzen so, wie es *c* zeigt. Es ist ersichtlich, daß durch diesen Vorgang (crossing over) Anlagen, die vorher in einem Chromosom lagen, jetzt auf zwei

Kernschleifen verteilt sind, bzw. daß Anlagen, die vorher getrennt waren, jetzt in einem Chromosom „gekoppelt“ vorkommen.

9. Mensch und Vererbung

Der Wissenschaft ist es gelungen nachzuweisen, daß die Erbgelen auch für den Menschen gültig sind. Verschiedene körperliche Merkmale, Fehler und Mißbildungen des Menschen (z. B. Augen-, Haar- und Hautfarbe, Taubheit, Kurzsichtigkeit, Farbenblindheit, Kurz- und Vielfingerigkeit, Spalthändigkeit, Hasenscharte, angeborene Hüftverrenkung) zeigen in ihrem Erbgang die gleichen Regelmäßigkeiten, wie wir sie bei Pflanzen und Tieren sahen.

Viele der vererbaren Krankheiten beruhen auf einer rezessiven Anlage, so daß von gesund erscheinenden Eltern auch kranke Nachkommen abstammen können. Die Anlagen, die bei den Eltern überdeckt sind, treffen bei den Kindern zusammen und treten wieder in Erscheinung, da sie nicht durch die überdeckende Erbanlage in ihrer Wirkung gehemmt werden. Die Gefahr eines solchen Zusammentreffens liegt nahe bei Verwandtenehen, da bei ihnen leicht die Möglichkeit besteht, daß sowohl der männliche als auch der weibliche Partner die gleiche Anlage von einem gemeinsamen Vorfahren her verdeckt in sich tragen.

Untersuchungen ergaben, daß die ererbte Taubstummheit in Gegenden, die durch ihre Abgelegenheit die Verwandtenehen begünstigen (Alpentäler), häufiger ist als anderswo. Auch bei der Vererbung der eigentlichen Geistesstörungen haben Verwandtenehen oft eine unheilvolle Rolle gespielt. Das ist besonders bei Fürstengeschlechtern mehrfach hervorgetreten. Es wurde schon angedeutet, daß nicht die Krankheit als solche, sondern die Anlage („Veranlagung“) vererbt wird. In vielen Fällen (z. B. Tuberkulose) muß noch ein „Umweltfaktor“ (Infektion, Ansteckung) hinzukommen, damit die Anlage in Erscheinung tritt.

Einzelheiten über die Vererbung geistiger und seelischer Eigenschaften (besondere Begabungen) können wir hier nicht behandeln; eine „Begabung“ ist eine höchst verwickelte und aus vielen Faktoren zusammengesetzte Erscheinung, bei deren Entfaltung die Umwelteinflüsse eine wichtige Rolle spielen.

Die Kenntnis von den Gesetzmäßigkeiten der Vererbung hat gezeigt, daß diesen auch der Mensch unterworfen ist; sie befähigt ihn aber auch zu ihrer bewußten Anwendung in der Pflanzen- und Tierzucht.

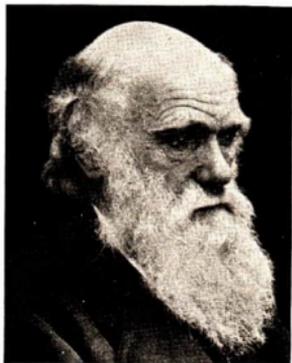
VII. Einführung in die Abstammungslehre

1. Einleitung

Bis zum Ende des 18. Jahrhunderts vertrat die Wissenschaft die Ansicht, die vielen Arten des Tier- und Pflanzenreiches beständen seit Beginn des Lebens auf unserer Erde unveränderlich in ihrem Aussehen und in ihrer Anzahl. Diese Lehre von der „Konstanz der Arten“ fand ihren Hauptvertreter in dem schwedischen Forscher Linné (1707–1778). Man hielt auch an dieser Lehre fest, als aus alten Erdschichten Reste von Tieren und Pflanzen zutage gefördert wurden, die den lebenden Formen nicht entsprachen. Dieser Widerspruch wurde folgendermaßen gedeutet: In großen Zeitabständen haben erdgeschichtliche Katastrophen stattgefunden, die alles Leben vernichteten; in wiederholten neuen Schöpfungsakten entstand dann eine neue Lebewelt anderer Formen. Der wichtigste Vertreter dieser „Katastrophentheorie“ war der Franzose Cuvier (1769–1832). Nun zeigten aber die weiteren erdgeschichtlichen Forschungen, daß die Veränderungen der Erdoberfläche im Laufe unvorstellbar langer Zeitabschnitte ganz allmählich und nicht plötzlich als Katastrophen eingetreten sein konnten, die alles Leben vernichteten; und die immer zahlreicher werdenden Reste von Lebewesen längst vergangener Erdzeitalter zeigten einwandfrei, daß sich die Lebewelt „entwickelt“ hat und daß es eine „Abstammung“ gegeben haben muß. Weitere überaus zahlreiche Tatsachen aus den Gebieten der vergleichen-

den Anatomie und der Pflanzen- und Tiergeographie kamen hinzu, die nur zu verstehen und zu deuten waren, wenn eine Entwicklung, eine Abstammung der Lebewesen angenommen wird.

Die moderne Abstammungslehre ist für immer mit dem Namen Charles Darwin verknüpft, und wir wollen aus seinem Werk „Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl“, das im Jahre 1859 erschien, die ersten Abschnitte wörtlich an-



Charles Darwin (1809–1882)

führen: „Ich will zunächst eine kurze Übersicht über die Entwicklung der Ansichten von der Entstehung der Arten geben. Bis vor kurzem glaubte die große Mehrzahl der Naturforscher, die Arten seien unveränderlich und jede einzelne sei für sich erschaffen worden, eine Ansicht, die sehr geschickt verteidigt wurde. Nur wenige Naturforscher nahmen an, daß die Arten veränderlich und die heute lebenden Formen regelrechte Nachkommen früher vorhandener Formen seien. Wenn wir von bloßen Andeutungen bei den klassischen Schriftstellern absehen, so war Buffon der erste in neuerer Zeit, der das Thema wissenschaftlich behandelte. Da jedoch seine Meinung oft wechselte und da er auf die Ursachen oder Mittel der Umwandlung der Arten nicht einging, so brauche ich mich nicht ausführlich mit ihm zu befassen.“

Lamarck war der erste, dessen Äußerungen über die Entstehung der Arten lebhaftes Aufsehen erregten. Dieser mit Recht gefeierte Naturforscher veröffentlichte seine Ansichten zuerst im Jahre 1801 und erweiterte sie in seiner 1809 erschienenen Philosophie zoologique und später (1815) in der Einleitung zu seiner Naturgeschichte der wirbellosen Tiere; er stellte in diesen Werken die Lehre auf, daß die Arten mit Einschluß des Menschen von anderen Arten abstammten. Ihm gebührt das Verdienst, zuerst auf die Wahrscheinlichkeit hingewiesen zu haben, daß alle Veränderungen sowohl der organischen wie der anorganischen Welt die Folgen von Naturgesetzen und nicht das Produkt von Zufälligkeiten im Entwicklungsgang seien. Die Schwierigkeiten, Arten und Varietäten auseinanderzuhalten, die fast ununterbrochenen Stufenreihen, die manche Organismengruppen bilden, sowie die Ähnlichkeit mit unseren Züchtungsprodukten – alles das scheint Lamarck zu der Annahme einer allmählichen Entwicklung der Arten geführt zu haben. Die Mittel der Abänderung sucht er zum Teil im unmittelbaren Einfluß der Lebensbedingungen, zum Teil in der Kreuzung bereits bestehender Formen; einen bedeutenden Einfluß schreibt er ferner dem Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe, also der Macht der Gewohnheit zu. Auf diese letztere scheint er alle die schönen Anpassungen in der Natur zurückzuführen, z. B. „den langen Hals der Giraffe, der ihr das Abfressen der Blätter von hohen Bäumen ermöglicht“.

Darwins großes und bleibendes Verdienst ist es, die Abstammungs-„Lehre“ wissenschaftlich dargestellt und begründet zu haben (anders als Lamarck).

Darwin wurde 1809 als Sohn eines Arztes in Shrewsbury geboren; 1831 bis 1836 machte er eine Forschungsreise nach Südamerika, die ihm vielfach Gelegenheit zu ausgedehnten biologischen und erdgeschichtlichen Beobachtungen bot. Eine reiche wissenschaftliche Ausbeute brachte er heim, deren Aufarbeitung in ihm im Anschluß an die vielen Beobachtungen den Gedanken reifen ließ, daß es eine Abstammung, eine Art Umwandlung geben muß, denn ohne sie ist eine große Anzahl von Tatsachen einfach unerklärlich. Unermüdet sammelte und arbeitete er weiter. Mit der „Entstehung der Arten“ gab er den biologischen Wissenschaften einen gewaltigen Auftrieb, und er selbst wurde zum bekanntesten Naturforscher des 19. Jahrhunderts. Als er im Jahre 1882 starb, hatte seine Lehre die ganze Welt erobert.

2. Zeugnisse für die Abstammung

Bevor wir aus der Fülle der Tatsachen, die eindeutig für eine „Entwicklung“ (Evolution) sprechen, einige wenige herausgreifen, wollen wir die Zusammenstellung in Abb. 206 betrachten. Sie zeigt uns, in welcher Reihenfolge sich die großen Gruppen der Lebewesen auf unserer Erde entwickelt haben.

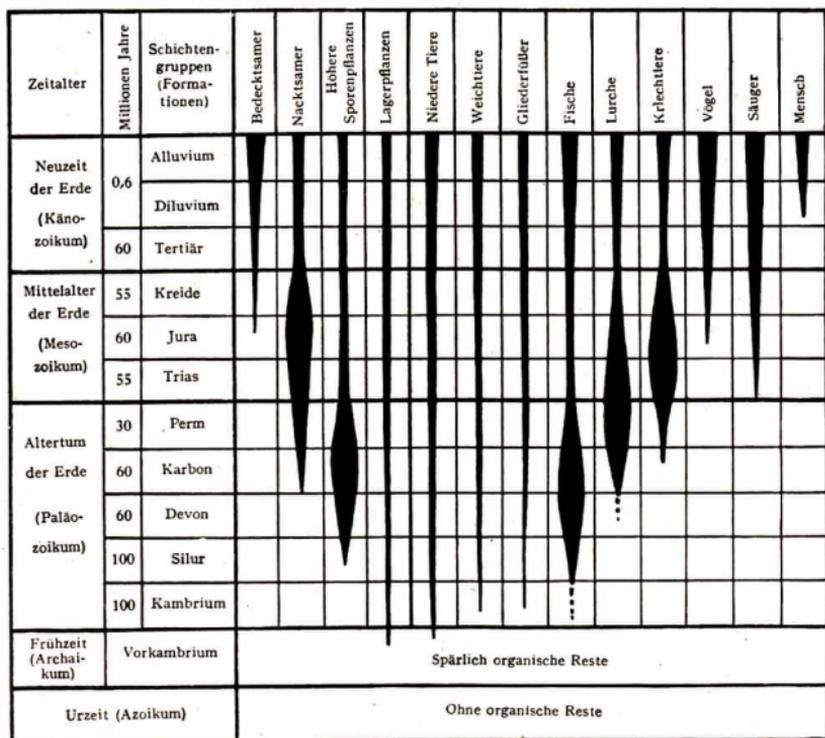


Abb. 206.

Das erdgeschichtliche Auftreten der großen Pflanzen- und Tiergruppen sowie des Menschen. Durch die verschiedene Dicke der Stäbe soll die verschieden starke Entwicklung (nach Zahl der Arten und Individuen) angedeutet werden (nach Credner)

Der Anfang des Lebens überhaupt, von dem wir ohne jegliche Kunde sind, dürfte ungefähr 1500 Millionen Jahre zurückliegen. Die „Fossilien“, „Versteinerungen“, können sich nur von Formen erhalten haben, die „Hartgebilde“ besaßen. So ist es

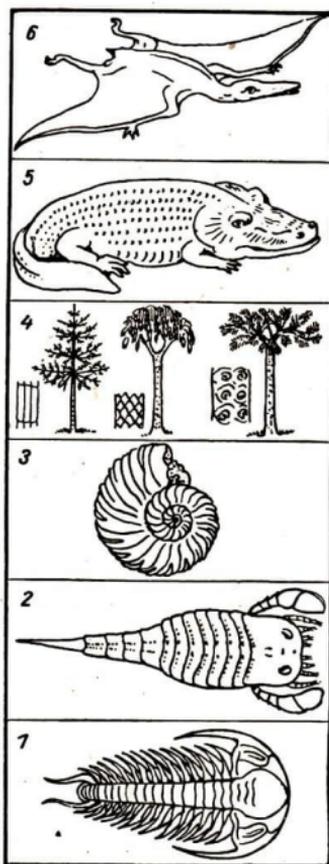


Abb. 207. Überblick über die Geschichte des Lebens auf der Erde

verständlich, daß uns die Paläontologie (Versteinerungskunde) kein vollständiges Bild von allen Lebewesen der erdgeschichtlichen Vergangenheit gibt (Abb. 207).

Die Stufenreihe von Lungenfischen (Abb. 208) zeigt, wie im Laufe der Entwicklung die unpaaren Flossen zusammenfließen, wie die paarigen Flossen rückgebildet werden und wie die Körperform aalähnlicher wird.

Besonders eindrucksvoll sind die Funde aus Gesteinsschichten verschiedenen

Diluvium (Eiszeitalter): Wechsel zwischen Kältesteppe und zum Teil üppigem Pflanzenwuchs (Wald). Vormenschen und Menschen.

Tertiär (nach tertius = der Dritte): Klima und Pflanzenwuchs bei uns anfangs tropisch, später gemäßigt (Braunkohlenmoore). Reiche Entfaltung der Säuger und Vögel. Im mittleren Tertiär (Miozän) erste Menschenaffen.

Kreide: Bedecktsamer verdrängen die Nacktsamer. Zahnvögel. Aussterben der Saurier und Ammonshörner.

Jura (nach dem Juragebirge): Bedecktsamer erscheinen. Erste Knochenfische. Kriechtiere: Land-, Schwimm- und Flugsaurier (Bild 6). Urvogel (Archäopteryx).

Trias (nach griech. Trias = Dreiheit, nach den drei Abteilungen dieser Formation in Deutschland): Vorherrschen der Nacktsamer. Riesenkriechtiere: Saurier. Erste Säuger (Beuteltiere).

Perm (nach dem russischen Gouvernement Perm): Nacktsamer. Kriechtiere. Panzerlurche (Bild 5). Aussterben der Dreilappkrebse.

Karbon (carbo = Kohle): Höhere Sporenpflanzen, Farne, Schachtelhalme, Schuppenbäume, Siegelbäume (Bild 4). Älteste Nacktsamer. Erste Kriechtiere und Insekten (Libellen von $\frac{3}{4}$ m Spannweite).

Devon (nach der englischen Landschaft Devonshire): Erste Farne und Schachtelhalme. Knorpelfische und Ammonshörner (Tintenfische; Bild 3).

Silur (nach dem alten Volksstamm der Silurer in Südwales): Erste spärliche Landpflanzen. Erste Korallen und Muscheln. Riesenkrebse (bis zu 2 m lang; Bild 2). Altertümliche Haie.

Kambrium (nach Cambria = Wales): Meeresalgen. Wirbellose Meerestiere aus allen Tierkreisen, besonders reichlich Dreilappkrebse, Trilobiten (Bild 1).

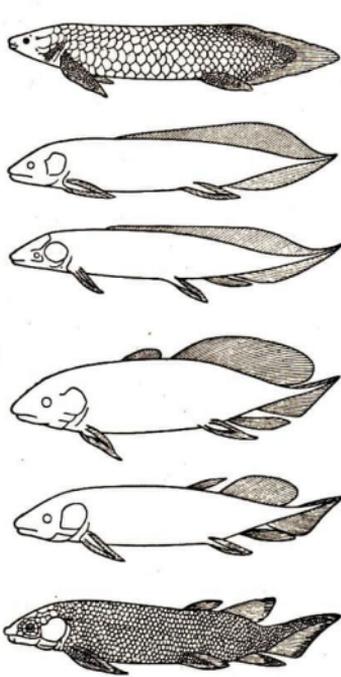


Abb. 208.
Eine Stufenreihe von Lungenfischen.
Oben: jetzt lebender Lungenfisch; unten: ein
Lungenfisch aus dem Unterdevon Schottlands

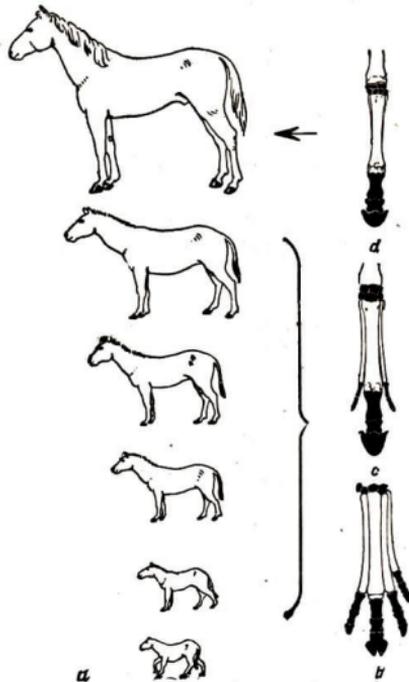


Abb. 209. So nahmen die Pferde von der ältesten Braunkohlenzeit (Tertiär) bis heute an Größe zu (oben: unser Pferd). *b* und *c* Fußskelette tertiärer Pferde, *d* Fußskelett unseres heutigen Pferdes (im Verhältnis zu *b* und *c* stärker verkleinert)

Alters, die in Abb. 209 zusammengestellt sind. Aus ihnen geht mit aller Deutlichkeit hervor, daß das Pferd von mehrzehigen Vorfahren abstammen muß. Daß die bei unseren jetzt lebenden Pferden als Griffelbeine bezeichneten Knochen, die neben dem stark ausgebildeten Mittelhand- (und Mittelfuß-) Knochen liegen, wirklich selbst rückgebildete Mittelhand- (und Mittelfuß-) Knochen sind, wird durch eine hin und wieder vorkommende Mißbildung erhärtet. Diese besteht in einem zweiten kleinen Huf (Finger, Zehe), der mit dem Griffelbein in Verbindung steht, wodurch dessen Mittelhand- (Mittelfuß-) Natur deutlich wird (Abb. 210).

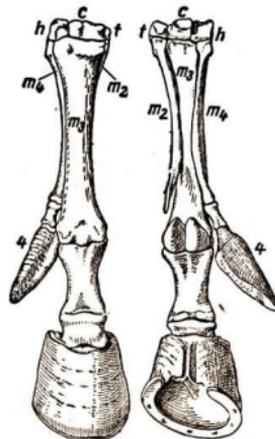


Abb. 210. Abnormer Vorderfuß des Pferdes mit Zehe am äußeren Griffelbein
m Mittelhandknochen (*m*₂, *m*₄ Griffelbein), 4 Zehe am äußeren Griffelbein



Unsere heute lebenden Vögel unterscheiden sich in ganz wesentlichen Merkmalen von den Kriechtieren, so daß sie mit diesen nichts zu tun zu haben scheinen: Hier Federn, Flügel, Zahnlosigkeit und eine verkürzte Schwanzwirbelsäule; dort Schuppen, Zähne und ein meist langer Schwanz. Der im lithographischen Schiefer bei Eichstädt gefundene Urvogel Archæopteryx (Abb. 211) bildet aber mit seinen zähnetragenden Kiefern, den krallentragenden drei Fingern der Vordergliedmaßen und der langen Schwanzwirbelsäule ein Bindeglied zwischen diesen beiden großen Tiergruppen.

Die Wale werden oft als Wal-„Fische“ bezeichnet. Daß diese Bezeichnung unrichtig ist und nur auf rein äußerlichen Merkmalen beruht, zeigen u. a. folgende Tatsachen: Die Wale haben „Flossen“, die ein Knochengüst besitzen, das in seinem Bau

Abb. 211. Archæopteryx siemensii aus dem lithographischen Schiefer von Eichstädt.

s Schulterblatt, *cl* Schlüsselbein, *co* Rabenschnebelbein, *h* Oberarm, *r* Speiche, *u* Elle des Unterarms, *I, II, III, IV* 1.–3. Finger bzw. 1.–3. Zehe. (Nach Dames.)

(Aus Zittel, Paläontologie, Leibniz-Verlag, München)

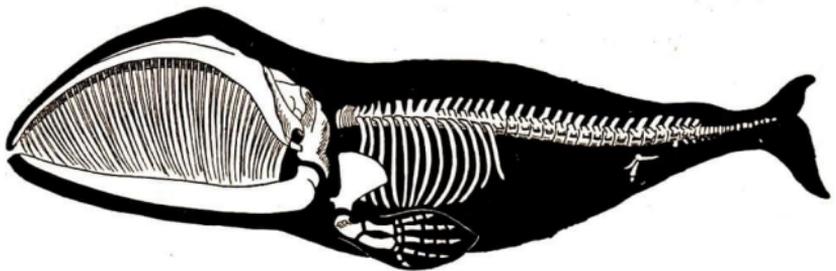


Abb. 212. Knochengüst des Grönlandwals nebst Körperumriß. Rechts unter der Wirbelsäule das Becken

den Vordergliedmaßen der Säugetiere entspricht. Ihrer Tätigkeit nach als Ruder ist die fünfstrahlige Wal„flosse“ in ihrem Bau nicht zu verstehen; ihrer Geschichte nach kann sie nur als die Vordergliedmaße eines Säugetieres aufgefaßt werden. Ferner

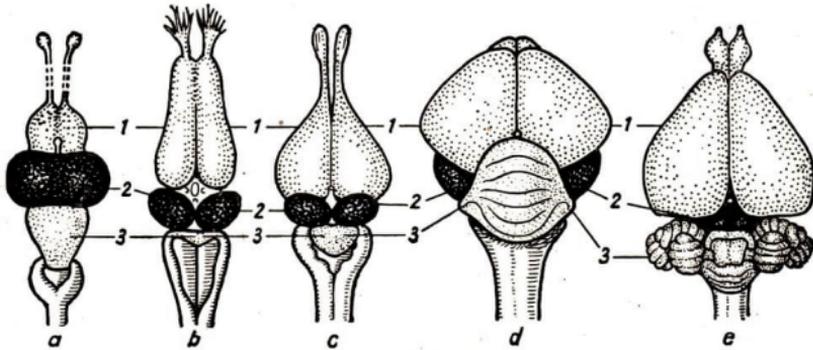


Abb. 213.

Gehirne verschiedener Wirbeltiere. *a* Knochenfisch, *b* Frosch, *c* Eidechse, *d* Vogel, *e* Kaninchen.
1 Vorderhirn (Großhirn), 2 Mittelhirn, 3 Hinterhirn (Kleinhirn)

haben die Wale Reste eines Beckens, das beim Grönlandwal sogar einen kurzen Oberschenkelknochen trägt (Abb. 212). Diese Tatsache ist ebenfalls nur zu verstehen, wenn man annimmt, daß die Wale von landlebenden Säugetieren abstammen.

Ein Vergleich der Gehirne verschiedener Wirbeltiere (Abb. 213) zeigt, daß das Vorderhirn z. B. von den Fischen zu den Säugetieren hin eine ganz beträchtliche

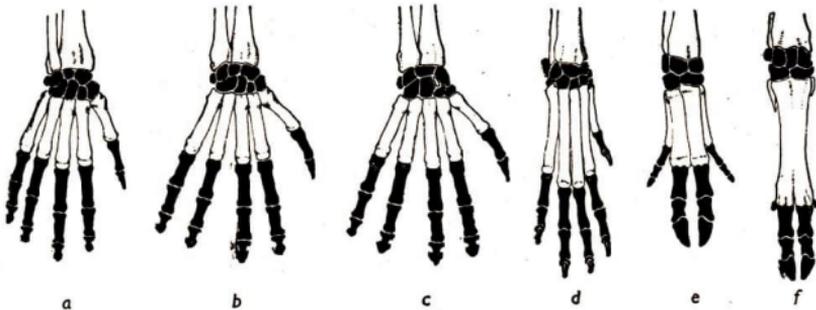


Abb. 214. Handskelette.

a Mensch (8 Handwurzelknochen), *b* Schimpanse (8 Handwurzelknochen), *c* Orang-Utan (9 Handwurzelknochen),
d Hund, *e* Schwein, *f* Rind

Größenzunahme erfährt, die dann innerhalb der Klasse der Säugetiere noch deutlicher wird. Auch aus der Aufstellung dieser Reihe ist zu sehen, daß wirklich eine Entwicklung stattgefunden hat.

Wir erinnern uns, daß zwischen den beiden Unterarmknochen Elle und Speiche und der Mittelhand die Handwurzelknochen liegen. Beim Menschen sind 8 vorhanden (Abb. 214a). Und nun zeigt eine genaue Untersuchung, daß die Ausbildung und Entwicklung der Handwurzelknochen beim Menschen, Schimpansen und Gorilla – diese drei haben 8 Handwurzelknochen – durchaus übereinstimmt (Abb. 214 a, b), während sich der Orang-Utan mit 9 Handwurzelknochen deutlich von ihnen unterscheidet (Abb. 214 c). Das kann keine zufällige Erscheinung sein. Diese Tatsache mit noch mancher anderen zusammen erhärtet die Ansicht, daß Mensch, Schimpanse und Gorilla, aber nicht der Orang-Utan verwandtschaftlich zusammengehören. Es wurde absichtlich gesagt: „Diese Tatsache mit noch anderen zusammen“ – denn

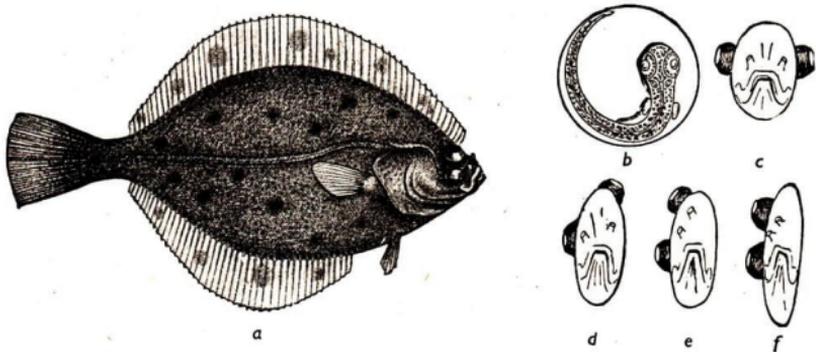


Abb. 215. Die Scholle (a) und ihre Entwicklung. b) Ei mit reifer Larve. c–f) Köpfe junger Schollen von vorn gesehen, um die Augenwanderung zu zeigen

eine Tatsache allein kann nicht für die Entscheidung wissenschaftlicher Fragen so weitgehender Bedeutung den Ausschlag geben. Es müssen einleuchtende Tatsachen aus verschiedenen Gebieten herangezogen werden.

Eine auffallende Eigentümlichkeit bei den Plattfischen (Scholle) ist das Vorhandensein beider Augen auf einer Körperseite (Abb. 215 a). Die Entwicklungsgeschichte einer jungen Scholle zeigt, daß bei ihr die Augen, wie bei andern Fischen, rechts und links am Kopfe sitzen (Abb. 215 b, c). Erst im Verlauf der weiteren Entwicklung wandert das linke Auge auf die rechte Seite (Abb. 215 d–f). Dieses Verhalten kann nur so gedeutet werden: Die Scholle stammt von gleichseitig gebauten Vorfahren ab, und in der Entwicklung des Einzelwesens werden die Veränderungen wiederholt, die die Familie im Laufe langer Zeiträume durchlaufen hat. Diese wenigen ausgewählten Tatsachen müssen genügen, um die „Abstammung“ (Deszendenz) deutlich zu machen.

3. Darwins Erklärung

Wie ist nun diese Abstammung zu erklären? Was sind die Ursachen, was führt zur Entstehung neuer Arten? Das Wesentliche von Darwins Gedankengängen ist kurz zusammengefaßt folgendes:

Unter den Nachkommen aller Lebewesen gibt es Formen, die sich in ganz geringem, oft nicht oder kaum feststellbarem Maße von ihren Eltern unterscheiden. (Diese Unterschiede können sich sowohl auf die Form und Ausbildung von Organen und Körperteilen als auch auf ihre Tätigkeit, ihre Funktion, beziehen. — Sind sie erblich, dann sprechen wir von den uns schon bekannten Erbänderungen oder Mutationen.)

Wie wir wissen, bringt die Natur eine viel größere Anzahl von Nachkommen hervor, als sie am Leben erhalten kann; die meisten gehen zugrunde. Es findet also auch in der Natur eine Auslese statt. Welche Formen bleiben aber am Leben? Und wer bewirkt hier die Auslese?

Darwin sagt, am Leben bleiben nur diejenigen Einzelwesen, die dem „Kampf ums Dasein“ am besten angepaßt sind. Diejenigen Formen, die vorteilhafte Abänderungen zeigen, werden den Kampf ums Dasein besser überstehen als solche mit unvorteilhaften Abänderungen. Mit anderen Worten: Der Kampf ums Dasein führt die natürliche Auslese, die Selektion, durch.

Wenn auch verschiedene Einwände gegen Darwins Lehre erhoben wurden, und manche seiner Gedanken eine Umdeutung erfuhren, die keineswegs im Sinne ihres Schöpfers lag, so ist doch ihr wesentlicher Kern und Inhalt unberührt geblieben.

Am Ende unserer kurzen Betrachtung über die Abstammungslehre wollen wir noch einen Blick auf den „Stammbaum“ der Wirbeltiere werfen (Abb. 216). Es sind schon viele derartige Stammbäume für die einzelnen Gruppen des Pflanzen- und Tierreiches aufgestellt worden; wir wollen betonen, daß nur größte wissenschaftliche Klarheit und Nüchternheit ein Abschweifen in das Reich der Phantasie verhindern können. Sie sind aber geeignet, uns eine Vorstellung von der Entwicklung, der Abstammung, zu vermitteln.

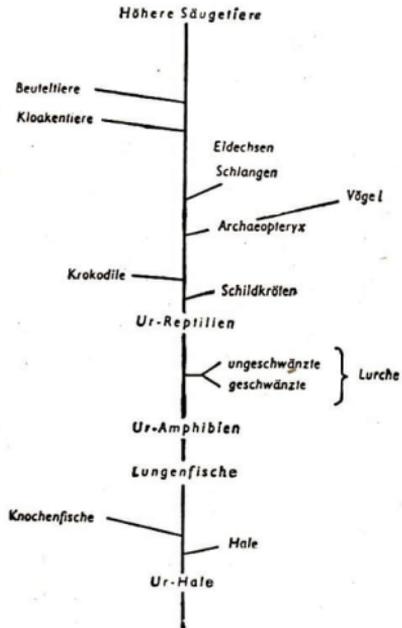


Abb. 216. Stammbaum (vereinfacht) der Wirbeltiere

VIII. Etwas von Pflanzen- und Tierzuchtung

1. Die ersten Haustiere und die Ursprungsgebiete unserer Kulturpflanzen

Die Vorfahren unserer Haustiere und Nutzpflanzen haben wir in Wildformen zu suchen. Die Frage, welche Gründe den Menschen dazu veranlaßten, Tiere in seine Gemeinschaft aufzunehmen, müssen wir offen lassen. Es liegt nahe, daran zu denken,

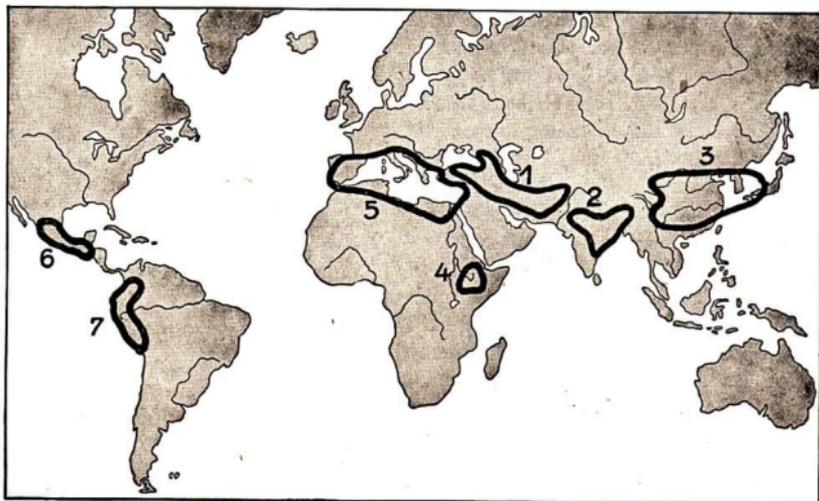


Abb. 217. Ursprungsgebiete unserer Kulturpflanzen (nach Wawilow)

daß in jenen fern zurückliegenden Zeiten neben dem Vorteil, Tiere zu halten, auch der Trieb zur Geselligkeit eine Rolle spielte.

Die ersten Hausgenossen wurden „gezähmt“, und wir können noch nicht von eigentlichen Haustieren sprechen; um so weniger als der Mensch zur mittleren Steinzeit noch nicht sesshaft geworden war. Für die Pflege von Nutzpflanzen ist die Sesshaftigkeit des Menschen Voraussetzung.

Das älteste Haustier ist der Hund. Er wurde vor etwa 10000 bis 12000 Jahren vom Menschen in Obhut genommen, während das Rind seit ungefähr 8000 bis 9000 Jahren Haustier ist. Das Pferd wurde zur Bronzezeit, also vor 2000 bis 3000 Jahren vor der Zeitrechnung der Hausgenosse des Menschen. Als Vorfahren kommen drei Formen in Betracht: das mongolische Pferd (Przewalski-Pferd), der Tarpan und ein alt-eiszeitliches Wildpferd. Der Tarpan ist eine Wildpferdform, die der mongolischen sehr ähnlich ist und noch im Mittelalter in Ostdeutschland vorkam. Das schon längst ausgestorbene alt-eiszeitliche Wildpferd ist aus Höhlenzeichnungen bekannt; es war ein

schweres Tier, das von den Menschen der Altsteinzeit gejagt wurde. — Die Stammformen von Rind und Schwein sind Ur und Wildschwein.

Die ältesten Funde von Kulturpflanzen stammen aus der jüngeren Steinzeit (Ägypten und Pfahlbauten in Süddeutschland); es sind Gerste, Weizen, Linsen und Erbsen. Später kamen dann noch Hirse, Hafer und Roggen dazu.

Wo ist nun die Heimat unserer Kulturpflanzen? Nach den Untersuchungen des russischen Forschers N.J.Wawilow müssen wir sieben Ursprungsgebiete unterscheiden (Abb. 217):

- | | |
|---------------------|--|
| 1. Südwestasien | Obst- (z. B. Apfel und Birne) und Getreidearten (z. B. Weizen und Roggen), Lein (Flachs), einige Hülsenfrüchte, Mohrrübe, Spinat |
| 2. Indien | Reis, Zuckerrohr |
| 3. Ostchina | Pfirsich, Mandel, Aprikose, Sojabohne |
| 4. Abessinien | Besondere Weizen- und Gerstenarten |
| 5. Mittelmeergebiet | Kohl, Zuckerrübe, einige Hülsenfrüchte (Lupine) |
| 6. Mittelamerika | Mais, Tomate, Bohne, Tabak, Baumwolle |
| 7. Bolivien — Peru | Kartoffel |

(Die Heimat ist unbekannt oder zweifelhaft von Hafer und Gerste.)

2. Erbänderung (Mutation) und Auslese (Selektion)

Schon lange weiß man, daß gelegentlich bei Pflanzen und Tieren im Laufe von Generationen die normale Weitergabe von Merkmalen unterbrochen wird und Merkmale neu auftreten, die ihrerseits von Generation zu Generation weitergegeben werden. So entstanden hornlose Rinder, dackelbeinige Schafe, schwanzlose Katzen (Abb. 218); Buchen, Erlen, Holunder und andere Pflanzen mit tiefgeschlitzten Blättern usw. Je eingehender man sich mit der Zucht von Pflanzen und Tieren zur Erforschung des Erbgeschehens beschäftigte, desto deutlicher erkannte man, daß Erbänderungen keineswegs selten sind. Manche Lebewesen, wie z. B. die Tauffliege und das Gartenlöwenmaul, überraschen durch die große Zahl der Mutationen (Abb. 219).

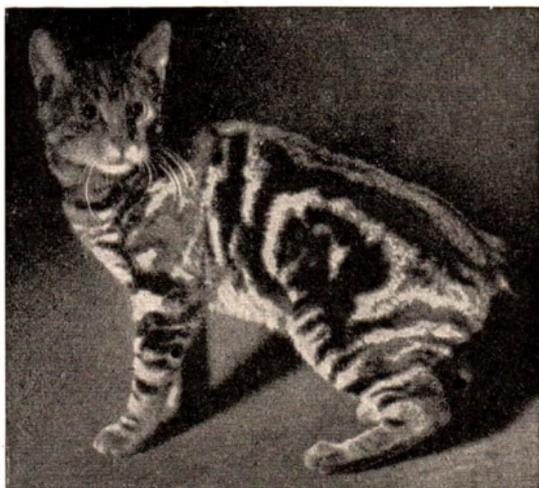


Abb. 218.

Stummelschwänzige Katze von der Insel Man als Beispiel einer Erbänderung bei Säugetieren

Erbänderungen, die für ein Wildtier schädlich sind, die aber der Mensch vor dem Verschwinden bewahrte, gibt es viele. So hat z. B. das Hausschwein, im Gegensatz zum Wildschwein, fast gar keine wärmenden Wollhaare mehr, sondern nur noch Grannenhaare (Borsten).

An den Küsten Nordeuropas und Liguriens (am Mittelmeer) wächst die Stamm-pflanze unserer wichtigsten Gemüseart, des Kohls (*Brassica oleracea*). Ein schlanker, ziemlich hoher Stengel trägt meergrüne, unbehaarte Laubblätter. Die unteren Blätter sind gestielt; die oberen, mehr länglich gestalteten, sitzen ohne Stiel am Stengel.



Abb. 219. Erbänderung beim Löwenmaul. Eine frühblühende Form (rechts) neben einer gleichaltrigen Pflanze der Ausgangsrace (links)

Aus dieser Pflanze sind schon seit alter Zeit unsere heutigen, zahlreichen Kohlsorten entstanden.

Die Entstehung des Kopfkohls z. B. können wir uns nur so vorstellen, daß unter den Sämlingen einer Wildkohlpflanze einmal eine Pflanze auftrat, deren Blätter sich zu einem Kopfe schlossen. Diese Eigenart wiederholte sich einheitlich bei deren Nachkommen; die erbliche Anlage des Wildkohls, freistehende, d. h. nicht zum Kopfgeschlossene Blätter hervorzubringen, hatte sich also plötzlich geändert. Es hatte eine Erbänderung (Mutation) stattgefunden. Andere Erbänderungen, die der Züchter „ausgelesen“ hat, sind der zu einer zarten Knolle verdickte Stengel (Kohlrabi) und die Rotfärbung der Blätter (Rotkohl); beim Blumenkohl haben sich die Blütenstände in eine fleischige, zarte Masse verwandelt. Beim Rosenkohl sind die Knospen, die in allen Blattachsen zu stehen pflegen, zu mehrere Zentimeter großen Köpfchen geworden.

Eine wesentliche Aufgabe des Züchters besteht in der planmäßigen Auslese der günstigsten Einzelwesen (Individuen) aus einem vorhandenen Bestand.

Ch. Darwin hat sich im Zusammenhang mit seinen Arbeiten zur Abstammungslehre auch eingehend mit Zuchtungsfragen beschäftigt, und wir wollen aus seinem Werk über die Domestikation¹⁾ einen Abschnitt wörtlich anführen:

„Wenn der Mensch auch Variabilität nicht verursachen und sie nicht einmal verhindern kann, so kann er doch die ihm von der Natur gebotenen Variationen auswählen, erhalten und häufen, auf welche Weise er nur immer will, und so kann er sicher ein bedeutendes Resultat erzielen. Zuchtwahl kann entweder methodisch und absichtlich, oder unbewußt und unabsichtlich ausgeführt werden. Der Mensch kann jede nacheinander auftretende

1) Charles Darwin: Das Variieren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. Aus dem Englischen übersetzt von J. Victor Carus. Stuttgart 1873. I. Band, Seite 4.

Variation in der entschiedenen Absicht, eine Rasse zu verbessern und zu verändern, und zwar in Übereinstimmung mit einer vorher gefaßten Idee, zur Nachzucht auswählen und erhalten; und dadurch, daß er auf diese Weise Variationen, die oft so unbedeutend sind, daß sie ein unerzogenes Auge kaum bemerkt, anhäuft, hat er wunderbare Veränderungen und Verbesserungen bewirkt. Man kann auch deutlich nachweisen, daß der Mensch ohne irgendwelche Absicht oder den Gedanken, die Rasse zu verbessern, nur dadurch, daß er in jeder folgenden Generation die Individuen, die er am höchsten schätzt, erhält und die wertlosen Individuen zerstört, zwar langsam aber sicher große Veränderungen herbeiführt. Da hierbei der Wille des Menschen ins Spiel kommt, so läßt sich verstehen, woher es kommt, daß domestizierte Rassen sich seinen Bedürfnissen und Liebhabereien anpassen. Wir können ferner einsehen, woher es kommt, daß domestizierte Rassen von Tieren und kultivierte Rassen von Pflanzen, mit den natürlichen Arten verglichen, oft einen abnormen Charakter darbieten; denn sie sind nicht zu ihrem eigenen Nutzen, sondern zu dem des Menschen modifiziert worden.“

3. Zuchtziele

Bei jeder Züchtung schwebt dem Züchter ein Ziel vor: etwa eine Getreiderasse, die einen besonders hohen Körnerertrag liefert, gegen Unbilden der Witterung möglichst widerstandsfähig ist, also vor allem eine große Standfestigkeit besitzt, in der zur Verfügung stehenden Vegetationszeit voll ausreift und endlich von Krankheitserregern möglichst wenig geschädigt wird. In ähnlicher Weise ergeben sich für die Haustiere ganz bestimmte Zuchtziele, die je nach der beabsichtigten Verwendung des Tieres verschieden sein werden.

Besonders zahlreich und oft sehr auffällig verschieden voneinander sind die Rassen der Hunde, Kaninchen, Hühner und Tauben. Aber auch alle anderen Haustiere sind in Rassen gespalten. Wir erkennen, daß z. B. das schwere Niederungsvieh der Norddeutschen Tiefebene und das kleinere beweglichere Gebirgsvieh verschiedenen Wesens sind, ganz abgesehen von den erblichen Färbungsunterschieden der Rinder. Stark verschieden sind auch die Rassen beim Pferd. Das leichtfüßige Araberpferd und das schwere Oldenburger Wagenpferd sind auffällige Gegensätze. Die künstliche Auslese oder „Zuchtwahl“ diente dazu, gewisse Erbänderungen nach dem Wunsche des Menschen zu bewahren. Damit hatte der Mensch es in der Hand, die für ihn nützlichen Eigenschaften von Pflanzen und Tieren schrittweise zu verbessern. Oft ist es schwierig für den Züchter, die nützlichen Erbänderungen (Mutationen) an seinen Tieren und Pflanzen zu erkennen.

Die Samen der gewöhnlichen **Lupine** (*Lupinus luteus* u. a.) sind sehr nahrhaft wie die anderer Hülsenfrüchtler, aber bitter und darum für die meisten Tiere ungenießbar. Offenbar traten aber immer wieder einzelne Pflanzen auf, die wenig oder gar keinen Bitterstoff enthielten, denn man fand gelegentlich die eine oder andere Lupine von Hasen und anderen Schädlingen stark zerfressen. Leider konnte man aber diese wertvollen Pflanzen äußerlich nicht erkennen. Man mußte also zunächst einen Weg suchen, wie man in möglichst kurzer Zeit Tausende der Pflanzen auf ihren Gehalt an Bitterstoff prüfen konnte. Man fand ihn im Jahre 1927, prüfte in den folgenden vier Jahren 3 Millionen Pflanzen und entdeckte unter ihnen sechs, die als Stammpflanzen für die gewünschte Rasse in Betracht kamen. Nun galt es bei jeder einzelnen festzustellen, ob sich ihre Armut an Bitterstoff vererbte und wie das geschah. Dank dieser Kenntnis vermochte man eine für den Anbau im großen geeignete Rasse der Süßlupine zu züchten. Als letzte Arbeit folgte schließlich die Erzeugung von ausreichenden Mengen Saatgut.

Wenn z. B. eine Kuh mehr Milch gibt als eine andere, so kann das zwei verschiedene Ursachen haben. Entweder ist sie allein durch besseres Futter dazu befähigt, oder sie hat auch bessere Erbanlagen. Ebenso ist es, wenn ein Huhn mehr Eier legt als ein anderes. In allen solchen Fällen kann der Züchter immer nur abwarten, ob die Nachkommen des Tieres dauernd Besseres leisten. Wenn das durch mehrere Generationen hindurch zutrifft, dann darf er annehmen, daß eine bessere Erbanlage vorliegt. Solche Tiere werden dann zur Zucht weiterverwendet. So hat man durch dauerndes Auswählen der besten Eierleger erreicht, daß manche Hennen jährlich bis zu 200 Eier legen. So viele Junge aufzuziehen, ist für ein Huhn ganz unmöglich. Dementsprechend ist bei solchen Hühnern der Trieb zum Brüten abgeschwächt, denn sonst wäre eine so hohe Legeleistung nicht möglich; die Brutlust unterbricht die Legetätigkeit. Dadurch, daß der Mensch ein einzelnes Tier besser behandelt

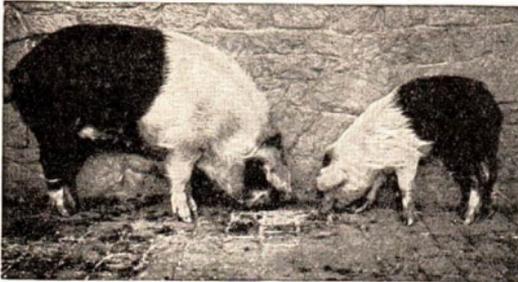


Abb. 220. Schweine aus gleichem Wurf und mit gleichen Erbanlagen; links gut genährt, rechts schlecht genährt

(Abb. 220) bzw. füttert, kann er dessen Erbanlagen aber nicht verbessern. Wenn ein Zuchtschwein z. B. besonders gut gefüttert wird, so werden deswegen seine Nachkommen nicht schneller fett werden, sobald man sie mäset. Oder: wenn eine Kuh auf die beste Weide getrieben wird und nun viel Milch gibt, dann werden deshalb ihre Kälber keine besseren Milchkuhe. Nichts

von solchen vom Einzelwesen erworbenen „Eigenschaften“ ist erblich; sie sind nur durch Umwelteinflüsse bedingte Abwandlungen (Modifikationen), keine Erbänderungen, und vergehen mit ihrem Träger.

Neben der Auslese von Erbänderungen (Mutationen) ist aber auch die Kreuzung eine wichtige Methode, um zu neuen Rassen zu kommen. Nützliche Eigenschaften, die sich bei verschiedenen Rassen finden, können durch zielbewusste Kreuzung in der Nachkommenschaft vereinigt werden.

So wurde z. B. die Winterhärte wenig ertragreicher schwedischer Landweizen mit ertragreichen, aber wenig winterfesten englischen Zuchtweizen kombiniert. — Die Krautfäule kann bei Kartoffeln jährlich einen Ernteausfall bis 50% verursachen. Man hat versucht, durch Kreuzen guter Kulturrassen mit südamerikanischen Wildformen, die gegen den Erreger der Kartoffelfäule widerstandsfähig sind, eine Rasse zu züchten, die derartig hohe Verluste unmöglich macht (Abb. 221). — Im Kampf gegen den Kartoffelkäfer wird versucht, eine Kartoffelstaude zu schaffen, die von diesem Schädling nicht befallen wird. Abb. 222 zeigt, welche Fortschritte z. B. hinsichtlich gleichmäßiger Form und Größe der Knollen schon erreicht wurden. Verkürzung der knollenbildenden Ausläufer ist ebenfalls ein wichtiges Zuchtziel. — Im Weinbau mußten jährlich gegen 50 Millionen Mark für Spritzmittel gegen den falschen Mehltau ausgegeben werden, die eingespart werden könnten, wenn es gelingt, widerstandsfähige Weinreben zu züchten. Entsprechendes gilt von den „reblausfesten Sorten“. — Der Petkuser Roggen bringt einen um 60 bis 70% höheren Er-

trag als irgend eine andere unter den gleichen Bedingungen. — Erstaunliche Erfolge wurden u. a. in Amerika von Burbank bei der Züchtung von Pflaumen erzielt; er sagt selbst: „Aus vielleicht 25000 verschiedenen Versuchen mit Pflaumen habe ich schließlich 30 oder 40 Exemplare erhalten, die etwas taugten, und etwa ein Dutzend, die ein wirkliches Geschenk für den Menschen waren. — Als ich mit meinen Versuchen begann, war die Pflaume klein, gewöhnlich sauer, mit einem großen Stein, und die begrenzte Anzahl der in Amerika verkauften Arten war im allgemeinen für die Verschickung ungeeignet. Ich wollte eine Pflaume züchten, die sich für Versendung eignete und die gut trocknete, eine schöne, saftige und große Pflaume, die sich gut einmachen ließ und nur einen kleinen Stein oder überhaupt keinen hatte“. In mühevollen und langwierigen Arbeiten ist dieses Zuchtziel erreicht worden. Bei der Kultur und Vermehrung der Obstsorten spielt, wie wir von früher wissen, die „Veredlung“, die Pfropfung, eine wichtige Rolle.

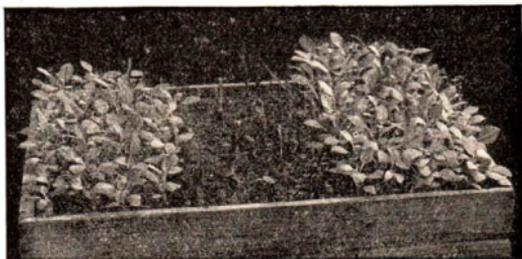


Abb. 221. Züchtungserfolg mit einer Kreuzung von Wildkartoffeln und Kultursorten. In der Mitte eine Kultursorte, deren Sämlinge der Infektion mit dem Erreger der Kartoffelfäule erlegen sind. Rechts und links davon die widerstandsfähige neue Sorte

Der russische Forscher Mitschurin (1855–1935) ging wissenschaftlich ganz neue Wege, als er die Methoden der Pfropfung mit den Methoden der Kreuzung und Auslese vereinigte, um neue Obstsorten zu züchten, die in klimatisch ungünstigen Gegenden noch wirtschaftlich hohe Erträge liefern. Sein Motto war: „Wir dürfen nicht auf die Gunstbezeugungen der Natur warten; unsere Aufgabe ist es, sie ihr zu entreißen!“ Er hatte mit seinen Methoden ganz außergewöhnliche Erfolge und es werden über 120 von ihm gezüchtete Obstsorten (Äpfel, Birnen, Kirschen, Pflaumen, Aprikosen, Brombeeren, Himbeeren, Trauben) in den verschiedenen Gegenden Rußlands angepflanzt. Es sei besonders darauf hingewiesen, wie wichtig es ist, für jede Gegend mit ihren besonderen Bedingungen (Klima, Boden!) die dafür geeigneten Kulturpflanzen und Nutztiere zu finden. In diesem Zusammenhange muß auf die *Jarovisation* (= Vermömerung, „Keimstimmung“) des russischen Botanikers T. Lysenko hingewiesen werden, mit der es möglich ist, zweijährigen Winterweizen

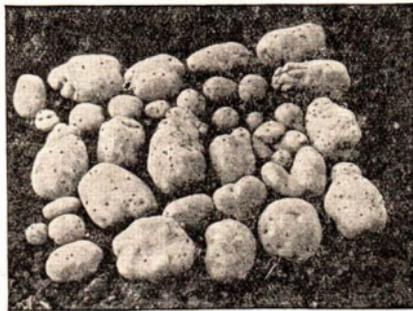
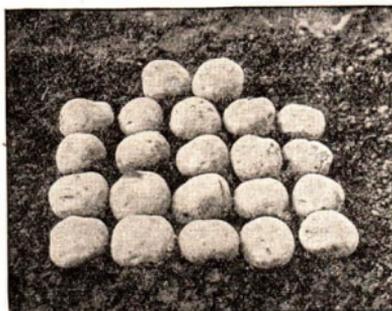


Abb. 222. Züchtung einer Kartoffelsorte auf gleichmäßige Form und Größe der Knollen. a Knollen einer solchen Sorte, b Knollen einer nicht „verbesserten“ Sorte

in einjährigen Sommerweizen umzuwandeln („umzustimmen“). Die Wintergetreide brauchen zu ihrer normalen Entwicklung ganz bestimmte Licht- und Wärmebedingungen (lange Sommertage mit viel Licht, tiefe Wintertemperaturen); wenn nun angequollenes Saatgut von Wintergetreide niederen Temperaturen nahe dem Gefrierpunkt ausgesetzt und nachher stark belichtet wird, so werden das Wachstum und die Reife dieses Getreides um einige Wochen „vorverlegt“. Das so behandelte Saatgut kann also in Gegenden Frucht tragen, deren natürliche Bedingungen (zu kurze Sommer) für eine Verwendung des unbehandelten Getreides nicht geeignet sind. Die Jarovisation gestattet also in bestimmten Grenzen ertragreiche Nutzpflanzen auch in klimatisch ungünstigen Gegenden anzubauen.

Wir haben gesehen, wie groß die Schwierigkeiten sind, aber wir sehen auch, wie groß noch das Betätigungsfeld für die zukünftige Züchtungsforschung und Züchtungspraxis ist. Ihren tiefen Sinn sehen wir darin, die Lebensbedingungen des einzelnen und der Völker zu verbessern und den Ansprüchen, die alle an eine gerechte Ordnung des Lebens stellen, zur Verwirklichung zu verhelfen. Wurden früher unsere Erfolge in jeglicher Ertragssteigerung im Hinblick auf geplante Angriffskriege „ausgerichtet“, deren verbrecherischen Wahnsinn jetzt wohl jeder eingesehen hat, so wollen wir uns bewußt sein, daß gerade diese Erfolge dem friedlichen Zusammenleben aller die Wege ebnen können.

IX. Wirbeltiere

Vorbemerkung. Wenn wir Tiere zerlegen, um ihren Bau kennenzulernen, dann treiben wir Anatomie. Wir werden, wenn wir in großen Zügen die Wirbeltiere kennengelernt haben, einige vergleichend-anatomische Betrachtungen anstellen. Das klingt recht großartig, wir wollen uns aber klar darüber sein, daß wir mit unseren geringen Kenntnissen keine tiefgründigen wissenschaftlichen Untersuchungen anstellen können. Wir können aber durchaus schon Verständnis dafür erlangen, welche große Bedeutung die vergleichend-anatomische Wissenschaft hat, besonders für die Abstammungslehre.

Eine vergleichende Betrachtung hat in vielen Fällen gezeigt, in welchem Grade manche Tiere miteinander „verwandt“ sind oder anders ausgedrückt, wie ihre Abstammung ist. Gerade die vergleichende Anatomie hat manche Belege dafür gebracht, daß es eine Abstammung, eine Entwicklung gibt. — Wir wollen darauf hinweisen, daß man bei solchen Vergleichen sehr vorsichtig und kritisch sein muß; ist man das nicht, dann kann man eine „Verwandtschaft“ und „Abstammung“ konstruieren, die in das Reich der Phantasie gehören. — Zuerst werden wir bei unseren Arbeiten ganz nüchtern beschreibende Anatomie treiben. Haben wir dann eine Reihe von Tatsachen beschreibend festgestellt, dann wollen wir sie in einem größeren Rahmen vergleichend betrachten. — Genau so wie in der Tierkunde gibt es natürlich auch eine vergleichende Betrachtung in der Pflanzenkunde.

Über alle unsere Untersuchungen machen wir uns sorgfältige Notizen; einfache Skizzen sollen das festhalten, was wir bei der Zerlegung gesehen haben. Wir bemühen uns stets, unsere Feststellungen in ganz klaren und eindeutigen Sätzen auszudrücken und nur das zu sagen, was wir wirklich gesehen haben.

1. Fische (Pisces)

Zum Zerlegen nehmen wir Fische, die wir billig beschaffen können. Das werden in einzelnen Gegenden ganz verschiedene sein. Sehr geeignet ist die Rotfeder (*Leuciscus rutilus*), Barsch (*Perca fluviatilis*), Karpfen (*Cyprinus carpio*), Schleie (*Tinca vulgaris*) und Blei (*Abramis brama*).

Haben wir Fische, die schon längere Zeit in Alkohol oder Formalin liegen, werden sie vorher ausgewässert.

Wir beschreiben jede Einzelheit, nichts ist unwichtig! Im folgenden sind die Fragen nicht vollständig ausgeführt, sondern nur durch ein Wort angedeutet. Wir wollen uns die Mühe machen, jede Frage in einen vollständigen Satz zu kleiden. — Bei der Zerlegung gehen wir sehr vorsichtig vor: Mit Pinzette und Schere lösen wir die einzelnen Organe von dem umgebenden Bindegewebe oder der Muskulatur. Es wird nicht gerissen oder gezerrt! — Wir betrachten die Fische zuerst im Ganzen. Färbung? Körperform? (Skizze!) Gliederung des Körpers? Flossen? Paarig, unpaarig? Harte (= steife, ungliederte) Flossenstrahlen? Weiche (= an der Spitze gespaltene, gegliederte) Flossenstrahlen? Wieviel Schuppenreihen ober- oder unterhalb der Seitenlinie? Wieviel Schuppenreihen von vorn nach hinten? (Die Formel: Sch 7-8/40-44/3-4 besagt: Oberhalb der Seitenlinie 7-8 Längsreihen; 40-44 Querreihen von vorn nach hinten; 3-4 Längsreihen unterhalb der Seitenlinie.) Schuppen auf dem Kopf? Bedeckung der Schuppen? Beschaffenheit der Haut? Form der Schuppen? Verlauf der Seitenlinie? Beschaffenheit einer Schuppe der Seitenlinie? Mund? Zunge? Zähne? Nasenlöcher? Augen? Lider? Kiemen? Bedeckung? Kiemenhaut? Kiemenstrahlen? Entsprechend der

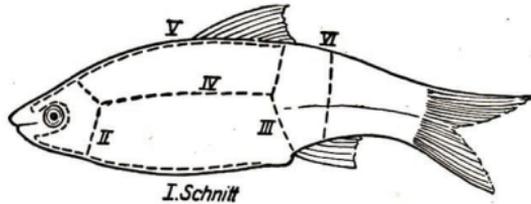


Abb. 223. Die für die Zerlegung des Fisches notwendigen Schnitte

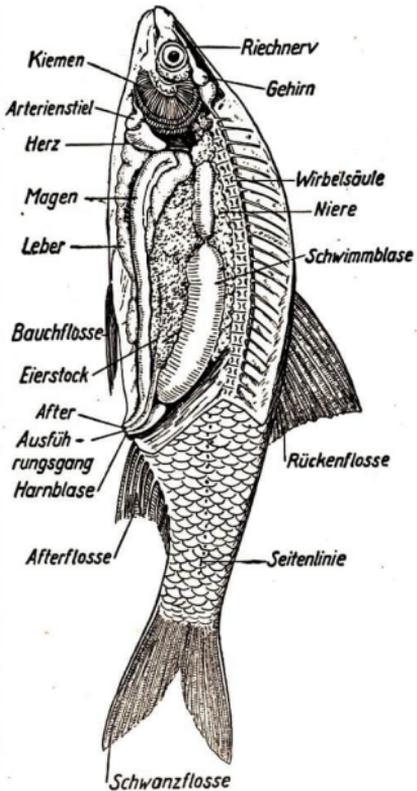


Abb. 224. Innerer Bau des Fisches

Abb. 223 legen wir die Schnitte. Mit der Schere wird Schnitt I in der Mittellinie vom After nach vorn bis zu den Kiemenstrahlen geführt. Wir müssen vorsichtig schneiden, denn wir wollen auf keinen Fall die Eingeweide verletzen. Nachdem wir Schnitt I ausgeführt haben, legen wir den Fisch ins Wachsbecken und befestigen

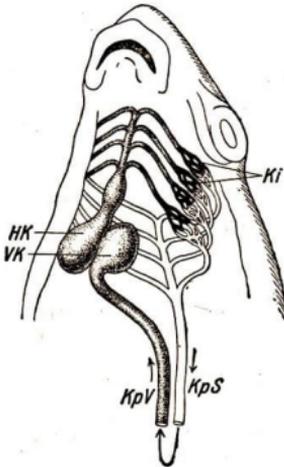


Abb. 225. Blutgefäßsystem im Vorderkörper eines Fisches. *Ki* Kiemen, *HK* Herzkammer, *VK* Vorkammer, *KpV* Körpervene, *KpS* Körperschlagader

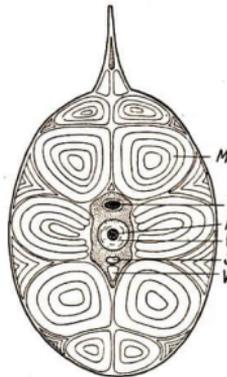


Abb. 226. Querschnitt durch einen Fischschwanz. *M* Muskelbündel, *R* Rückenmark, *Rs* Rückensaite (Chorda dorsalis), *W* Wirbel, *S* Schlagader, *V* Vene

ihn mit starken Nadeln. Schnitt II und III ergeben einen großen Lappen, der mit Schnitt IV entfernt wird. Durch weitere Schnitte wird das Auge umgangen und die ganze Seitenwand abgetragen. Die inneren Organe sind nun freigelegt. Wir verschaffen uns an Hand der Abb. 224 einen allgemeinen Überblick über: Schwimmblase? Form? Teile? Verbindung mit dem Darm? Kiemen? Herz? Herzbeutel? Vorkammer, Herzkammer? Die vier zu den Kiemen führenden Arterienpaare, die von dem Arterienstiel abgehen, werden freigelegt (Abb. 225). Niere? (Zwischen Schwimmblase und Wirbelsäule.) Harnleiteröffnung? Eierstock (Rogen)? Hoden (Milch)? Öffnungen der Geschlechtsorgane? Verlauf des Darmes? Darmschlingen? After? Weite des Darmes? Leber? Wieviel Leberlappen? (Unter dem oberen Leberlappen die Milz.) Gallenblase? Wie liegen die Körperöffnungen zueinander? Schlundknochen? — Aus dem Auge wird vorsichtig die Linse herauspräpariert. Form? — Freilegung des Gehirnes: Teile? Vorderes und hinteres Ende? Das Gehirn wird vorsichtig im Ganzen herausgetrennt und in Alkohol aufbewahrt. — Durch den Schwanzteil wird ein glatter Querschnitt (Abb. 223, IV und 226) gelegt und alle angegebenen Teile werden aufgesucht. Einige Wirbel werden herauspräpariert. Teile? Verbindung untereinander? Rückenmark? Rückensaite (Chorda dorsalis)? Blutgefäße?

Das Knochengerüst kann man gut kennenlernen, wenn man die Wirbelsäule mit Rippen und den Schädel von größeren Fischen — Seefischen, die im Haushalt verwendet werden — sorgfältig säubert, trocknet und zusammensetzt. Eine herausgenommene Schuppe wird bei schwacher Vergrößerung unter dem Mikroskop betrachtet.

Wenn es möglich ist, beobachten wir lebende Fische im Aquarium. Bewegung der Flossen? — Der Weg des Atemwassers kann folgendermaßen sichtbar gemacht werden. Etwas Karminpulver wird mit wenig Wasser angerührt (es kann auch etwas von Farbstoffmineralen abgeschabt werden, die in Wasser unlöslich sein müssen) und in einer Pipette aufgenommen. Bringt man einige Tropfen davon vor die Mundöffnung eines Fisches, der nicht lebhaft sein darf (Goldfisch), dann kann beobachtet werden, wie die Farbkörnchen in der Mundöffnung verschwinden und unter dem Kiemendeckel wieder hervorkommen.

2. Lurche (Amphibia)

Ebenso wie bei den Fischen, verwenden wir zum Zerlegen Tiere, die „konserviert“ sind, oder die erst kurz vorher getötet werden. Es kommen für eine Untersuchung in Frage: Der grüne Teich- oder Wasserfrosch (*Rana esculenta*) und der Grasfrosch (*Rana temporaria*). Zuerst betrachten wir das Tier im Ganzen: Gestalt? Gliederung? Färbung? Verschiebbarkeit der Haut? (Diese wird durch die großen Lymphsäcke verursacht, die unter der Haut liegen.) Gliedmaßen? Schwimmhäute? Mundöffnung? Zunge? Zähne? Nasenöffnungen? Augen? Augenlider? Trommelfell? Schallblasen?

Der Frosch wird in Rückenlage im Wachsbecken befestigt. Die Gliedmaßen werden abgespreizt und mit Nadeln festgesteckt. — In der Nähe des Afters wird die Haut mit der Pinzette angehoben und mit einem kleinen Scherenschnitt quer durchtrennt. Von hier aus wird mit der Schere in der Mittellinie die Haut bis zum Kinn aufgeschnitten. (Vorsicht! Die Leibeshöhle darf nicht geöffnet werden.) Vier weitere Hautschnitte, die von dem Mittelschnitt (zwei vor dem After, zwei in der Brustgegend) zu den vier Gliedmaßen und an diesen entlang führen, ermöglichen das Zurückschlagen der Körperhaut. (Feststecken mit Nadeln.)

Wenn die Brustmuskulatur vorsichtig mit der Pinzette angehoben und sorgfältig entfernt wird, ohne die darunter liegenden Knochen und Knorpel zu verletzen, kann der Schultergürtel freigelegt werden (Abb. 227). Er wird entfernt; dabei ist sehr darauf zu achten, daß durch die Schnitte nicht das Herz verletzt wird. — In der Mittellinie wird die Bauchdecke bis zum After geöffnet und seitlich festgesteckt. Die Eingeweide liegen jetzt frei und können mit Hilfe von Abb. 228 einzeln festgestellt werden (unter Wasser).

Herz? Herzbeutel? (Herzkammer und zwei Vorkammern.) Farbe? Wir versuchen die wichtigsten Gefäße zu erkennen und in ihrem Anfangsteil freizulegen. (Das muß sehr vorsichtig und ruhig gemacht werden. Abb. 229 gibt die Verhältnisse wieder.) Die Herzkammer verläßt ein verdickter Arterienstiel, der sich bald weiter teilt (Hals-, Körper-, Lungenschlagader).

Wir müssen das Herz anheben, wenn wir die Venen, die zum Herzen hinführenden Gefäße, erkennen wollen. Es sind eine untere und zwei obere Hohlvenen, die in dem Venenbeutel zusammentreffen, der in die rechte Vorkammer mündet. Die Lungenvene dagegen mündet in die linke Vorkammer. Es sind also schon etwas verwickelte Verhältnisse, die wir hier andeuten, und wir haben einen Eindruck davon, daß es nicht so ganz einfach ist, den Blutkreislauf eines Wirbeltieres klarzulegen. (Eine schematische Übersicht finden wir in Abb. 238, in der aber Einzelheiten über die verschiedenen Gefäße, die wir gerade erwähnten, nicht angegeben sind.)

Lungen? Luftröhre mit Bronchien? Leber? Wieviel Lappen? Größe? Die Leber muß hochgehoben werden, damit Galle und Bauchspeicheldrüse gut sicht-

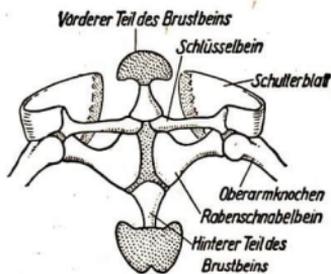


Abb. 227. Schultergürtel des Frosches

bar werden. Verbindungen zwischen Leber, Gallenblase, Bauchspeicheldrüse und Darm? Teile des Darmkanals: Speiseröhre? Magen? Zwölffingerdarm? Dünndarm? Dickdarm? Unter dem Zwölffingerdarm die Milz. Die Harnblase besteht aus zwei großen, dünnhäutigen Teilen. (Durch Einspritzen von Wasser mit einer Pipette kann man die Harnblase füllen. Als Kloake wird der Raum bezeichnet, in den Darm und Harnleiter münden.) Der Darmkanal wird vorn an der Speiseröhre abgeschnitten und vorsichtig seiner ganzen Länge nach freigelegt; dann wird er geöffnet und die Innenfläche der einzelnen Teile verglichen. Leber, Darm, Bauchspeicheldrüse und Herz werden vollkommen herausgenommen. Bei weiblichen Tieren finden wir die Eierstöcke (der Mitte zu) mit den Eileitern (an der Seite); dazwischen den lappigen Fettkörper. Die Eileiter münden in die Kloake. Je nach dem Alter und der Jahreszeit sind die Organe verschieden weit entwickelt. In den Eileitern erhalten die Eier die Gallerthülle. Wenn Eierstöcke und Eileiter entfernt sind, werden die Nieren gut sichtbar (Farbe?), an deren Außenseiten die beiden Harnleiter verlaufen. — Bei männlichen Tieren finden wir neben der Wirbelsäule die Hoden, die mit Aufhängebändern befestigt sind, und ebenfalls den Fettkörper. Samenleiter (von den Hoden) und Harnleiter (von den Nieren) vereinigen sich zu einem gemeinsamen Gange, der seitlich der Niere verläuft (Harnsamenleiter).

Sind alle erwähnten Organe entfernt, werden die von der Wirbelsäule abgehenden Nerven gut sichtbar. Die Schädeldecke wird abgetragen und das Gehirn freigelegt. Teile? Es wird (wie beim Fisch) im Ganzen herausgetrennt und in Alkohol aufbewahrt.

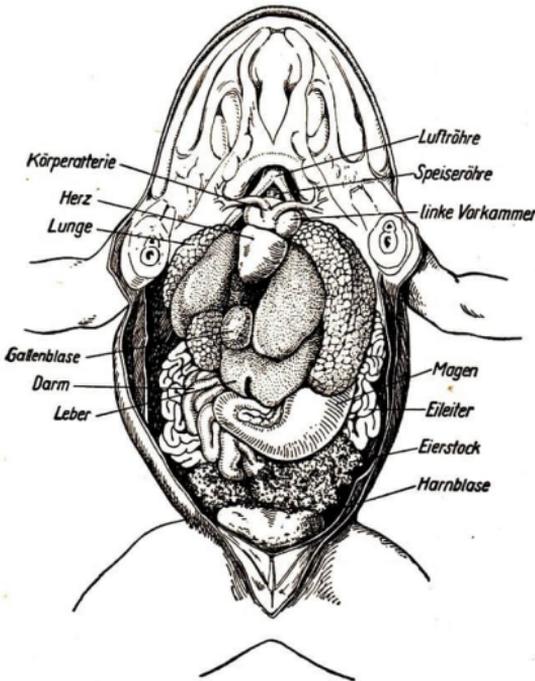


Abb. 228. Innerer Bau des Frosches

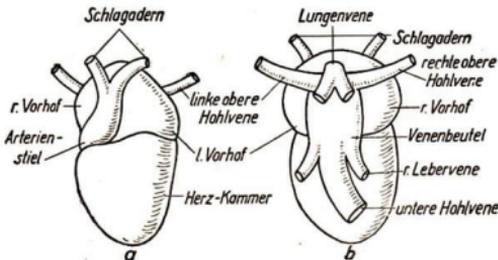


Abb. 229. Das Herz des Frosches. a von vorn, b von hinten

3. Kriechtiere (Reptilia)

Die Zerlegung einer Eidechse, die zweckmäßig als Beispiel für ein Kriechtier gewählt wird, erfolgt nach denselben Grundsätzen wie die Zerlegung von Fisch und Frosch.

Es wird zuerst der äußere Körperbau beschrieben und dann das Tier geöffnet (Schnitt dicht neben der Mittellinie). Wir stellen uns ganz entsprechende Fragen wie bei den vorhergehenden Übungen. — Da es aber schwieriger ist, Eidechsen zu bekommen, und da es bei der geringen Häufigkeit der Tiere nicht angebracht ist, diese zu verfolgen, werden wir sie kaum in der Schule regelmäßig zerlegen. An Hand der Abb. 230 sind wir in der Lage, alle wichtigen Organe festzustellen, wenn wir die Gelegenheit haben, eine Eidechse zu zerlegen. Bei der Abbildung handelt es sich um eine weibliche Zauneidechse. — Über den Eierstöcken liegen (in der Abbildung nicht zu sehen) länglich drüsige Gebilde: die Nebennieren. Die Nieren selbst liegen in der Mitte. — Haben wir ein männliches Tier geöffnet, so finden wir an Stelle der Eierstöcke die Hoden und (ebenfalls daneben wie bei den weiblichen Tieren) die Nebennieren. Neben den Hoden liegen nach außen die aus vielfach verschlungenen Kanälchen bestehenden Nebenhoden. Zwei Harnsamenleiter führen nach außen.

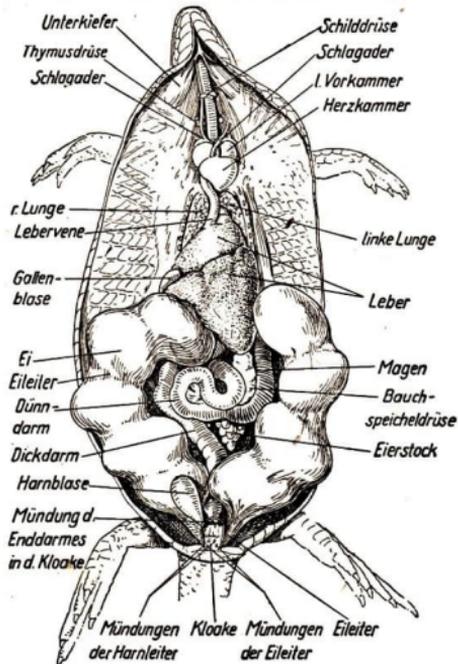


Abb. 230. Innerer Bau der Zauneidechse

4. Vögel (Aves)

Um den Bau eines Vogels kennen zu lernen, ist die Taube (*Columba livia*) besonders gut geeignet. Nun ist ja vorläufig nicht daran zu denken, daß Tauben für Übungen im Zergliedern in der Schule verwendet werden; es werden Vögel genommen werden müssen, die zugänglich sind (z. B. Sperlinge), wenn auch das Zerlegen so kleiner Vögel unbequemer ist als das größerer. Die Abbildung 231 bezieht sich auf die Taube; die Abweichungen werden beim Zerlegen deutlich werden.

Bei jedem Vogel, den wir zerlegen wollen, beschreiben wir vorher den Körperbau in allen Einzelheiten (wie bei den früheren Übungen: Größe, Gestalt, Gliederung, Gliedmaßen, Augen, Ohren, Nasenöffnungen usw.) Die eigentlichen Vogelmerkmale werden besonders betont. Schwung-, Deck- und Dunen-Federn? Unterschied? Teile? Bau? (Betrachtung mit schwacher Vergrößerung des Mikroskopes oder mit

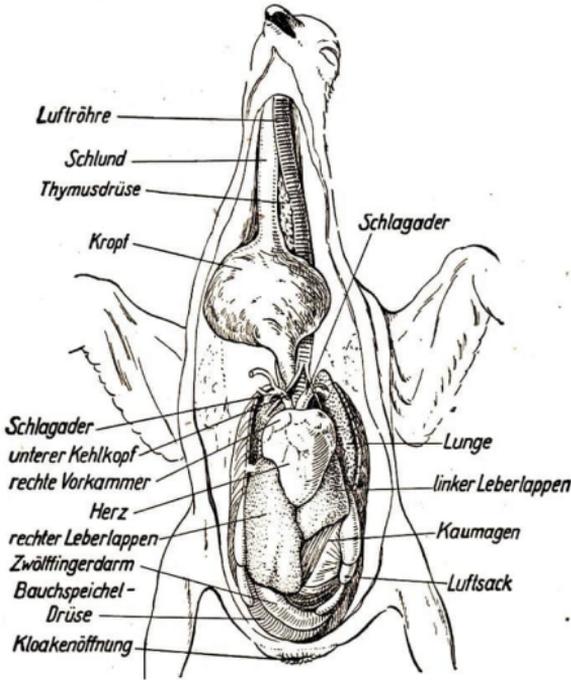


Abb. 231. Innerer Bau der Taube

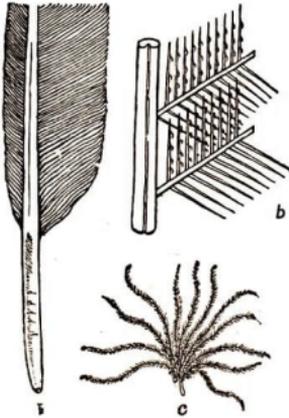


Abb. 232.

Federarten. a Umrißfeder, b ein Stückchen der Federfahne, vergr., c Dunenfeder

der Lupe (Abb. 232). Federfluren? Raine? Ein Flügel wird ausgebreitet und nach Entfernung der Deckfedern werden die Hand- und Armschwingen aufgesucht (Abb. 233). Aus welchen Knochen besteht der Flügel? Welcher Finger trägt die Handschwingen (Abb. 234)?

Die Federn werden durch Rupfen sorgfältig entfernt. Grobes Reißen ist zu vermeiden, damit keine Blutungen auftreten. Ist der Vogel vollkommen nackt, wird er wie üblich im Wachsbecken in Rückenlage festgesteckt. Die Haut wird vorsichtig von der Kloake bis zum Schnabel aufgeschnitten. Der Mittelschnitt wird seitlich erweitert. Die Seitenlappen werden festgesteckt. An Hand der Abb. 234 und wenn irgend möglich eines Skelettpräparates vergegenwärtigen wir uns, welche Kno-

chen den Schultergürtel zusammensetzen. Der große Brustmuskel wird jederseits des Brustbeinkammes durchgeschnitten und losgelöst. Das Brustbein selbst wird mit einem Scherenschnitt von den Rippen getrennt (vorsichtig!) und der Schnitt bis zum Schultergürtel fortgeführt. Er wird sorgfältig ohne Reißen und Zerren aus den Gelenken gelöst. Ein Schnitt bis zur Kloake legt die inneren Organe frei (Abb. 231). Mit einem passenden Glasrohr wird Luft in die Luftröhre geblasen, damit die Luftsäcke deutlicher werden. Wieviel? (Abb. 231.) Herz? Herzbeutel? Dieser wird entfernt. Ein gelbes Fettband zeigt die Grenze zwischen Vorkammer und Herzkammer an. Gefäße? Das Herz wird herausgenommen; Schnitte in verschiedenen Richtungen zeigen, daß es aus zwei Kammern und zwei Vorkammern besteht.

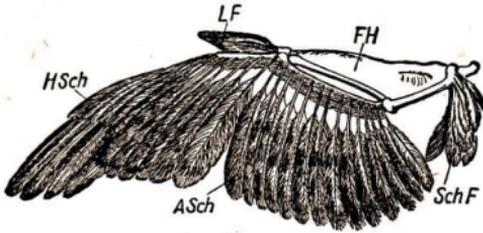


Abb. 233.

Vogelflügel nach Entfernung der Deckfedern. *HSch* Handschwinger, *ASch* Armschwinger, *LF* Lenkfittich, *SchF* Schulterfittich, *FH* Flughaut

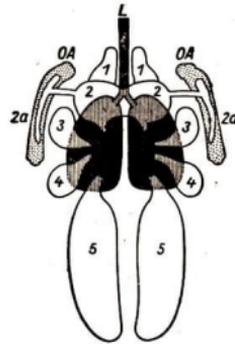


Abb. 235.

Lungen eines Vogels. *L* Lufttröhre, 1-5 Luftsäcke, *OA* Oberarmknochen, *2a* sein Luftsack Luftpore und Lungen schwarz; wo sie von den Luftsäcken bedeckt sind: gestreift (vgl. Abb. 231)

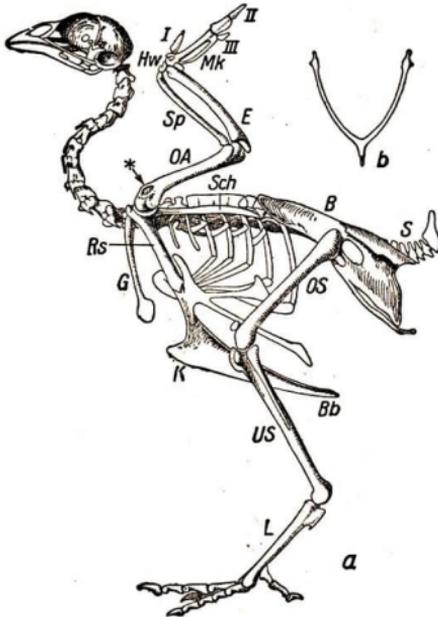


Abb. 234.

Knochengerrüst eines Vogels. *G* Gabelbein, in *b* von vorn gesehen; *Rs* Rabenschnabelbein, *K* Kamm des Brustbeins *Bb*, *Sch* Schulterblatt, *B* Beckenknochen. *S* Schwanzwirbel *OA* Oberarmknochen, * Eintrittsstelle für einen Luftsack, *E* Elle, *Sp* Speiche, *Hw* Handwurzelknochen, *Mk* Mittelhandknochen, *I-III* Fingerringe, *OS* Oberschenkelknochen (unten die ihm anliegende Kniescheibe), *US* Unterschenkelknochen, *L* Laut

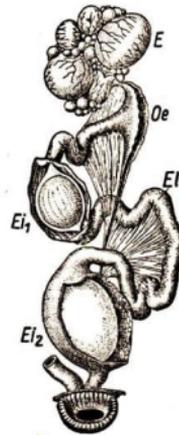


Abb. 236.

Fortpflanzungsorgane eines Huhnes. Aus dem Eierstock (*E*) tritt das Ei durch eine Öffnung *Oe* in den Eileiter (*Ei*), der durch Häute befestigt ist. Zwei verschieden alte Eier sind durch Öffnung des Eileiters sichtbar gemacht

Leber ? Wieviel Lappen ? Größe ? Die Gallenblase fehlt. Der rechte Leberlappen wird nach oben gelegt. Wieviel Gallengänge ? Mündung in den Zwölffingerdarm. Bauchspeicheldrüse ? Ausführungsgänge ? — Die Leber wird herausgenommen. Wir

verfolgen den Verdauungskanal von der Mundhöhle an. Zunge? Schlund? Kropf? Drüsen- oder Vormagen? An seiner Hinterseite die Milz. Muskelmagen? Wir öffnen ihn. Inhalt? Innenfläche? Zwölffingerdarm? Dünndarm? Blindsäcke am Ende des Dünndarms? Enddarm? — Neben der Luftröhre die Thymusdrüse. Dahinter, d. h. der Leibeshöhle zu, die Schilddrüse. Oberer und unterer Kehlkopf? Bronchien? Lungen? Luftsäcke (Abb. 235)? Der Darm, Leber, Bauchspeicheldrüse, die Luftsäcke und die rundlichen Nebennieren werden herausgenommen. Beiderseits zwei Nieren. Wieviel Teile? Harnleiter? Harnblase? — Beim weiblichen Tier: Ein Eierstock (der linke; der rechte fast vollständig verkümmert). Eileiter? Anfang und Ende des Eileiters (Abb. 236)? Beim männlichen Tier: Die Hoden über den Nebennieren mit den Samenleitern.

Die Schädeldecke wird vorsichtig abgenommen und das Gehirn freigelegt. Teile? Die vom Gehirn abgehenden Nerven werden durchgetrennt, und das Gehirn wird herausgenommen. (Vorsichtig!) Betrachten von der Unterseite. Das Gehirn wird im ganzen in Alkohol aufbewahrt.

5. Säugetiere (Mammalia)

Den inneren Bau eines Säugetieres können wir sehr gut beim Zerlegen eines Kaninchens (*Oryctolagus cuniculus*) kennen lernen. Aus den verschiedensten Gründen verbietet sich aber vorläufig eine Zerlegung sowohl junger als auch ausgewachsener junger gesunder Kaninchen in der Schule. Weiße Mäuse sind wegen ihrer Kleinheit unbequem. Weiße Ratten und Meerschweinchen sind — wenn sie beschafft werden können — hervorragend geeignet. (Durch Krankheit eingegangene Tiere — Vögel und Säugetiere — werden in der Schule nicht zerlegt.) Auch vor der Zerlegung eines Säugetieres wird der äußere Körperbau untersucht und alle wichtigen Einzelheiten beschrieben. Die Abbildung 237 bezieht sich auf das Kaninchen.

Haarkleid? Welche Arten von Haaren? Anzahl der Zehen? Krallen? Schwanz? Augen? Ohren? Nase? Gebiß? Zunge?

Das Tier wird auf einem passenden glatten Brett auf dem Rücken mit Nägeln befestigt; die Gliedmaßen dürfen nicht zu stark, aber auch nicht zu schwach gespannt werden. Das Fell wird in der Mittellinie angefeuchtet und nach rechts und links auseinandergelegt. Vom Becken bis zum Kinn wird ein Hautschnitt gelegt, d. h. das Fell wird mit der Pinzette angehoben und durchschnitten. Der Nabel wird umgangen. Die Bauchdecke wird nicht verletzt. Die Haut wird vorsichtig abgelöst (nicht reißen!) und seitlich festgesteckt, so daß die Bauchseite nackt ist. Milchdrüsen? „Weiße Linie“? — Mittelschnitt vom Schambein bis zum hinteren Rand des Brustbeines; seitliche Schnitte am Rande der Rippen entlang. Feststecken der seitlichen Lappen.

Zwerchfell? Trennung von Brust- und Bauchhöhle. Leber? Teile? Gallenblase? Magen? Form? Netz? Milz? (Auf der linken Seite des Tieres.) Dünndarm? Blinddarm? Größe? Lage? Wurmfortsatz? Dickdarm? (Dieser ist an den Einkerbungen zu erkennen.) Mastdarm? Harnblase? An den Magen schließt sich der Zwölffingerdarm an (Duodenum). In der Zwölffingerdarmschlinge die Bauchspeichel-

drüse. Hinter dem Magen und vor dem After wird der Darm mit je zwei dicht nebeneinander liegenden Schlingen abgebunden und dann zwischen beiden abgeschnitten. Er wird mit Leber, Galle und Bauchspeicheldrüse vollkommen herauspräpariert und beiseite gelegt. — Nieren? Nierenkapsel? Lage der Nieren zueinander? Ursprung der Harnleiter? Verlauf? Eine Niere wird herausgelöst und durchschnitten (Flächenschnitt): Mark und Rinde. Anfangsteil des Harnleiters? — Innen vom oberen Rand der Nieren: die Nebennieren. — Beim weiblichen Tier: Eierstöcke mit Eileitern, die sich am Ende erweitern. Beim männlichen Tier: Hoden mit Samenleitern.

Die Rippen werden, nachdem das Zwerchfell gelöst ist, rechts und links vom Brustbein und an den Seiten mit der Schere durchschnitten (Vorsicht!); die Seitenteile und das Brustbein werden entfernt. — Lunge? Flügel? Herz? Herzbeutel? Dieser wird abpräpariert. Die einzelnen vom Herzen abgehenden und zum Herzen hinführenden Gefäße sind schwierig festzustellen. Zwei Vorkammern. Zwei Herzkammern. Das Herz wird herausgelöst, wobei die Gefäßendigungen (oder Anfänge!) möglichst lang gelassen und aufgeschnitten werden. (Rechts und links nicht verwechseln!)

Der Hals wird bis zum Kinn geöffnet. Luftröhre? Aussehen? Bau? Bronchien? Kehlkopf? Öffnen. Kehldeckel? Nach vorn: Speicheldrüsen. Nach unten: Schilddrüse.

Der Kopf wird vom Rumpf getrennt und Haut und Muskulatur entfernt. Die Schädelkapsel wird mit einer Laubsäge aufgesägt: vom Hinterhauptsloch über den Augen nach vorn der Mitte zu. (Vorsichtig, um das Gehirn nicht zu verletzen!) —

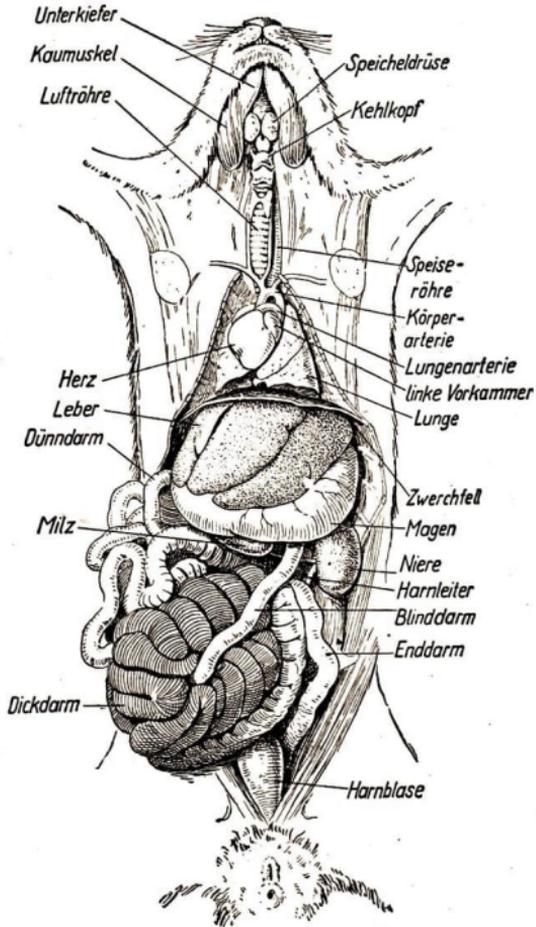


Abb. 237. Innerer Bau des Kaninchens

Harte Hirnhaut? — Das vollständige Herauspräparieren des Gehirns ist sehr schwierig. Die harte Hirnhaut muß aufgeschnitten und beiseite gezogen werden. — Die Öffnung des Schädels muß stark erweitert werden (Knochenzange). Die Nerven werden durchtrennt; das Lösen des Gehirns von der Schädelbasis erfordert Geschicklichkeit! — Schließlich soll das Gehirn in ein Gefäß mit verdünntem Alkohol gebracht werden.

6. Vergleichende Betrachtung

Zu Beginn des Kapitels über die Wirbeltiere wurde gesagt, daß eine vergleichende Betrachtung anatomischer Einzelheiten sehr aufschlußreich sein kann. Nun können

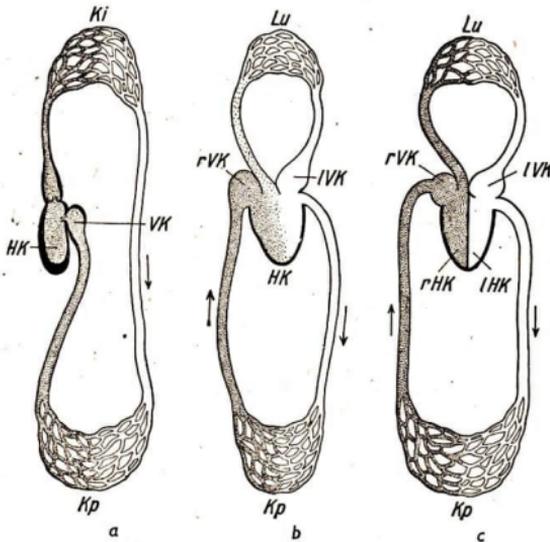


Abb. 238. *a* Kreislauf der Fische, *b* Kreislauf der Lurche und Kriechtiere, *c* der Vögel und Säugetiere, *Lu* Lungen-, *Ki* Kiemen-, *Kp* Körperkapillarnetze, *r* und *lVK* rechte und linke Vorkammer, *r* und *lHK* rechte und linke Herzkammer

den Kiemen geht das mit Sauerstoff versehene Blut unmittelbar in den Körper. In unseren schematischen Zeichnungen sind die Verzweigungen der Gefäße im einzelnen nicht gezeichnet. Es ist nur das Kapillarnetz (*Ki* und *Kp*) als solches angegeben. Das soll heißen, daß sich die zu den Kiemen gehenden und von ihnen kommenden Gefäße bis ins feinste verzweigen. Die Kapillaren (Haargefäße) sammeln sich im Körper und das sauerstoffarme Blut kommt zum Herzen zurück, um von dort mit neuem Antrieb wieder in die Kiemen gedrückt zu werden. Bei den Lurchen ist das Herz bereits in zwei Vorkammern und eine Herzkammer gegliedert (Abb. 229 und 238). Aus der Herzkammer führen Schlagadern zu den Lungen und in den Körper. Es ist nur je ein Gefäß gezeichnet: Von der Herzkammer aus nach links oben zur Lunge und

wir nicht in wenigen Stunden die vielen Ergebnisse herausarbeiten, die die Wissenschaft im Laufe einer langen Zeit gefunden und ausgewertet hat. Wir können nur wenige Beispiele auswählen. Wir wollen vergleichend den Blutkreislauf der Wirbeltiere betrachten, wovon wir im Verlaufe unserer Übungen im Zerlegen einige Tatsachen kennen lernten. Abbildung 238 ist eine schematische Zusammenstellung. In der Wirbeltierreihe finden wir bei den Fischen die denkbar einfachsten Verhältnisse. Aus dem Herzen (Arterienstiel) treten vier Paar Kiemenarterien aus. Von

nach rechts unten zum Körper. Das Herz führt gemischtes Blut: Es strömt in ihm das verbrauchte Blut aus dem Körper (von links unten) mit dem mit Sauerstoff versehenen aus der Lunge (von rechts oben) zusammen. Bei den Kriechtieren haben sich die Verhältnisse insofern weiter gewandelt als sich eine Trennung der Herzkammer angebahnt hat, die allerdings noch nicht vollständig ist. Es kann sich das Blut also immer noch mischen. Deshalb gilt Abb. 238 b für Lurche und Kriechtiere. Bei den Vögeln und Säugern ist nun die Trennung der Herzkammer in zwei Teile, wie bei den Reptilien angebahnt war, vollständig durchgeführt, und wir finden neben den beiden Vorkammern zwei getrennte Herzkammern. Damit ist auch nicht mehr das Blut „gemischt“, sondern in zwei Arten geschieden. Sein Weg ist folgender: Aus der rechten Herzkammer wird es in die Lungen gedrückt, wo es seine Kohlensäure abgibt und neuen Sauerstoff aufnimmt. Von der Lunge strömt es in die linke Vorkammer und weiter in die linke Herzkammer, aus der es nun in den Körper gelangt. Im Körperkapillarnetz gibt es den Sauerstoff ab und kommt verbraucht durch die rechte Vorkammer in die rechte Herzkammer zurück, von wo aus der Kreislauf von neuem beginnt. Wie wir sehen, haben wir von den Lurchen an zwischen einem Lungen- und Körperkreislauf zu unterscheiden. Von früher wissen wir, daß alle Gefäße, die vom Herzen weg führen, Arterien heißen; die zum Herzen hin führenden Gefäße sind die Venen. Nun haben wir das kohlenäurereiche Blut venös und das sauerstoffreiche Blut arteriell genannt. Es ergibt sich also, daß die aus der linken Herzkammer zur Lunge führenden Arterien venöses Blut führen, während die von der Lunge zum Herzen führenden Venen arterielles Blut enthalten.

Die Abb. 239 und 240 zeigen die verschiedene Ausbildung der Hand- und Fußskelette bei einzelnen Formen der Säugetiere.

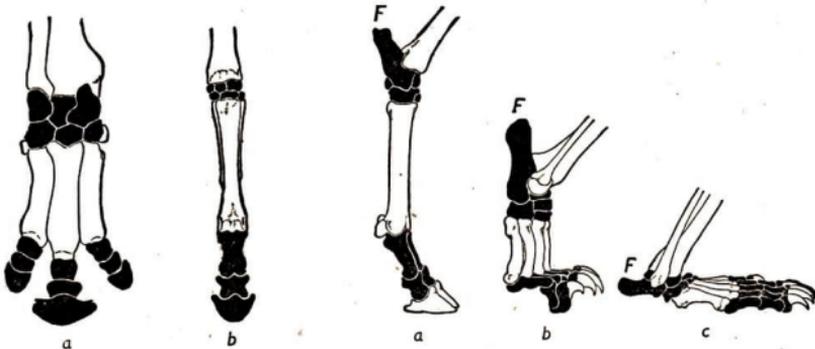


Abb. 239.
Handskelette. a Nashorn, b Pferd

Abb. 240. Fußskelette. a Spitzengänger (Rind),
b Zehengänger (Löwe), c Sohlengänger (Bär). F Fersenbein

Weitere ausgewählte Tatsachen aus dem Gebiet der vergleichenden Anatomie, die für die Entwicklung, die Verwandtschaft einiger Lebewesen besonders wichtig und einleuchtend sind, werden in dem Kapitel Abstammungslehre behandelt.

7. Rückblick auf den Tierkreis der Wirbeltiere

a) Die Hauptmerkmale der Wirbeltierklassen

Klassen	Haut	Atmung	Herz	Blutkreislauf	Körpertemperatur	Fortpflanzung
1. Fische	meistens Knochen-schuppen unter schlüpfriger Oberhaut	Kiemens, daneben selten Lungen (Lungenfische)	1 Vor-kammer 1 Herz-kammer	einfach	wechsel-warm	Eier legend, seltener lebendig gebärend
2. Lurche	schlüpfrig, oft drüsen-reich	zuerst Kiemen, später meist einfache Lungen	2 Vor-kammern 1 Herz-kammer	unvoll-ständig doppelt	wechsel-warm	gallert-schalige Eier, seltener lebendig gebärend
3. Kriech-tiere	hornige Schuppen oder Schilder, drüsen-arm	Lungen mit grober Kamme-rung	2 Vor-kammern meistens nur 1 Herz-kammer	unvoll-ständig doppelt	wechsel-warm	kalk- oder perga-ment-schalige Eier, seltener lebendig gebärend
4. Vögel	Feder-kleid, drüsen-arm	Lungen mit feinsten Kamme-rung	2 Vor-kammern 2 Herz-kammern	doppelt	gleich-warm	kalk-schalige Eier
5. Säugetiere	Haar-kleid	Lungen mit feinsten Kamme-rung	2 Vor-kammern 2 Herz-kammern	doppelt	gleich-warm	lebendig gebärend

b) Systematische Einteilung der Wirbeltierklassen

Es sind nicht alle Ordnungen und Familien aufgeführt.

1. Klasse **Fische** (Pisces)

1. Unterklasse: Knorpelfische

Mit den Ordnungen der Haie, Rochen und Seedrachen und mit den Familien der Katzenhaie, Menschenhaie, Zitterrochen usw.

2. Unterklasse: Knochenfische

Einige Ordnungen: Lungenfische, Störe, echte Knochenfische. Diese mit vielen wichtigen Familien, z. B.

Karpfen,	Stichlinge,	Schollen,
Heringe,	Aale,	Dorsche
Lachse,	Barsche,	usw.

2. Klasse **Lurche** (Amphibia)

1. Ordnung: Schwanzlurche

Einige Familien: Molche, Olme, Salamander.

2. Ordnung: Froschlurche

Einige Familien: Kröten, echte Frösche, Laubfrösche.

3. Klasse **Kriechtiere** (Reptilia)

1. Ordnung: Eidechsen

Familie: Schleichen (z. B. Blindschleiche)

„ eigentliche Eidechsen (Zauneidechse, Smaragdeidechse usw.)

„ Agamen

„ Leguane

2. Ordnung: Schlangen

Familie: Nattern (z. B. Ringelnatter, Brillenschlange)

„ Vipern (z. B. Kreuzotter, Klapperschlange)

„ Stummelfüßer (z. B. Python- und Boaschlange)

3. Ordnung: Krokodile

Eine Einteilung in Familien ist nicht möglich, weil es zu viel Übergangsformen gibt, die die einzelnen Gruppen verbinden. Ebenso ist die Einteilung der Arten ungeheuer erschwert, weil die Krokodile sich je nach Alter und Aufenthaltsort ganz erheblich verändern.

4. Ordnung: Schildkröten

Einige Familien: Landschildkröten,
Meerschildkröten.

4. Klasse **Vögel** (Aves)

Ein allgemein anerkanntes System der Vögel ist noch nicht aufgestellt. Die Ansichten der einzelnen Forscher weichen in manchen Punkten voneinander ab. Es folgen einige wichtige Ordnungen und Familien mit bekannten Vertretern.

Ordnungen: Tauben, Hühnervögel, Laufvögel (Strauße), Stelzvögel (Störche, Reiher), Langflügler (Möwen), Ruderfüßer (Pelikane), Taucher, Pinguine, Entenvögel, Segler, Papageien, Spechte, Kuckucksvögel,

Raubvögel mit den Familien der Falken, Geier, Eulen,

Singvögel mit den Familien der Finken (Sperlinge, Ammern, Gimpel, Fichtenkreuzschnabel, Kanarienvögel),

Lerchen,

Schwalben,

Sänger (Nachtigall, Rotkehlchen, Grasmücken, Rot-schwänzchen),

Drosseln,

Meisen (Kohlmeise, Blaumeise, Sumpfmehse, Haubenmeise, Schwanzmeise),

Stare,

Raben.

5. Klasse **Säugetiere** (Mammalia)

1. Ordnung: Schnabeltiere
2. „ Beuteltiere (Opossum, Känguruh)
3. „ Insektenfresser
 - Familie: Maulwürfe
 - „ Igel
 - „ Spitzmäuse
4. Ordnung: Flattertiere
5. „ Schuppentiere
6. „ Zahnarme (Gürteltiere, Faultiere)
7. „ Nagetiere
 - Familie: Hasen
 - „ Meerschweinchen
 - „ Stachelschweine
 - „ Mausartige (Ratten, Mäuse, Hamster, Eichhörnchen)
8. Ordnung: Robben (Seehunde, Walrosse)
9. „ Wale
10. „ Rüsseltiere
11. „ Unpaarhufer (Pferde, Tapire, Nashörner)
12. „ Paarhufer
 1. Abteilung: Nichtwiederkäuer
 - Familie: Schweine
 - „ Flußpferde
 2. Abteilung: Wiederkäuer
 - Familie: Hirsche (Rehe, Elche, Rentiere, Damhirsche, Edelhirsche)
 - „ Giraffen
 - „ Kamäle
 - „ Horntiere (Antilopen, Gazellen, Gemsen, Schafe, Ziegen, Rinder)
13. Ordnung: Raubtiere
 - Familie: Katzen
 - „ Hyänen
 - „ Hundartige
 - „ Marder
 - „ Bären
14. Ordnung: Halbaffen (Lemuren, Loris)
15. Ordnung: Primaten (Äffen und Menschen)
 1. Unterordnung: Breitnasen (Pinseläffchen, Brüllaffen, Klammeraffen)
 2. „ Schmalnasen
 1. Familie: Meerkatzen (Makaken, Rhesus-Affen, Paviane, Mandrills, Magot oder türk. Affe)
 2. „ Gibbons
 3. „ Menschenaffen (1. Orang-Utan; 2. Gorilla; 3. Schimpanse).
 4. „ Menschen

X. Die Abstammung und Entwicklung des Menschen

1. Die Eiszeit in Europa

Am Ende der tropisch warmen Braunkohlenzeit (Tertiärzeit), deren Pflanzen- und Tierwelt ein entsprechendes Gepräge trug, setzte ein langsamer Temperaturrückgang ein, der die Bedingungen für die vorhandenen Lebewesen allmählich vollständig änderte. Die tropische Tertiärzeit ging in eine Eiszeit über. Dieser ungeheure Klima-

wechsel ist vor etwa 600000 bis 700000 Jahren eingetreten. Gletscher des Nordens stießen weit nach Süden vor, während die der Alpen sich weit nach Norden erstreckten. Zwischen diesen beiden Eisgrenzen lag eine Zone, die nicht vergletschert war (Abb. 241). Dieses Eiszeitalter der Erde (Diluvium) war kein einheitlicher Zeitabschnitt, in dem die Bedingungen annähernd gleich blieben: es wechselten Zeiten, die durch einen starken Wärmerückgang charakterisiert waren, mit solchen, in denen sich das



..... Größte Eisausdehnung
 - - - - - Grenze der letzten Eiszeit in Nordeuropa
 ~~~~~ Nördliche Eisscheide  
 [X] Packeis  
 [ ] Nicht vergletschertes Gebiet

Abb. 241. Die Eiszeit in Nord- und Mitteleuropa

Klima wesentlich verbesserte, in denen die Temperatur wieder stark zunahm. Die Eiszeiten wechselten mit wesentlich wärmeren Zwischeneiszeiten (Glazialperioden, Interglazialperioden). Im Alpengebiet sind die Gletscher viermal nach Norden vorgestoßen (vier Eiszeiten), während in Norddeutschland nur drei Gletschervorstöße vom Norden her festzustellen sind.

Die vier Eiszeiten in Süddeutschland sind nach vier Alpenflüssen benannt, in deren Gebiet ihre Spuren besonders gut zu erkennen sind: Günz-, Mindel-, Riss- und Würm-Eiszeit. In Norddeutschland läßt sich eine Günz- und Mindel-Eiszeit nicht unterscheiden. Die Benennung leitet sich hier von den Flüssen Elster (~Mindel), Saale (~Riss) und Weichsel (~Würm) her. In der Übersicht (Abb. 242) finden wir noch weitere Einzelheiten, die uns einen Eindruck von den damals herrschenden Verhältnissen vermitteln sollen.

Die Wissenschaft nimmt an, daß die eigentlichen vier großen Vereisungen nochmals in zwei Abschnitte zerfielen: deshalb die Bezeichnung Würm I- und Würm II-Eiszeit usw.

| Erdzeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Klima                                                                                                                                              | Naturlandschaft                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                            | Menschheitsstufen                                                                                                                                                                                                                                                                     | Kulturstufen                                                                                                                                                                                    | Kulturpflanzen                                                                                                                                                                                                             | Haustiere                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                    | Pflanzenwelt                                                                                                                                                         | Tierwelt                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                   |
| <p>Jetztzeit (Alluvium) ab 18000 v. d. Ztr.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Klima geht allmählich unter Schwankungen in das heutige über</p>                                                                                | <p>Allmählicher, von Schwankungen begleiteter Übergang der Pflanzenwelt in die heutige Form. Einige Eiszeitpflanzen sind als „Ruckbleibsel“ noch heute vorhanden</p> | <p>Viele eiszeitliche Tiere (Mammut, Riesenhirsch, Höhlenbär usw.) sterben aus; andere ziehen sich nach dem Norden oder ins Hochgebirge zurück (Renntier, Eisfuchs, Gemse, Steinbock, Alpenschneehase)</p> | <p>Jetztmensch (Homo sapiens)</p>                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Eisenzeit ab 800 v. d. Ztr.</p> <p>Bronzezeit 2000–800 v. d. Ztr.</p> <p>(Kupferzeit)</p> <p>Jüngere Steinzeit 4000–2000 v. d. Ztr.</p> <p>Mittlere Steinzeit etwa 12000–4000 v. d. Ztr.</p> | <p>Hafer</p> <p>Roggen</p> <p>Weizen</p> <p>Gerste Hirse</p>                                                                                                                                                               | <p>Pferd</p> <p>Schwein</p> <p>Schaf Ziege Rind</p> <p>Hund</p>                                                                   |
| Nacheiszeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                            | <p>Altsteinzeit</p> <p>Überwiegend Knochengeräte, verfeinerte Steingeräte, lange Klingen</p> <p>Schaber und Messer</p> <p>Vorwiegend Faustkeile</p> <p>Magdalenen-Stufe</p> <p>Solutré-Stufe</p> <p>Aurignac-Stufe</p> <p>Moustier-Stufe</p> <p>Acheul-Stufe</p> <p>Chelles-Stufe</p> | <p>Während der Eiszeiten in eisfreien Gebieten Tundra, in den Übergangszeiten vielfach Grassteppe, in den Zwischeneiszeiten Wald</p>                                                            | <p>Arktische Fauna Renntier, Lemming, Moschusochse, Eisfuchs</p> <p>Kältefauna Mammut, Wollhaarnashorn</p> <p>Steppenfauna Wildpferd, Wisent</p> <p>Waldfauna Edelhirsch, Riesenhirsch Raubtiere Höhlenbär, Höhlenlöwe</p> | <p>Altmensch (Cromagnon-Mensch)</p> <p>Urmensch (Neandertaler)</p> <p>Vormensch (Affemensch) (Heidelberger) (Pithecanthropus)</p> |
| <p>IV. Eiszeit 120000–18000 v. d. Ztr. (Würm-E.-Z.)</p> <p>3. Zwischen-eiszeit</p> <p>III. Eiszeit 230000–180000 v. d. Ztr. (Riß-E.-Z.) (Saale-E.-Z.)</p> <p>2. Zwischen-eiszeit</p> <p>II. Eiszeit 480000–430000 v. d. Ztr. (Mindel-E.-Z.) (Elster-E.-Z.)</p> <p>1. Zwischen-eiszeit</p> <p>I. Eiszeit 600000–540000 v. d. Ztr. (Günz-E.-Z.)</p> | <p>arktisch kalt</p> <p>afrikanisch warm</p> <p>arktisch kalt</p> <p>afrikanisch warm</p> <p>arktisch kalt</p> <p>afrikanisch warm</p> <p>kalt</p> | <p>Altelefant, Mercksches Nashorn, Löwe, Flußpferd</p>                                                                                                               | <p>Schimpansen-ähnliche Menschenaffen</p>                                                                                                                                                                  | <p>Braunkohlenzeit Tertiär 25–30 Millionen</p> <p>tropisch</p>                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                   |

Abb. 242. Natur und Mensch zur Diluvial- und Alluvialzeit

## 2. Alter und Ursprung des Menschen

Im Sinne der Entwicklungsgeschichte ist es eine Selbstverständlichkeit, daß der Mensch tierische Vorfahren gehabt haben muß. Zwei Fragen interessieren uns ganz besonders: Wer waren diese tierischen Vorfahren des Menschen und zu welcher Zeit zweigte sich der Menschenstamm vom eigentlichen Tierreich ab?

In jahrzehntelanger, mühseliger Arbeit wurden die Tatsachen zusammengetragen und die Überlegungen angestellt, die zur Beantwortung der beiden Fragen notwendig sind. Wir können hier nur einen kleinen Teil der Ergebnisse anführen, zu denen die Wissenschaft gelangt ist.

Der Mensch und die jetzt lebenden Menschenaffen haben eine gemeinsame Wurzel. Aus mancherlei Tatsachen und Überlegungen geht hervor, daß von den jetzt lebenden Menschenaffen der Schimpanse dem Menschen verwandtschaftlich am nächsten steht und nicht der Gorilla, der Gibbon oder der Orang-Utan. Abbildung 243 zeigt, wie wir uns den „Anschluß“ des Menschen an das Tierreich zu denken haben. Diese Zeichnung macht auch deutlich, zu welchen Mißdeutungen das törichte Gerede Veranlassung geben kann, der Mensch stamme vom Affen ab. Niemals hat die wissenschaftliche Forschung behauptet, daß der Mensch vom Schimpansen, Gorilla, Gibbon oder Orang-Utan abstammt! Die Wissenschaft hat aber eindeutig festgestellt, daß der Mensch und die erwähnten Menschenaffen gemeinsame Vorfahren haben, oder mit anderen Worten: daß sie stammesgeschichtlich aus einer Wurzel entspringen. Wir sehen auch an diesem „Stammbaum“, zu welcher Zeit die Menschheit entstand; es war jener erdgeschichtliche Abschnitt, der auf die Braunkohlenzeit folgte und den wir ganz allgemein als Eiszeit oder Diluvium bezeichnet haben.

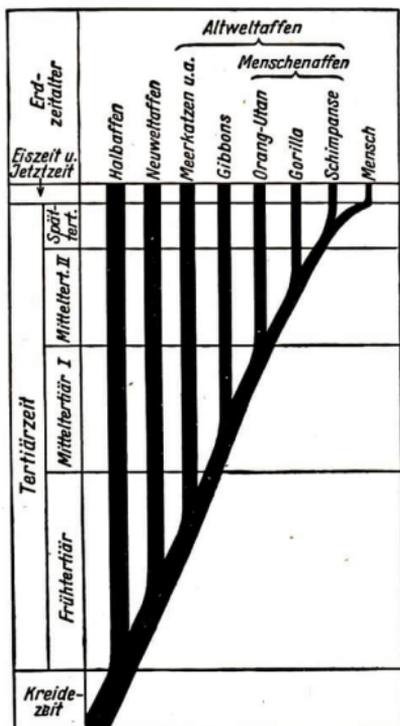


Abb. 243. Der Anschluß des Menschen an das Tierreich

## 3. Menschenaffen in der Tertiärzeit

Wenn wir uns jetzt mit den Funden beschäftigen, die die wissenschaftliche Forschung zutage gefördert hat und die Licht in das Dunkel der menschlichen Vor- und Reihengeschichte bringen, so wollen wir diese Funde in der Reihenfolge ihres Alters

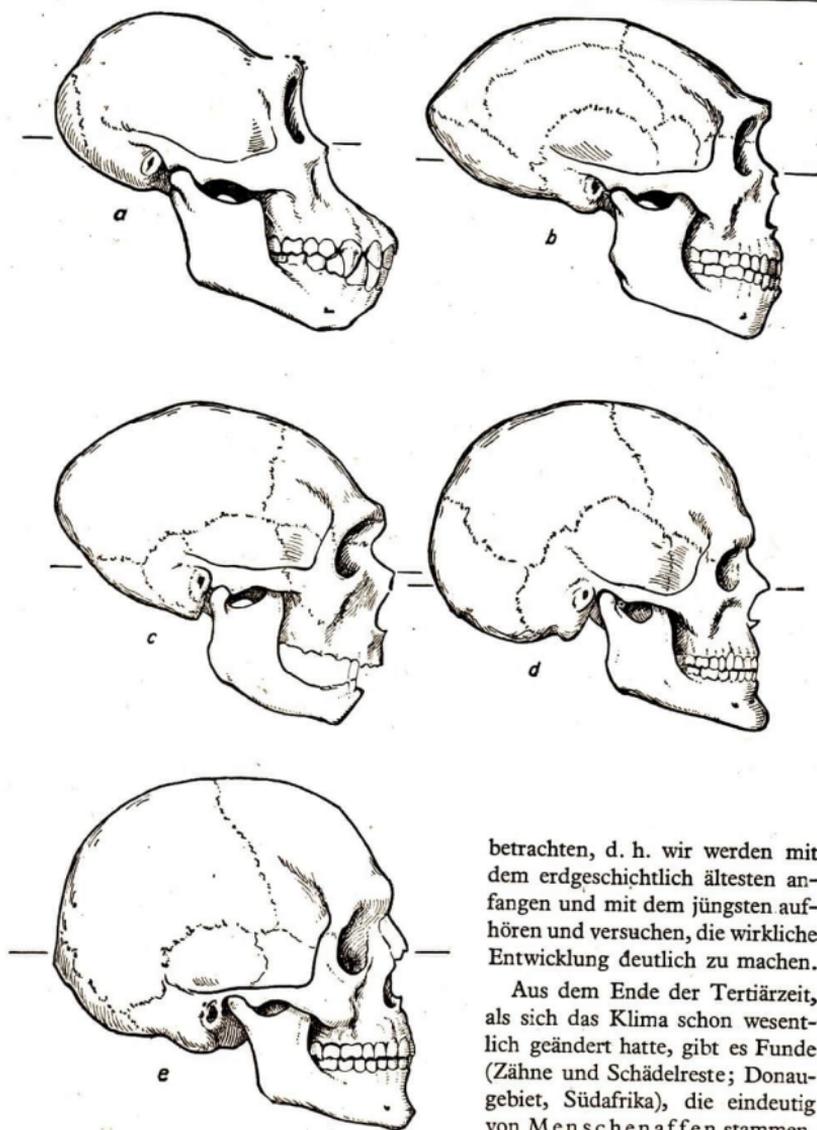


Abb. 244. *a* Schimpanse, *b* Vormensch oder Affenmensch (Pithecanthropus), *c* Urmensch oder Neandertaler, *d* Altmensch (Cromagnon), *e* Jetztmensch (Homo sapiens)

betrachten, d. h. wir werden mit dem erdgeschichtlich ältesten anfangen und mit dem jüngsten aufhören und versuchen, die wirkliche Entwicklung deutlich zu machen.

Aus dem Ende der Tertiärzeit, als sich das Klima schon wesentlich geändert hatte, gibt es Funde (Zähne und Schädelreste; Donaugebiet, Südafrika), die eindeutig von Menschenaffen stammen. Diese Lebewesen waren keine Bewohner des Urwaldes mehr (Klimawechsel!), sondern Tiere der

Steppe. Dabei wollen wir uns vor Augen halten, daß nicht das Urwaldgebiet der Ort für die Entstehung der Menschheit gewesen sein kann, sondern die Steppe oder Waldsteppe.

#### 4. Vor- oder Affenmenschen

Aus der ersten Zeit des Diluviums haben wir Funde, die uns sichere Kenntnis davon vermitteln, daß es nun Lebewesen gab, die wir zwar noch nicht als Menschen bezeichnen können, die aber doch schon den bedeutsamen Schritt getan hatten, der sie von den eigentlichen Tieren wegführte: Diese Wesen kannten das Feuer und benutzten es! Mit der bewußten Anwendung des Feuers schufen sie die erste Grundlage für eine Kultur. Sie werden als Affenmenschen oder Vormenschen bezeichnet. Die Wissenschaft gab ihnen die Bezeichnung *Pithecanthropus* (Abb. 244). Ihre Reste wurden auf Java, bei Peking, in der Nähe von Heidelberg (bei Mauer) und in Ostafrika gefunden. Der Fund von Mauer ist ein Unterkiefer (Abb. 245), der für die menschliche Vorgeschichtsforschung überaus wichtig ist: Sein Alter konnte recht genau festgestellt werden, weil die Sandschichten, in denen er gefunden wurde, ihre ursprüngliche Lagerung beibehalten hatten, während die Datierung der anderen Funde nicht mit so großer Sicherheit möglich ist. Und



Abb. 245.

Unterkiefer von Mauer mit allen wieder eingesetzten Zähnen

dann ist dieser Unterkiefer von Mauer überhaupt das einzige Zeugnis aus dieser Entwicklungsstufe der Menschheit, das in Europa gefunden wurde. Es hat sich die Bezeichnung **Heidelberger Mensch** eingebürgert (*Homo heidelbergensis*), wir wollen uns aber vor Augen halten, daß es sich bei ihm um einen Vor menschen handelt. Wenn wir den Schädel des Vormenschen mit dem des jetzigen Menschen vergleichen (Abb. 244), dann fallen uns sofort wichtige Unterschiede auf. Der Vormensch hat eine „fliehende Stirn“ und stark ausgeprägte „Überaugenwülste“. Am Hinterhauptsbein ist ein Knochenwulst ausgebildet, an dem die starken Nackenmuskeln ansetzten. Sein Schädelinhalt liegt zwischen dem des Schimpansen ( $500\text{ cm}^3$ ) und dem des Menschen ( $1500\text{ cm}^3$ ). Der Unterkiefer ist plump und ohne Kinnbildung.

#### 5. Urmenschen

Im Jahre 1856 wurden im Neandertal bei Düsseldorf Reste eines menschlichen Knochengerüstes gefunden (Schädeldach und einige Arm- und Beinknochen), die einer ganzen Entwicklungsstufe den Namen gaben. Der **Neandertaler** war besonders in Mitteleuropa weit verbreitet.

Wir kennen Fundstellen aus Spanien, Frankreich, Belgien, Deutschland, der Tschechoslowakei, Italien, Jugoslawien und Rußland. Die außereuropäischen

Fundstellen sind spärlich. Aus den vielen Funden haben wir ein recht genaues Bild bekommen (Abb. 246 und Abb. 244 c). Die Überaugenwülste sind noch sehr stark



Abb. 216.

Neandertaler Schädel. (Rekonstruktion des Schädels von La Chapelle a. St. durch McGregor R = ergänzt)

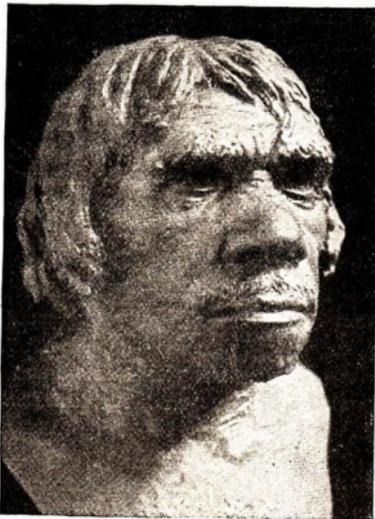


Abb. 247.

Rekonstruierte Büste eines Neandertaler-Menschen aus der letzten Zwischeneiszeit. (McGregor, New-York fec.)

entwickelt, die Stirn ist fliehend, das Gebiß trägt große Zähne, die aber doch recht menschlich anmuten, der untere Gesichtsteil ist noch schnauzenartig vorgezogen. Wenn man aber die verschiedenen Neandertal-Formen untereinander vergleicht, so findet man, daß bei manchen das Kinnprofil nicht mehr so fliehend ist. Der Hinterkopf ist groß, der Schädelinhalt erreicht etwa den des Jetztmenschen. Es hat unbedingt eine Entwicklung stattgefunden. Der Neandertaler hatte nicht die Größe des jetzigen Menschen; er wird etwa 1,60 m groß gewesen sein. Er ging aufgerichtet, aber noch nicht ganz aufrecht. Der Neandertaler (Abb. 247) war zweifellos umherziehender Jäger und Sammler. Wichtige Aufschlüsse über sein Leben haben die reichen Funde im Ilmtal bei Weimar geliefert, die aus der letzten Zwischeneiszeit stammen. In der darunterliegenden Kiesschicht fand man Reste des Behaarten Nashorns (*Rhinoceros tichorhinus*) und des Mammut (*Elephas primigenius*). Auf diese Kälte ertragende Tierwelt der Riss-Eiszeit folgten in den zwischeneiszeitlichen Schichten alsdann der Waldelefant (*Elephas antiquus*) und das Mercksche Nashorn (*Rhinoceros Merckii*); ferner Wisent, Ur-Wildschwein, Edelhirsch, Elch, Reh, Damhirsch, Wildkatze, Luchs, Wolf, Fuchs, Marder, Fischotter; Biber, Hamster und Siebenschläfer; endlich zahlreiche Vogel- und Schneckenarten. Danach muß das Klima jener Zeit gemäßigt warm gewesen sein. Aus der Pflanzenwelt seien genannt: Linde, Ahorn, Esche, Ulme, Eiche, Birke, Erle, Pappel; ferner Fichte, Kiefer und Lebensbaum.

Die Knochen der größeren Tiere sind fast alle zerschlagen, stellen also Reste der Jagdbeute dar. Man fand auch eine mit

Steinen umstellte Feuerstelle, neben der ein Elefantenunterkiefer lag. Die Felle der erbeuteten Tiere sind, sofern sie nicht zur Bekleidung dienten, wohl schon zur Herstellung einfacher Zelte benutzt worden. Wo, wie in Frankreich, Süddeutschland usw., Höhlen vorhanden waren, hat man in diesen gewohnt oder doch übernachtet. Ob der Neandertaler Sprachvermögen besaß, ist noch umstritten. Eine bemerkenswerte Ergänzung zu diesem Lebensbilde liefern einige französische Funde, z. B. der berühmte Urmensch von Le Moustier, der von dem Schweizer Altertumsforscher Hauser in einer Höhle entdeckt und von dem deutschen Anthropologen Klaatsch näher untersucht wurde. Es handelt sich um das vollständige Skelett eines Jünglings, dessen Kopf – wie im Schlafe – nach rechts gewandt und auf den erhobenen rechten Arm gelegt war. Der Kopf war durch flache Feuersteine geschützt, andere rahmten das Gesicht ein. Bei der linken Hand lagen ein Faustkeil und ein Schaber und in der Nähe ein angebrannter Knochen vom Ur. Aus allem erkennt man, daß der Tote regelrecht bestattet worden ist und daß er Grabbeigaben erhielt.

Der harte und durch scharfkantigen Bruch sich auszeichnende Feuerstein war zunächst der wichtigste Werkstoff zur Herstellung von Werkzeugen und Waffen. Nach der Ausbildung der Geräte unterscheidet man eine Reihe von Kulturstufen der Altsteinzeit (vgl. Zusammenstellung Abb. 242 und Abb. 248–250), die meist nach französischen Fundorten bezeichnet werden.



Abb. 248. Faustkeil  
aus der Kulturstufe von Chelles



Abb. 249. Steinmesser  
aus der Kulturstufe von Chelles  
(etwa  $\frac{1}{2}$  der natürlichen Größe)



Abb. 250. Schaber  
aus der Kulturstufe von Le Moustier

In der Gestaltung der steinzeitlichen Werkzeuge und Waffen finden wir eine Entwicklung vom roh behauenen Feuersteinknollen zum feinbearbeiteten Gerät. Diese Geräte fanden in vielerlei Form Verwendung bei der Jagd, bei der Zerlegung der Beute sowie beim Abziehen und Säubern des Felles. Man hat sich aber vorzustellen, daß Keulen und Speere aus Holz – von denen aus der Urmenschenzeit nichts erhalten ist – zu den ersten Jagdwaffen gehörten, daß später die Speere mit Steinspitzen versehen wurden und daß die Erlegung des Wildes wohl auch schon durch Fallgruben erleichtert wurde.

## 6. Altmenschen

Im Ausgang des Diluviums trat an die Stelle des bisher am weitesten verbreitet gewesenen Neandertaler der **Cromagnon-Mensch**, dessen Ausbreitungsgebiet sich bis nach Südafrika erstreckte. Funde menschlicher Skelette, die in Predmost in der Tschechoslowakei gemacht wurden, stellen den Übergang vom Neandertaler zum Cromagnon-Menschen dar. Sie bilden die Brücke zwischen dem Urmenschen und dem Altmenschen, von dem neben zahlreichen südfranzösischen Funden (Dordogne) auch ein deutscher Fund bei Oberkassel in der Nähe von Bonn besonders erwähnt werden muß.

Wie sah der Cromagnon-Mensch aus? Er war von großer und kräftiger Gestalt; bei einem Knochengerüst wurde eine Höhe von über 1,90 m gemessen. Die Knochen waren derb, und der mächtige, stark gewölbte Schädel besaß eine ziemlich hohe Stirn, starke Überaugenwülste und ein ausladendes Hinterhaupt. Die Jochbogen traten stark hervor, und das Kinn war deutlich ausgebildet (Abb. 244 d).

Von diesem Cromagnon-Menschen hatte man den kleineren und schlankeren Aurignac-Menschen unterschieden. Die Einordnung der jüngsten Skelettfunde hat aber gezeigt, daß es nicht möglich ist, Aurignac- und Cromagnon-Typus deutlich zu trennen.

Der **Altmensch** ist noch Jäger und Sammler wie der Neandertaler. Er treibt noch nicht Ackerbau und Viehzucht. Unbekannt sind ihm Töpferei und Flechtkunst, wohl auch jeder feste Hausbau. Aber er hat gelernt, vom Feuerstein längere Klingen abzuspalten. Besonders in der

Magdalenenstufe fertigt man außer Steinwerkzeugen auch die mannigfaltigsten Geräte aus Knochen, Geweih und Elfenbein (vom Mammut). Speer und Pfeil dienen der Jagd. Hinzu tritt der Fischfang mit Angelhaken und Fischspeer. Zeichnungen von Jagdtieren, Schmuck aus Bernstein und Schneckengehäusen sowie Schnitzereien deuten auf das Erwachen des Kunsttriebes hin (Abb. 251-255), doch scheint dieser zugleich mit Vorstellungen vom Wirken geheimer Kräfte (Jagdzauber!) verbunden zu sein. Davon geben auch die Grabbeigaben wie Werkzeuge, Waffen u. a. Zeugnis.

Der Altmensch in seinen verschiedenen Ausprägungen ist der direkte Vorfahre des **Jetzmen-**



Abb. 251.  
Speerspitze  
mit Schaftzunge



Abb. 252.  
Speer  
mit Widerhaken



Abb. 253. Dolch aus  
Renntierknochen der  
Magdalenenstufe

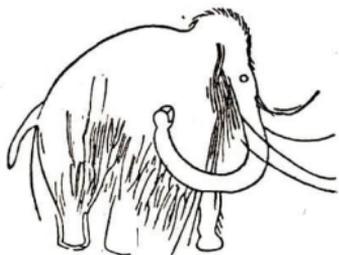


Abb. 254. Wandmalerei der Magdalenenstufe



Abb. 255. Geschnitzter Pferdeköpfe der Magdalenenstufe

**schen** (Abb. 244). Unsere Übersicht (Abb. 242) zeigt, daß die Zeit von der letzten großen Vereisung bis in unsere geschichtliche Zeit kurz ist im Verhältnis zu der, die vergehen mußte vom Auftreten unseres ersten vormenschlichen Ahnen bis zum Ausgang des Diluviums. In jenen letzten Jahrtausenden wurde die Entwicklung durch die Metalle bestimmt (Metallzeit). An den immer zahlreicher werdenden Zeugnissen der Kultur läßt sich die geistige Entwicklung verfolgen, die auf dem Wege vom Affenmenschen zum heutigen Menschen durchgemacht wurde. Wir selbst stehen in einer der bewegten Auseinandersetzungen, wie sie sich im Laufe dieser Entwicklung abspielen, und wir können bewußt daran mitarbeiten, daß die Menschheit auf dem Wege zu immer höheren Zielen vorwärtsschreitet.

# Sachverzeichnis

- Aale** 217  
**Abramis** 205  
**Abstammungslehre**  
 189. 196. 204  
**Acheul-Stufe** 220  
**Ackerschachtelhalm**  
 27. 134. 152. 153  
**Adler** 142  
**Adlerfarn** 27  
**Admiral** 140  
**Affen** 218  
**Affenmensch** 227  
**After** 206. 213  
**Agamen** 217  
**Ahorn** 224  
**Akelei** 12  
**Albinoform** 43  
**Algen** 89. 134. 136.  
 144  
**Allium** 137  
**Alluvium** 191  
**Alpenschneehase** 220  
**Alter** 141  
**Altmensch** 226  
**Ammern** 217  
**Amöbe** 91  
**Amphibien** 140. 207.  
 217  
**Amseln** 52  
**Analyse** 159  
**Anatomie** 130. 204  
 —, vergleichende 130.  
 189. 204  
**Angiospermen** 135  
**Anneliden** 139  
**Anthridien** 150  
**Anthropologie** 130  
**Antilopen** 218  
**Bauchmark** 139  
**Bauchspeicheldrüse**  
 207. 208. 211. 212  
**Bedecktsamige**  
 Pflanzen 20. 135.  
 136. 137. 192  
**Befruchtung** 145. 150.  
 153  
**Beizen** 171. 178  
**Belgien** 141  
**Berberitze** 148. 178  
**Bernhardiner** 141  
**Berührungsgifte** 171  
**Arsenhaltige Spritz-**  
**mittel** 172  
**Art** 133. 189  
**Arterien** 206. 215  
**Arterienstiel** 206. 207.  
 214  
**Arthropoden** 139  
**Arve** 24  
**Asche** 157  
**Aschengehalt** 159. 164  
**Aspergillus** 140  
**Assimilation** 160. 162.  
 163. 166  
**Atmung** 159. 162. 163.  
 169  
**Aufspaltung** 184  
**Auge** 206  
**Augentierchen** 76. 143  
**Aurignac-Mensch** 226  
**Ausläufer** 145  
**Auslese** 197. 201. 202  
**Auster** 119  
**Avena** 137  
**Aves** 209. 217  
**Azoikum** 191  
**Bären** 218  
**Bärenklau** 138  
**Bärenlauch** 14  
**Bärlapp** 135. 136  
**Bärlappgewächse** 29  
**Bakterien** 79. 134  
**Bandwürmer** 110. 139  
**Barsch** 205. 217  
**Barflechte** 40  
**Bast** 168  
**Bastard** 182  
**Bauchmark** 139  
**Bauchspeicheldrüse**  
 207. 208. 211. 212  
**Bedecktsamige**  
 Pflanzen 20. 135.  
 136. 137. 192  
**Befruchtung** 145. 150.  
 153  
**Beizen** 171. 178  
**Belgien** 141  
**Berberitze** 148. 178  
**Bernhardiner** 141  
**Berührungsgifte** 171  
**Beuteltiere** 192. 218  
**Biber** 224  
**Bienen** 140. 156  
 —, Arbeitsbienen 142.  
 156  
 —, Bienenkönigin 142.  
 156  
**Biologie** 130  
**Birke** 138. 224  
**Birkengewächse** 138  
**Birne** 131. 137  
**Bittersalz** 165  
**Blattarten** 72  
**Blattgrün** 73. 134. 159.  
 160  
**Blattläuse** 156  
**Blaufichte** 24  
**Blaumeise** 52  
**Blei** 205  
**Blinddarm** 212  
**Blindschleiche** 217  
**Blüte** 74  
**Blütenpflanzen** 135.  
 136. 137. 153  
**Blütenstände** 75  
**Blutkreislauf** 214  
**Boaschlange** 217  
**Bohne** 133. 137. 138.  
 181. 199  
 —, Feuerbohne 133.  
 137  
 —, Gemüsebohne 133.  
 137  
**Bombus** 140  
**Bor** 158  
**Botanik** 130  
**Brandpilze** 171. 178  
**Brassica** 200  
**Braunkoldenzzeit** 219  
**Braunwurzgewächse**  
 136  
**Breitblättrige**  
 Knabenkraut 113  
**Breitnasen** 218  
**Brillenschlange** 217  
**Bronchien** 207. 212. 213  
**Bronzezeit** 220  
**Brüllaffen** 218  
**Brunnenlebermoos** 32.  
 152  
**Brutknollen** 146  
**Brutknospen** 152  
**Brutkolonie** 54  
**Brutpflege** 49  
**Brutzwiebeln** 146  
**Bryophyta** 134  
**Buchdrucker** 59  
**Buche** 138. 199  
**Buchengewächse** 138  
**Buchfink** 51  
**Buffon** 190  
**Bulldogge** 141  
**Buntspecht** 57  
**Burbank** 203  
**Buschwindröschen** 146  
**Butterblume** 133  
**Canis** 141  
**Celaphopoden** 139  
**Chamisso, A. von**  
 155  
**Champignonzucht** 35  
**Chelles-Stufe** 220  
**Chitinpanzer** 139  
**Chloralhydrat** 167  
**Chlorophyll** 160. 166.  
 167  
**Chlorophyll a, b** 166  
**Chlorophyll-Lösung**  
 166  
**Chorda dorsalis** 206  
**Chromosomen** 179  
**Claviceps** 177  
**Coelenteraten** 139  
**Columba** 209  
**Coniferen** 135. 137  
**Cromagnon-Mensch**  
 226  
**Crustaceen** 139  
**Cuvier** 189  
**Cyprinus** 205  
**Dachshund** 141  
**Damhirsch** 47. 218.  
 224  
**Darm** 206. 209. 212  
 —, Dickdarm 212  
 —, Dünndarm 212  
**Darwin** 190. 196. 200  
**Dauerwald** 63  
**Deszendenz** 196  
**Devon** 191. 192  
**Diaphanoskop** 166  
**Dikotyledonen** 136.  
 137  
**Diluvium** 191. 192. 219.  
 223. 226  
**Doldengewächse** 136.  
 138  
**Domestikation** 200  
**Dominant** 185  
**Dorsch** 217  
**Douglasie** 24  
**Dreiecksmuschel** 119  
**Drohnen** 156  
**Drosseln** 217  
**Düngung** 163  
 —, Stalldüngung 163  
 —, Teildüngung 158  
 —, Vol.düngung 158.  
 163  
**Duodenum** 212  
**Durchgasungen** 173  
**Eberesche** 137  
**Echinodermen** 139  
**Echter Reizker** 37  
**Edelhirsch** 218. 224  
**Egel** 109  
**Eibehälter** 135. 150.  
 151  
**Eiben** 24. 142  
**Eichen** 142. 224  
**Eichenbockkäfer** 61  
**Eichenwickler** 173  
**Eichhörnchen** 218  
**Eidechsen** 217  
**Eierstock** 206. 208.  
 209. 212. 213  
**Eileiter** 208. 212. 217  
**Einkeimblättrige**  
 Pflanzen 135. 136.  
 137. 138  
**Eintagsfliege** 142  
**Einzeller** 75. 139. 143  
**Eisen** 157. 159  
**Eisenvitriol** 165  
**Eisenzeit** 220  
**Eisfuchs** 220  
**Eiszeit** 219

- Eiweiß 157. 161. 168  
 Eizelle 145. 150. 179  
 Elche 218. 224  
 Elefant 142  
 Elster 219  
 Energie 161. 163  
 Englerling 174  
 Engl. Vollblut 141  
 Entenvogel 127  
 Enzyme 215  
 Equiden 141  
 Equisetinae 134  
 Equus 141  
 Erbänderung 199. 200  
 Erbbild 187  
 Erbforschung 181. 199  
 Erbregeln 181  
 Erbse 133. 138. 181. 199  
 Ergänzungsstoffe 122  
 Erle 199. 224  
 Erscheinungsbild 187  
 Esche 224  
 Eulanisieren 173  
 Eulen 217  
 Evolution 191  
 Fäulepilze 175  
 Fäulnisbewohner 17. 83. 134  
 Fäulniserreger 78  
 Falken 217  
 Familie 133  
 Fangarme 100  
 Farbenblindheit 188  
 Farne 27. 133. 134. 136. 192  
 Farnkräuter 27  
 Faserwurzeln 71  
 Faultiere 19  
 Faustkeile 225  
 Federn 210  
 Feliden 141  
 Felis 141  
 Fermente 125  
 Fette 161  
 Fettkörper 209  
 Feuerlilie 147  
 Fichte 21. 224  
 Fichtenkreuzschnabel 217  
 Fichtenspargel 17  
 Fichtenwälder 19  
 Fiebermücke 174  
 Filicinae 134  
 Finken 51. 140. 217  
 Fische 140. 205. 216  
 Fischotter 224  
 Fiachs 199  
 Fiattertiere 218  
 Flechten 39. 134. 136  
 Flechtenaigen 134  
 Flechtenpilze 134  
 Fliegen-Orchis 12  
 Fliegenpilz 37  
 Flossen 205  
 Flossenstrahlen 205  
 Flugbrand 171. 178  
 Flußperle 218  
 Föhre 21  
 Fortpflanzung 142. 179  
 —, geschlechtliche 14. 144. 145. 147. 151. 152  
 —, ungeschlechtliche 142. 143. 145. 146. 150. 154. 155  
 Fossilien 191  
 Fraßgifte 171. 172  
 Fringilliden 140  
 Frösche 207. 217  
 Froschlurche 217  
 Fruchtnoten 153  
 Fruchtring 169  
 Fruchtzapfen 20  
 Fuchs 141. 224  
 —, großer 140  
 —, kleiner 140  
 Fungi 134  
 Fußskelette 215  
 Galle 206. 207. 211  
 Gallengänge 211  
 Ganglien 139  
 Gartenschnecke 142  
 Gastropoden 139  
 Gaswasser 164  
 Gazellen 218  
 Gefäßbündel 165  
 Gefäßpflanzen 135  
 Gefühl 125  
 Gehirn 195. 206. 208. 212  
 Gehörntwicklung 44  
 Geier 142. 217  
 Geißeln 144  
 Geißelträger 91. 139. 145  
 Gemsen 217  
 Generationswechsel 135. 152. 154. 155  
 Genußmittel 125  
 Gerbstoffe 161  
 Gerste 199  
 Gescheine 172  
 Geschlechtschromosomen 179  
 Geschlechtszellen 145. 180  
 Gesteinsbildner 93  
 Getreide 136  
 Getrenntblättrler 136. 137. 138  
 Gewebe 66  
 Gibbon 218. 221  
 Gimpel 217  
 Giraffe 218  
 Glazialperioden 219  
 Gleichgewicht, biologisches 171  
 Gliederfüßer 139  
 Goldfalter 174  
 Gorilla 196. 218. 221  
 Gräser 132. 136. 137. 138  
 Gramineen 137  
 Grasmücken 217  
 Grifflbeine 193  
 Grünalgen 144  
 Günzezeit 219  
 Gürteltiere 218  
 Gurke 138  
 Gymnospermen 135  
 Haargefäße 214  
 Haarmoos 151  
 Haarsterne 140  
 Hafer 132. 137. 199  
 Haie 192. 216  
 Hakenbandwurm 110  
 Halbfaffen 218  
 Hamster 218. 224  
 Handwurzelknochen 195  
 Harnleiter 206. 208. 212. 213  
 Harnsamenleiter 208. 209  
 Harze 161  
 Hasen 218  
 Hasenscharte 188  
 Hauptwurzel 71  
 Hauser 225  
 Hausschwamm 173  
 Haustiere 198  
 Hautflügler 80  
 Hefepilze 82. 134  
 Heidelberger Mensch 223  
 Hepaticae 134  
 Heringe 217  
 Hernie 176  
 Herz 206. 207. 208. 210. 213  
 Herzbeutel 206. 207. 210. 213  
 Herzkammer 206. 207. 210. 214. 216  
 Herzvorkammer 206. 207. 213. 214. 216  
 Heuaufluß 90  
 Heubazillus 144  
 Heuwurm 172. 174  
 Hexapoden 139  
 Hexenmehl 29  
 Hexenring 36  
 Hirschhaut 214  
 Hirsche 218  
 Hirschschäfer 61  
 Hirsse 199  
 Hochwald 11  
 Hoden 206. 208. 209. 213  
 Höhlenbär 220  
 Hören 127  
 Hohltiere 99. 139. 154  
 Hohlvenen 208  
 Holztrag 9  
 Holzzerstörer 59  
 Hooke, Robert 65  
 Hornisse 140  
 Horntiere 218  
 Hüftverrenkung 188  
 Hühnervogel 217  
 Hülsenbandwurm 112  
 Hummeln 140  
 Hunde 141. 142. 197. 218  
 Hyänen 218  
 Hymenopteren 140  
 Igel 218  
 Imprägnieren 173  
 Insekten 139. 140. 192  
 Insektenfresser 218  
 Interglazialperioden 219  
 Intermediäre Vererbung 183  
 Jaguar 141  
 Jod 158  
 Jodkaliumlösung 166  
 Klee 133  
 Johannisbeere 168  
 Jungfernzeugung 156  
 Juniperus 137  
 Jura 191. 192  
 Känguruh 218  
 Känozoikum 191  
 Kahlschlagpflanzen 16  
 Kali 163  
 Kalium 157  
 Kaliumverbindungen 159. 165  
 Kalk 163  
 Kalzmilch 171  
 Kalorien 125  
 Kalziumverbindung 157. 165  
 Kambrium 191. 192  
 Kamele 218  
 Kamille 138  
 Kammertieren 93  
 Kamp 11  
 Kampf ums Dasein 197  
 Kanarienvogel 142. 217  
 Kaninchen 185. 212  
 Kapillarnetz 214  
 Karbolium 172  
 Karbon 191. 192  
 Karotin 166  
 Karpfen 142. 205. 217  
 Kartoffel 146. 159. 176. 199. 203  
 Kartoffelkrankheit 176  
 Kartoffelkrebs 176  
 Katastrophen 189  
 Katze 132. 141. 142. 218  
 Kehldeckel 213  
 Kehlkopf 212. 213  
 Keimblatt 135  
 Keime 142  
 Keimzellen 179  
 Kernschleifen 179  
 Kernobstgewächse 138  
 Keulenpilz 38  
 Kiefer 21. 224  
 Kieferblattwusch 173  
 Kieferneule 173  
 Kieferngewächse 137  
 Kieferspanner 173  
 Kiefenwälder 18  
 Kiemenarterien 214  
 Kiemenstrahlen 205  
 Kiesalgen 77. 134  
 Kieselsäure 159  
 Kirsche 132  
 Klaatsch 225  
 Klammeraffen 218  
 Klapperschlange 217  
 Klee 133  
 Knoblauch 146  
 Knochenfisch 191. 217  
 Knöllchenbakterien 84  
 Knollenblätterpilz 36  
 Knorpelfisch 191. 216  
 Koch, Robert 82  
 Koehlsch 164  
 Kohlarthen 176. 199  
 Kohlendioxyd 159. 160. 162. 163. 164  
 Kohlenhydrate 160  
 Kohlensäure 157. 159. 164  
 Kohlenstoff 159. 160. 164

- Kohlmeise 52  
 Kohlweibling 140  
 Kolbenbläpp 28  
 Koloniebildung 96  
 Korallen 103. 139. 155.  
 192  
 Korbblütler 136. 138  
 Kormophyten 135  
 Kornblume 138  
 Krankheitserreger 78.  
 95  
 Krebs 139  
 Kreide 191. 192  
 Kreuzblütler 136. 138.  
 176  
 Kreuzotter 217  
 Kreuzung 182. 190.  
 202  
 Kriechtiere 140. 192.  
 215. 216. 217  
 Kröten 217  
 Krokodile 217  
 Kropf 212  
 Kropfkrankheit 176  
 Krustenflechten 39  
 Kryptogamen 133  
 Kuckuck 56  
 Kuckucksvögel 217  
 Kürbisgewächse 136.  
 138  
 Kugelalge 76  
 Kugelpilz 175  
 Kugeltierchen 76. 144.  
 145  
 Kuhlblume 133  
 Kulturpflanzen 199  
 Kupferzeit 221  
 Kurzfingerigkeit 187  
 Kurzsichtigkeit 187
- La Chapelle 224**  
 Lachse 217  
 Lagerpflanzen 35. 134.  
 136  
 Lamarck 189  
 Lamellibranchiaten  
 139  
 Lamium 137  
 Langflügler 217  
 Lärche 22  
 Laubfrosch 142. 217  
 Laubmoose 29. 134.  
 136. 151  
 Lauch 137  
 Laufvögel 217  
 Lebensbaum 224  
 Lebensgemeinschaften  
 s. Symbiose  
 Leber 206. 207. 211.  
 212
- Lebermoose 29. 32.  
 134. 136. 152  
 Leguane 217  
 Lein 199  
 Lemuren 218  
 Leopard 132  
 Lepidopteren 140  
 Lerche 217  
 Leuciscus 205  
 Lichenes 134  
 Licht 161  
 Liebig, J. v. 157. 158  
 Liliengewächse 135.  
 136  
 Linden 142. 224  
 Linné 132. 189  
 Linse 199  
 Linse (Auge) 206  
 Lippenblütler 136. 137.  
 138  
 Löwe 132. 141  
 Löwenzahn 133  
 Lorchel 39  
 Loris 218  
 Luchs 224  
 Luftröhre 207. 212. 213  
 Luftsäcke 210. 212  
 Lugolsche Lösung 166  
 Lunge 207. 212. 213  
 Lungenfische 192. 216.  
 217  
 Lungenvenen 207  
 Lupine = Lupinus  
 133. 199. 201  
 —, bitterstofffrei 201  
 —, süße 201  
 Lurche 140. 207. 215.  
 216. 217
- Magdalenenstufe 226**  
 Magen 212  
 Magnesium 157  
 Magot 218  
 Mais 186. 199  
 Makaken 218  
 Malaria 174  
 Malpighi 168  
 Mammalia 212. 218  
 Mammut 224  
 Mammutbäume 142  
 Mandel 199  
 Mandrill 218  
 Mantel 139  
 Marchantia 139. 152  
 Marder 218. 224  
 Mastdarm 212  
 Mauer (Unterkiefer)  
 223  
 Maulwürfe 218  
 Maus 218
- Meerkatzen 218  
 Meerschweinchen 218  
 Mehltau 175. 202  
 Meisen 217  
 Meisenvolk 52  
 Mendel 181  
 Menschenaffen 218.  
 221  
 Mercksches Nashorn  
 220. 224  
 Mesozoikum 191  
 Metallzeit 227  
 Miesmuschel 119  
 Milch 206  
 Milz 206. 212  
 Mindeleiszeit 219  
 Minimum (Gesetz vom)  
 158  
 Miozän 192  
 Mischerbig 182  
 Mischwald 63  
 Mistel 18  
 Mißbildungen 193  
 Mitschurin 203  
 Mittelfuß 193  
 Mittelhand 193  
 Möven 217  
 Mohrrübe 199  
 Molch 217  
 Mollusken 139  
 Monilia 175  
 Monokotyledonen 135.  
 136  
 Moose 29  
 Moospflanzen 134  
 Morchel 39  
 Morphologie 130  
 Moustier-Stufe 225  
 Mulmbock 61  
 Muscheln 134. 142. 191  
 Muscheltiere 117  
 Musci 134  
 Muskelmagen 212  
 Mutation 197. 199. 202  
 Mutterkorn 176  
 Myriapoden 139  
 Myzel 134. 147. 171
- Nachtigall 217**  
 Nachtschatten-  
 gewächse 136  
 Nachtsamer 135. 136.  
 138. 192  
 Nachtsamige Pflanzen  
 20  
 Nadelhölzer 20. 135.  
 136. 137  
 Nadelwälder 18  
 Nährlösungen 165  
 Nährsalze 160
- Nagetiere 218  
 Nahrungsmittel 122  
 Narzissengewächse 136  
 Nafßfäule 176  
 Nashörner 218  
 Nashorn, wollhaariges  
 220. 224  
 Nattern 217  
 Naturschutzverord-  
 nung 11  
 Neandertaler 224. 226  
 Nebenniere 209. 212.  
 213  
 Nectria 175  
 Nematelminthen 139  
 Nesselkapseln 102. 139  
 Nesselqualen 102  
 Netz 212  
 Netzbälter 136  
 Nichtwiederkäufer 218  
 Niere 206. 208. 212.  
 213  
 Nonne 61. 62. 173  
 Nutzwald 63
- Ökologie 130**  
 Öle 161  
 Ohr, Bau des 127  
 Ohrenqualen 102. 155  
 Olme 217  
 Opussum 218  
 Orang-Utan 196. 218.  
 221
- Paarhufer 218**  
 Paläontologie 192  
 Paläozoikum 191  
 Panther 141  
 Pantherpilz 36  
 Pantoffeltierchen 143  
 Papageien 142. 217  
 Papilionaceen 133. 137  
 Papilioniden 140  
 Pappel 138. 142. 168.  
 224  
 Parasiten 17. 176  
 Parthenogenese 156  
 Passer 140  
 Pathologie 131  
 Ratten 218  
 Paviane 217  
 Pelikane 217  
 Perca 205  
 Perilpilz 36  
 Perm 191. 192  
 Pfahlwurzel 22  
 Pferde 141. 142. 193  
 Pfifferling 37  
 Pfirsich 199  
 Phanerogamen 135.  
 137
- Phaseolus vulgaris 133.  
 137  
 — multiflorus 133. 137  
 Phosphor 157. 158.  
 159. 161. 163  
 Physiologie 131  
 Phytophthora 176  
 Pieris 140  
 Pilze 32. 136. 147  
 —, Brandpilze 134. 171  
 —, Hefepilze 134  
 —, Rostpilze 134. 147.  
 178  
 —, Schimmelpilze  
 134. 147  
 Pinguline 217  
 Pinseläpfchen 218  
 Pinus 137  
 Pirus 137  
 Pisces 205  
 Pisum 133  
 Pithecanthropus 223  
 Plasmodiophora 176  
 Plathelminthen 139  
 Plattfische 195  
 Plattwürmer 110. 139  
 134. 147  
 Pollenschläuche 153  
 Polyp 99. 155  
 Prmel 138  
 Prophyten 139  
 Protozoen 139  
 Przewalski-Pferd 198  
 Psychiatrie 131  
 Psychologie 131  
 Pteridophyten 134  
 Pudel 141  
 Puma 141
- Quallen 102. 139**  
 —, Ohrenqualen 155  
 Quecksilberverbindungen  
 171
- Rabe 217**  
 Rachitis 123  
 Radiischen 138  
 Rana 207  
 Rasse 137  
 Ratten 218  
 Raubtiere 141. 218  
 Raubvögel 217  
 Regenwurm 106. 139.  
 142. 157  
 Rehe 43. 218. 224  
 Reifeteilung 179. 180.  
 182  
 Reiher 217  
 Reinberg 184  
 Reibrassig 187  
 Renittiere 218

- Renntierflechte 40  
 Reptilien 140. 209  
 Rezessiv 185. 187. 189  
 Rhesus-Affen 218  
 Rhinoceros 224  
 Riechen 126  
 Riesenhirsch 220  
 Riesenschildkröten 142  
 Ringelblume 133  
 Ringelungsversuch 163. 168  
 Ringelwürmer 106. 108  
 Rippenfarn 27  
 Rifezeit 219  
 Robben 218  
 Rochen 216  
 Rogen 206  
 Roggen 132. 138. 159. 199  
 —, Pektuser 202  
 Rosengewächse 132. 136. 137. 138  
 Rostpilze 134. 148. 178  
 Roßkastanie 168  
 Rotfeder 205  
 Rothirsch 45  
 Rotkehlchen 217  
 Rotschwänzchen 217  
 Rottanne 22  
 Ruderfüßer 217  
 Rübenaschäfer 174  
 Rückenmark 206  
 Rückensaiten 206  
 Rückkreuzung 183  
 Russelliere 218  
 Ruhr-Amöbe 95  
 Rundwürmer 109. 139  
  
 Saale 219  
 Saatkrähe 54  
 Säugtiere 140. 141. 212. 215. 216  
 Salamander 217  
 Salbei 137. 138  
 Salpen 155  
 Salvia 137  
 Samenanlage 155  
 Samenfadens 135. 150  
 Samenfadensbehälter 150. 152  
 Samenpflanzen 27. 135. 136  
 Samenzellen 145. 179  
 Sandmuschel 119  
 Satanspilz 37  
 Sauerstoff 159. 166  
 Sauerwurm 172. 174  
 Saurier 192  
 Schaber 225  
 Schachtelhalme 27. 134. 136. 152. 192  
 Schädlingsbekämpfung 169. 177  
 Schädlingsbekämpfung 131. 169  
 —, biologische 174  
 —, chemische 171  
 Schäferhund 141  
 Schafe 218  
 Schakal 141  
 Scharbockskraut 147  
 Schiefer, Eichstädter 192  
 Schilddrüse 212. 213  
 Schildkröten 217  
 Schildläuse 174  
 Schillfroh 159  
 Schimmelpilze 82. 134  
 —, Gießkannenschimmel 148  
 —, Köpfenschimmel 134. 147  
 —, Fäulnischimmel 134  
 Schimpanse 196. 218. 221  
 Schlagadern 207  
 Schlangen 217  
 Schlangemoos 29  
 Schlangensterne 140  
 Schleiden 65  
 Schleie 205  
 Schlupfwespen 174  
 Schmalnasen 218  
 Schmarotzer 17. 95. 134. 177  
 Schmecken 126  
 Schmetterlinge 140  
 Schmetterlingsblütler 136. 137. 138  
 Schnabeliere 218  
 Schnecken 115. 139  
 Schnittlauch 137  
 Schollen 196. 217  
 Schorfpilze 175  
 Schraubenalge 144  
 Schultergürtel 207. 210  
 Schuppen 205  
 Schuppentiere 218  
 Schuppenwurz 17  
 Schwämme 139  
 Schwärmer 150  
 Schwalben 217  
 Schwammspinner 174  
 Schwann 65  
 Schwanzlurche 217  
 Schwarzdrossel 52  
 Schwarzkiefer 25  
 Schwarzrost 148. 178  
 Schwarzwild 48  
 Schwefel 157. 161  
 Schwefelkalkbrühe 172  
 Schwefelsaures Ammonium 163  
 Schweine 199. 218  
 Schwertlilie 159  
 Schwimmlaube 206  
 Seedrachen 216  
 Seehunde 218  
 Seeigel 140  
 Seesterne 140  
 Seewalzen 140  
 Segler 217  
 Sehen 128  
 Seidelbast 12  
 Seitenlinie 205  
 Selektion 197  
 Selbhaftigkeit 198  
 Seuchen 85  
 Siebenschläfer 224  
 Silur 191. 192  
 Singvögel 140. 217  
 Sinnesorgane 126  
 Smaragdeidechse 218  
 Sommersproß 152  
 Spalthändigkeit 187  
 Spaltöffnungen 161  
 Spaltpilze 79. 133. 134. 136  
 Spaltungsregel 183  
 Spechte 57. 217  
 Species 133  
 Speicheldrüsen 213  
 Speicherorgane 72  
 Speicherung 146. 162  
 Sperling 209. 217  
 Spinat 199  
 Spinnentiere 139. 142  
 Spitz 141  
 Spitzkeimer 136  
 Spitzmäuse 218  
 Spongien 139  
 Sporen 133. 144. 147. 153  
 —, Dauersporen 144  
 —, Paarsporen 144  
 —, Sommersporen 148  
 —, Wintersporen 148  
 Sporenbahälter 150  
 Sporenkapseln 149. 151  
 Sporenpflanzen 27. 192  
 Sporentierchen 95. 139  
 Spritzmittel 171. 172. 202  
 Spulwürmer 139  
 Stachelhäuter 139  
 Stachelschweine 218  
 Stärke 160. 166  
 —, lösliche und unlösliche 162  
 Staubmittel 171. 173  
 Stalldüngung 157  
 Stammbaum 196  
 Stare 217  
 Staubbrand 178  
 Stecklinge 145  
 Steinbock 220  
 Steinkohlen 29  
 Steinkorallen 104. 155  
 Steinobstgewächse 138  
 Steinpilz 37  
 Steinzeit 220  
 Stengel 72  
 Stiehlunge 217  
 Stickstoffverbindungen 158. 161. 163. 165  
 Stinkmorchel 38  
 Stockwerkbau 9  
 Störche 217  
 Störe 217  
 Stoffe, organische 134. 147. 157  
 —, unorganische 135. 157  
 Stoffwanderung 160  
 Strauße 217  
 Streifenblätter 135  
 Streifenfarn 26  
 Stummelfüßer 217  
 Superphosphat 163  
 Süßwasserpolyp 100. 139. 154  
 Symbiose 35. 41. 134  
 System 132  
 Systematik 131  
 Tabak 199  
 Tagfalter 140  
 Tagfauenaugen 140  
 Tanne 22  
 Tannenbärlapp 28  
 Tapire 218  
 Tarpan 198  
 Taube 201. 209. 217  
 Taubheit 187  
 Taubnessel 137. 138  
 Taubstumtheit 189  
 Taucher 217  
 Taufelge 199  
 Tausendfüßler 139  
 Teer 164  
 Teichschnecke 142  
 Teilung 143  
 Tertiärzeit 191. - 192. 219. 221  
 Thallophyten 134  
 Thymusdrüse 212  
 Tierstöcke 96. 155  
 Tiger 141  
 Tinca 205  
 Tintenfische 120. 139  
 Tintenspilz 34  
 Tochtergeneration 181  
 Tochterzellen 143  
 Tomate 199  
 Torfmoos 30. 134  
 Tradeskantia 163  
 Traubenwickler 172  
 Traubenzucker 160. 162  
 Trnas 191. 192  
 Trichine 109. 139  
 Trifolium 133  
 Triobiten 192  
 Tritium 137  
 Trockenfäule 176  
 Trockenmasse 164  
 Trollblume 30  
 Tropentierchen 143  
 Trypanosomen 96  
 Tulipa = Tulpe 137. 146  
 Überdeckender Erbgang 185  
 Überdeckte Anlage 185  
 Ulmengewächse 138. 142. 224  
 Umtrieb 11  
 Unabhängigkeitsregel 187  
 Unpaarhufer 218  
 Unpaarzehrer 141  
 Ur 224. 225  
 Urmensch 223. 226  
 Urfpflanzen 139  
 Ursprungsgebiete 198  
 Urtiere 90. 139  
 Urvogel 192. 194  
  
 Vanessa 140  
 Variabilität 200  
 Varietät 190  
 Venen 207. 215  
 Verdauung 124  
 Veredeln 146. 203  
 Vererbungslehre 131. 179  
 Vergleichenicht 159  
 Vermehrung 142  
 Vermeis 139  
 Versteinerungen 141. 192  
 Versteinerungskunde 192  
 Verwachsenblättrler 136. 137  
 Verwandtschaft 132. 133. 204

- |                                  |                               |                              |                        |                                                |
|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------------------------|
| Verwitterung 164                 | Waldschädlinge 59             | Weißtanne 22                 | Wurmfarn 27. 148       | Zieralgen 77                                   |
| Vespa 140                        | Wale 194. 195. 218            | Weizen 132. 137. 199         | Wurmfortsatz 212       | Zirbelkiefer 24                                |
| Vicia 133                        | Walrosse 218                  | Wels 142                     | Wurzel 70              | Zoologie 130                                   |
| Vielfringigkeit 188              | Wanzen 174                    | Wespen 140                   | Wurzelfüßler 139       | Zuchtwahl 200                                  |
| Vipern 217                       | Wasser 157                    | Weymouthskiefer 24           | Wurzelhaare 159        | Zuchtziele 201                                 |
| Vitamine 122                     | Wassergehalt 164              | Wicke 133                    | Wurzelknollen 146      | Zucker 168                                     |
| Vögel 140. 209. 215.<br>216. 217 | Wasserpest 163. 166.<br>167   | Widertonmoos 30              | Wurzelschößlinge 146   | Zuckerrübe 199                                 |
| Vogelbeere 137                   | Wasserstoff 160               | Wiederkäuer 218              |                        | Züchtung 198. 203                              |
| Volvox 145                       | Watt- und Sand-<br>würmer 108 | Wiesenchampignon 36          | <b>Xantophyll</b> 166  | Zweihäusig 151                                 |
| Vorkeim 149                      | Wawilow 199                   | Wildkatze 224                |                        | Zweikeimblättrige<br>Pflanzen 135. 137.<br>138 |
| Vormagen 212                     | Wechseltierchen 91.<br>143    | Wildpferde 198               | <b>Zahnarme</b> 218    | Zwerchfell 212                                 |
| Vormensch 223                    | Wegschnecke 112               | Wildschwein 48. 224          | Zahnkarpfen 174        | Zwergsträucher 9                               |
| <b>Wacholder</b> 24. 137         | Wechsel 219                   | Wimpertierchen 92            | Zapfenträger 135       | Zwiebel 137. 146                               |
| Wärmeeinheit 125                 | Weichtiere 112. 139           | Wimperträger 139             | Zauberring 169         | Zwischenzeit 219                               |
| Wahlvermögen 159                 | Weide 138. 168                | Winterhärte 202              | Zelle 65. 179          | Zwischenständige Ver-<br>erbung 183            |
| Wald 7                           | Weidengewächse 138            | Wirbel 206                   | Zellkern 179           | Zwischenwirt 148                               |
| Waldelefant 224                  | Weidenröschen 17              | Wirbeltiere 140. 204.<br>216 | Zellstoff 160          | Zwitterblüte 138. 165                          |
| Waldgeißblatt 16                 | Weinbau 172                   | Wisent 224                   | Zellteilung 67. 179    | Zwölfingerdarm 208.<br>211. 212                |
| Waldgemeinschaft 64              | Weißlinge 140                 | Wolf 224                     | Ziegelroter Rißpilz 36 |                                                |
| Waldmeister 14                   |                               | Würmezeit 219                | Ziegen 218             |                                                |
|                                  |                               | Würmer 106                   |                        |                                                |

