

LEHRBUCH DER BIOLOGIE

ZOOLOGIE

ZEHNTE SCHULJAHR

LEHRBUCH DER BIOLOGIE

FÜR DAS 10. SCHULJAHR

ZOOLOGIE

Mit 160 Abbildungen im Text



VOLK UND WISSEN VERLAG · BERLIN/LEIPZIG

1950

Herausgegeben von Willi Lemke

unter Mitarbeit von

Waldfried Hartung, Prof. Dr. Otto Pflugfelder
und Ulrich Schultze-Frentzel

Bestell-Nr. 6022 Preis 4.20 DM (gbd.) • 1.–30. Tausend • Lizenz Nr. 334 • 1000/50-I-190/50
Satz: VEB Bibliographisches Institut, Leipzig (M 114). Auftrag Nr. 8310
Druck: Universalverlag GmbH., Leipzig (M 402)

INHALT

Aufgaben der Zoologie	4
-----------------------------	---

ERSTER TEIL: Überblick über das Tierreich

A. Grundlagen der systematischen		III. Hohltiere	17
Gliederung	5	IV. Plattwürmer	21
I. Unterschied zwischen Pflanze		V. Fadenwürmer	24
und Tier	5	VI. Ringelwürmer	27
II. Die Verwandtschaft der Tiere	6	VII. Gliedertiere	30
B. Die Tierstämme	11	VIII. Weichtiere	39
I. Einzeller	11	IX. Stachelhäuter	44
II. Schwämme	16	X. Chordatiere	47

ZWEITER TEIL: Lebensfunktionen der Tiere

A. Vergleichende Anatomie		B. Fortpflanzung	118
und Physiologie	96	I. Ungeschlechtliche Fort-	
I. Der Körper und seine		pflanzung	118
Festigkeit	96	II. Geschlechtliche Fortpflanzung	119
II. Bewegung	98	III. Befruchtung	120
III. Stoffwechsel	103	IV. Generationswechsel der Tiere	121
IV. Sinnesorgane	108	C. Entwicklung	123
V. Nervensystem	111	I. Furchung	123
VI. Verhaltensweisen der Tiere ..	113	II. Keimblattbildung	124
VII. Zusammenwirken der Organe	116	III. Bildung der Organe	125
		IV. Jugendformen und Brutpflege	127

DRITTER TEIL: Das Tier und seine Umwelt

A. Wechselbeziehungen zwischen Tier		II. Gegensätze im Tierreich	145
und Pflanze	131	a) Tierfressende Tiere	145
I. Tiere als Pflanzenfresser	132	b) Schmarotzer	146
II. Tiere und Blüten	136	c) Schutz vor fleischfressenden	
III. Tiere als Verbreiter von		Tieren	149
Pflanzen	138	C. Das Tier und sein Wohngebiet	150
IV. Symbiose zwischen Tieren und		I. Tiere im Wasser	150
Pflanzen	138	II. Tiere auf dem Lande	159
B. Die Beziehungen der Tiere zueinander	139	D. Lebensgemeinschaften	167
I. Gemeinschaft im Tierreich ..	140	E. Tier und Mensch	170
a) Die Paarungsgemeinschaft		I. Von der Naturlandschaft zur	
der Tiere	140	Kulturlandschaft	170
b) Tierfamilien	140	II. Kulturflüchter - Kulturfolger ..	172
c) Schwärme und Herden	140	III. Haustiere	175
d) Tierstaaten	141		
e) Tierstöcke	144		
f) Symbiose	144		

Anhang: Aus der Geschichte der Zoologie	184
---	-----

AUFGABEN DER ZOOLOGIE

Die Zoologie ist die Wissenschaft von den **Tieren**. Sie gliedert sich in verschiedene Arbeitsgebiete. Die **Systematik** beschreibt die Tiere und ordnet sie nach ihren verwandtschaftlichen Beziehungen. Ihre Grundlage bildet die Stammesgeschichte oder **Phylogenie**, die die Entstehung der einzelnen Tierarten erforscht und deren Abstammung zeigt. Die Erforschung der Tiere früherer Zeiten der Erdgeschichte ist das Arbeitsgebiet der **Paläontologie**.

Die Beschäftigung mit der Körpergestalt der Tiere nennen wir **Morphologie**. Die **Anatomie** untersucht den inneren Bau, die Anordnung und Größe der Organe bei den einzelnen Tiergruppen. Ein Sonderzweig der Anatomie, die **Zytologie** und **Histologie**, untersucht die Zusammensetzung der Körper aus Zellen und Geweben. Die **Physiologie** erforscht die Lebensvorgänge im Gesamtorganismus und die Leistungen der einzelnen Organe. Zu ihrem Arbeitsbereich gehört auch die **Tierpsychologie**, die die Verhaltensweisen der Tiere untersucht.

Die Entwicklungsgeschichte oder **Ontogenie** betrachtet die Entwicklung vom Ei bis zum erwachsenen Tier. Sie bedient sich des Experimentes, um die Ursachen der einzelnen Entwicklungsabläufe zu erkennen (Entwicklungsphysiologie).

Die **Ökologie** erforscht die Lebensbedingungen und die davon abhängige Lebensweise der Tiere. Sie sucht alle Beziehungen des Lebewesens zu seiner Umwelt zu erkennen. Die **Tiergeographie** beschäftigt sich mit der Verbreitung der einzelnen Tierarten auf der Erde.

Fast alle Teilgebiete haben eine große *praktische Bedeutung*. Die **angewandte Zoologie** trägt wesentlich dazu bei, unsere Ernährungslage zu verbessern, sie ist die Grundlage für die Züchtung der Nutztiere, für die Vorbeugung gegen Tierseuchen und die Bekämpfung von Tierkrankheiten und Schädlingen. Außerdem unterstützt sie mit den Ergebnissen ihrer Forschung Technik und Wirtschaft, soweit diese tierische Rohstoffe verarbeiten und veredeln, und fördert Wildhege und Fischzucht. Vergleichende zoologische Untersuchungen und Versuche an Tieren haben viel zur Kenntnis des menschlichen Körpers und seiner Lebensvorgänge beigetragen. So sind z. B. Forschungen über Stoffwechsel oder Gehirntätigkeit ohne die Vorarbeit der Zoologie nicht denkbar.

ERSTER TEIL Überblick über das Tierreich

Das Tierreich bildet zusammen mit dem Pflanzenreich das Reich der Organismen. Die Zoologie muß ihr Arbeitsgebiet gegen das der Botanik abgrenzen. Nur im Bereich der Einzeller ergeben sich dabei Schwierigkeiten.

Auf Grund gestaltlicher Merkmale, Entwicklung und Verhaltensweise ordnen wir die Tiere in ein **System**, das der natürlichen Verwandtschaft aller Tiere Ausdruck verleiht.

A. GRUNDLAGEN DER SYSTEMATISCHEN GLIEDERUNG

I. Unterschied zwischen Pflanze und Tier

Der Unterschied zwischen Pflanzen und Tieren besteht nach Meinung der meisten Menschen darin, daß die einen festgewachsen sind und die anderen sich fortbewegen können. Aber die beiden Lebensbereiche sind damit nicht genügend gegeneinander abgegrenzt, denn wir kennen frei bewegliche Pflanzen (Kiesel-, Grünalgen u. a.) und festsitzende Tiere (Korallen, Schwämme u. a.). Richtiger werden Pflanzen und Tiere nach ihrer *Ernährungsweise* voneinander unterschieden. Die grünen Pflanzen vermögen mit Hilfe des Sonnenlichtes den Kohlenstoff aus dem Kohlendioxyd der freien oder der im Wasser gelösten Luft zu assimilieren. Die übrigen Nähr- und Baustoffe entnimmt die Pflanze dem Boden oder den in Wasser gelösten Mineralsalzen. Chlorophyllfreie Pflanzen (z. B. Pilze und Bakterien) benötigen wie die Tiere *organische Nahrung*, die entweder tierischen oder pflanzlichen Ursprungs ist.

Unmöglich ist die Abgrenzung zwischen Tier- und Pflanzenreich bei der Gruppe der einzelligen **Geißelträger** (*Flagellata*). Zahlreiche Arten von ihnen ernähren sich ausschließlich wie Pflanzen, andere Arten dagegen wie Tiere. Von besonderem biologischem Interesse sind einige Geißelträger, die im Licht Blattgrün bilden und sich wie Pflanzen ernähren; bei Mangel an Licht entwickeln sie kein Chlorophyll und sind deshalb auf organische Nahrung angewiesen. Viele Geißelträger sind nicht eindeutig in das Tier- oder Pflanzenreich einzugliedern. Die Gründe

hierfür liegen in der Stammesgeschichte. Die Vorfahren der heute lebenden Flagellaten bilden den gemeinsamen Ausgangspunkt für die Entwicklung der mehrzelligen Tiere und Pflanzen. In bezug auf ihre Ernährung vereinen sie in sich noch die charakteristischen Merkmale beider Reiche.

Die folgende Tabelle stellt die Unterschiede zwischen Tier und Pflanze schematisch gegenüber:

	Mehrzellige Tiere	Mehrzellige Pflanzen
Nahrung	Organisch: Eiweiß, Fette, Kohlenhydrate	Anorganisch: Wasser, CO ₂ , N- und andere Salze.
Chlorophyll	Nicht vorhanden	Vorhanden. Verwertung der Energie des Sonnenlichtes
Verhältnis zur Umwelt	Ortsbewegung meist möglich. Starke Reizempfindlichkeit. Ausbildung von Nerven	Keine Ortsbewegung. Geringe Reizempfindlichkeit. Keine Nerven
Anordnung der Organe	Nach innen konzentriert	Nach außen entfaltet
Zellulose	Sehr selten (Manteltiere)	Allgemein verbreitet
Unterschiede im Bau der Zelle	Feine Zellmembran, keine Zellwand	Zellwand vorhanden
Wachstum und Neubildung	Nur in der Jugend. Im Alter fast fehlend	Andauernd

II. Die Verwandtschaft der Tiere

Die Art als systematische Einheit. Das Tierreich besteht aus unzähligen Einzelwesen (Individuen). Wir begegnen in der Natur Rehen, Maikäfern, Regenwürmern usw. Wenn wir z. B. mehrere Rehe genauer ansehen, so stellen wir fest, daß keines in seiner Form, Farbe, Größe usw. genau dem anderen gleicht.

Ebenso ist es bei den Maikäfern, Regenwürmern und allen anderen Tieren. In allen *wesentlichen* Merkmalen aber stimmen alle Rehe untereinander, alle Maikäfer untereinander und alle Regenwürmer untereinander überein. Sie bilden zusammen eine **Art**. Zu einer Art gehören alle Lebewesen mit ihren unmittelbaren Vorfahren und Nachkommen, die bei gleicher Umwelt und bei gleichem Entwicklungsstadium in allen wesentlichen Merkmalen übereinstimmen und sich normalerweise miteinander paaren.

Die Arten lassen sich nicht immer scharf abgrenzen. Schwierigkeiten treten vor allem dann auf, wenn die Arten in **Unterarten** oder **Rassen** zerfallen. Die

Glieder derselben Art sehen zuweilen recht verschieden aus. Ein unkundiger Beobachter wird Schoßhündchen und Bulldogge für zwei verschiedene Arten halten. In Wirklichkeit aber handelt es sich nur um Rassen der Art Hund, denn in allen wesentlichen Merkmalen (z. B. im Bau des Skelettes, des Gebisses usw.) stimmen sie überein (vgl. Darstellung der Abstammung des Hundes, Abb. 155, S. 179). Die Grenzen zwischen Art und Unterart sind jedoch in vielen Fällen recht unklar und daher bis zu einem gewissen Grad willkürlich gezogen. So unterscheiden manche Zoologen bei der Teichmuschel zwei Arten, andere sechs, acht und noch mehr, während wieder andere nur von Rassen sprechen. Diese Schwierigkeiten bei der Einordnung der Tiere in das zoologische System beruhen darauf, daß es in der Natur überhaupt keine konstanten Arten gibt, sondern daß sich alle Arten langsam, aber ständig verändern und in immer neue Rassen und Arten aufspalten. So zeigt unsere *Kohlmeise* drei Hauptrassen mit zahlreichen Unterassen. Von den europäischen bis zu den indischen Kohlmeisen geht die Farbe des Rückens allmählich von Gelb in Grau über. Bei den Kohlmeisenrassen Ostasiens tritt am Ende des grauen Rückens ein grüner Fleck auf, ferner sind sie kleiner als die übrigen Rassen. Diese geographischen Rassen sind durch Übergangsformen verbunden. Würden letztere fehlen, so könnte man geneigt sein, drei verschiedene Arten anzunehmen. Für eine solche Annahme würde auch sprechen, daß sich unsere europäische Kohlmeise in freier Natur nicht mit der ostasiatischen paart, obwohl in der Gefangenschaft solche Paarungen leicht gelingen. Diese Rassen müssen als *werdende neue Arten* angesprochen werden.

Räumliche Isolierung begünstigt den Zerfall von Arten in geographische Rassen und die Bildung neuer Arten. Durch das vordringende Eis der Eiszeit wurden zahlreiche Tierarten aus Mitteleuropa nach Südwesten und Südosten abgedrängt. Durch den Einfluß der neuen Umwelt veränderten sich viele Tiere. Sie mußten sich den dort vorhandenen Lebensbedingungen anpassen. Für die Herausbildung neuer Merkmale waren Änderungen der Temperatur, der Nahrung, der Feuchtigkeit, der Lichtverhältnisse, der Bodenbeschaffenheit usw. von Bedeutung. Nach der Eiszeit wanderten diese Rassen wieder in Mitteleuropa ein und kamen miteinander in Berührung. Manchmal vermischten sie sich, wie z. B. Rabenkrähe und Nebelkrähe in einer Zone von 60 bis 120 km Breite, die von Mecklenburg längs der Elbe und Vltava zur Save führt, ohne daß die Rabenkrähe weiter nach Osten, die Nebelkrähe weiter nach Westen vorgedrungen wäre. Manche Rassen haben sich seit der Eiszeit so stark verändert, daß man sie jetzt als verschiedene Arten ansprechen muß. So müssen die beiden Arten Nachtigall und Sprosser auf eine gemeinsame voreiszeitliche Stammform zurückgeführt werden. Obwohl sie heute das Gebiet zwischen Wisla und Oder gemeinsam bewohnen, vermischen sie sich nicht. Auch Trennung durch Wasser, Gebirge usw. begünstigt die Rassenbildung. So treten häufig auf benachbarten Inseln verschiedene Rassen von Eidechsenarten auf.

Die Art ist die systematische Einheit, trotz der Schwierigkeiten, sie klar zu umgrenzen. Die Arten sind aber nicht unveränderlich, sie vermögen Rassen zu bilden, die schließlich zu neuen Arten werden können. Die Arten erscheinen

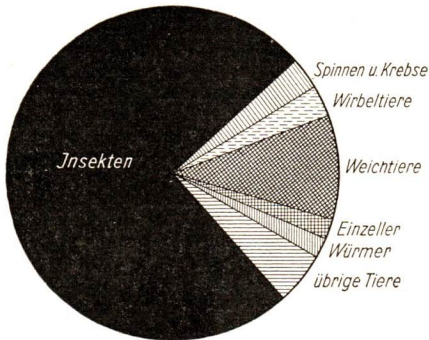


Abb. 1. Verteilung der bis jetzt bekannten Tierarten

nur darum konstant, weil ihre Veränderungen so langsam vor sich gehen, daß sie während eines Menschenlebens kaum wahrnehmbar sind.

Die Kenntnis der Arten stieg mit dem Fortschreiten der Wissenschaft. *Aristoteles* beschrieb im Jahre 335 v. d. Z. 520 Arten, von denen später zwei als Fabelwesen erkannt wurden. Im Jahre 1758 gab *Linné* 4236 Tierarten wissenschaftliche Namen. Um 1900 waren 420 000 Arten bekannt, die letzte Zählung im Jahre 1941 ergab über 1 000 000. Diese Zahl wird noch steigen, denn nur einige Tiergruppen sind gut durchforscht (Wirbeltiere, Käfer, Schmetterlinge), andere dagegen noch wenig (Wasserflöhe, Milben). Die weitaus größte Zahl von Arten gibt es bei den Insekten (Abb. 1). In weitem Abstand folgen Weichtiere und Wirbeltiere:

Zahl der Arten (rund):

Einzeller	20 000	Insekten	750 000
Schwämme	4 500	Weichtiere	104 000
Hohltiere	9 000	Stachelhäuter	4 500
Würmer	20 000	Manteltiere	2 000
Spinnen und Krebse	58 000	Wirbeltiere	60 000

Diese Zahlen beziehen sich auf die vollständig bekannten, d. h. beschriebenen und benannten Arten. Wieviel Arten außerdem existieren, ist schwer abzuschätzen. Vorsichtige Wissenschaftler schätzen die Gesamtzahl der Arten auf mindestens zwei Millionen.

Zusammenfassung von Arten zu höheren Einheiten. Man faßt von jeher viele Tierarten zu größeren Gruppen zusammen, z. B. Schmetterlinge oder Fische oder Vögel. Für die wissenschaftliche Forschung sind feinere Einteilungen notwendig. Vor allem war es *Linné*, der die Lebewesen in ein System ordnete. Er führte die Gruppeneinteilung nach **Art, Gattung, Familie, Ordnung, Klasse** allgemein

durch. Später schuf man noch zahlreiche weitere Unterabteilungen. In der aufsteigenden Reihenfolge dieser Gruppen nimmt die Zahl der gemeinsamen Merkmale immer mehr ab. Je ähnlicher sich die Lebewesen sind, desto näher verwandt sind sie. Die **Arten** Hauskatze, Löwe, Tiger haben in Bau und Lebensweise alle etwas Katzenähnliches. Man faßt sie daher zu der **Gattung** Katze (*Félis*) zusammen und bezeichnet die Arten durch einen zweiten lateinischen bzw. latinisierten Namen, also *Félis* (Gattungsname) *leo* (Artnamen): Löwe, *Félis tigris*: Tiger, *Félis doméstica*: Hauskatze.

Luchs und Leopard sind diesen Katzen zweifellos nahe verwandt, aber nicht so nahe, daß man sie in dieselbe Gattung einreihen kann. Man hat für diese Tiere vielmehr die Gattungsbezeichnungen *Lynx* bzw. *Cynailurus* eingeführt. Alle katzenähnlichen Gattungen faßt man zusammen in der **Familie** der Katzenähnlichen (*Félidae*). Alle Vertreter dieser Familie sind Raubtiere mit einziehbaren Krallen.

Die Angehörigen der Familien Hunde, Bären, Marder sind ebenfalls Raubtiere, aber ihre Krallen können nicht eingezogen werden. Sie haben jedoch viele andere Merkmale mit der Familie der Katzen gemeinsam, z. B. das Raubtiergebiß. Diese gemeinsamen Merkmale berechtigen dazu, Katzen, Hunde, Bären, Marder zu einer höheren Einheit, der **Ordnung** der Raubtiere (*Carnívora*), zusammenzufassen.

Mit den Nagetieren, Huftieren, Insektenfressern u. a. haben die Raubtiere nur wenig Ähnlichkeit. Gemeinsam ist ihnen allen aber, daß sie lebende Junge zur Welt bringen, die sie säugen. Sie bilden in ihrer Gesamtheit die **Klasse** der Säugetiere (*Mammalia*). Diese wiederum bilden zusammen mit den Vögeln, Kriechtieren, Lurchen, Fischen den **Unterstamm** der Wirbeltiere und diese mit Manteltieren und einigen kleineren Gruppen den **Stamm** der Chordatiere (*Chordata*). Wir haben damit die wichtigsten höheren systematischen Einheiten kennengelernt. Oft sind weitere Unterteilungen notwendig, z. B. *Unterklasse*, *Unterordnung* usw. In übersichtlicher Darstellung erhalten wir demnach folgende systematische Rangordnung:

Tierreich: *Régnum animale*

Unterreich: Mehrzeller (*Metazoa*)

Stamm: Chordatiere (*Chordata*)

Unterstamm: Wirbeltiere (*Vertebrata*)

Klasse: Säugetiere (*Mammalia*)

Ordnung: Raubtiere (*Carnívora*)

Familie: Katzenähnliche (*Félidae*)

Gattung: Katzen (*Félis*)

Art: Löwe (*Félis leo*) mit den verschiedenen Rassen,
z. B. Berberlöwe.

Ausgestorbene Lebewesen. Unser jetziges System ist ein Versuch, auf Grund unseres heutigen Wissens die Tiere nach dem **Grad ihrer Verwandtschaft** zu

ordnen. Eine lückenlose Darstellung der Verwandtschaftsverhältnisse aller Tiere in Form eines Stammbaumes wäre nur möglich, wenn alle *Zwischenformen* zwischen den jetzigen Arten lebend oder in Form von Versteinerungen (Fossilien) erhalten wären. Dies ist aber nicht der Fall; die Zwischenglieder sind größtenteils ausgestorben, ohne Spuren zu hinterlassen. Das gilt nicht nur für einzelne Arten, sondern auch für ganze Ordnungen und Klassen.

Welches sind die **Gründe** für das Aussterben von Arten?

Mit der Stammesentwicklung ist eine *Spezialisierung* und Anpassung des Körperbaus und der Lebensweise an eine bestimmte Umwelt verbunden, wie z. B. die der Affen an das Leben im Urwald. Ändert sich diese Umwelt, geht z. B. durch Klimaveränderung der Urwald zurück, so können den Tieren aus diesen Spezialisierungen Gefahren erwachsen. Viele baumbewohnende Affen können sich auf dem festen Boden nur recht unbeholfen bewegen. Neuanpassungen des Körperbaus erfolgen nicht in allen Fällen und erfordern lange Zeiträume. Steht diese Zeit nicht zur Verfügung, so sterben die Tiere aus.

Zuweilen ist mit der zunehmenden Spezialisierung ein *Größerwerden* der Tiere verknüpft. Manche Schreckenssaurier (*Dinosauria*) wurden über 25 m lang (Abb. 68, S. 64). Sie benötigten als Pflanzenfresser zweifellos riesige Futtermengen. Bei Klimaveränderungen aber hatten solche Riesentiere viel eher unter *Futtermangel* zu leiden als kleinwüchsige Allesfresser.

Klimaveränderungen haben auch unmittelbar, z. B. bei Sauriern, zum Aussterben von Arten beigetragen. Das kältere Klima reichte bei diesen wechselwarmen Tieren nicht mehr zur Erhaltung eines normalen Stoffwechsels aus.

Mitunter wirken sich *Seuchen* (Tsetse- und Rinderpest) und *tierische Feinde* verheerend aus. So starben die Ur-Raubtiere (*Creodóntia*) im unteren Tertiär mit dem Auftreten von hunde- und katzenartigen Raubtieren aus. Mit ihrem kleinen Gehirn waren sie zweifellos den neuauftretenden Raubtieren weit unterlegen. In Australien verdrängte der *Dingo* (eine Hunderasse, die wohl in vorgeschichtlicher Zeit mit dem Menschen in Australien eingewandert ist) den Beutewolf.

Im Einzelfall hat wohl kaum eine dieser Ursachen allein zum Aussterben von Tieren geführt. Erst wenn mehrere Ursachen zusammenwirkten, verringerte sich zunächst die Zahl der Einzeltiere bestimmter Arten, und schließlich starben diese Arten ganz aus.

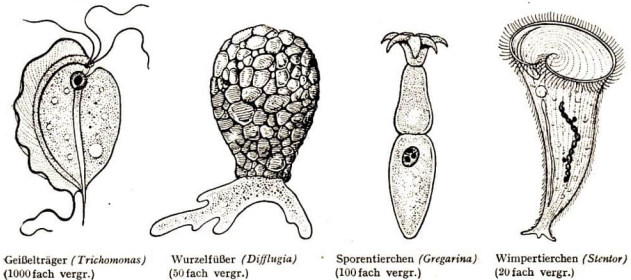
B. DIE TIERSTÄMME

ERSTES UNTERREICH UND I. STAMM:

Einzeller oder Urtiere (*Protozoa*)

Die Einzeller (Abb. 2) bestehen aus einer einzigen Zelle. Diese zeigt alle Merkmale des Lebens: *Stoffwechsel*, *Reizbarkeit*, *Bewegungsfähigkeit*, *Wachstum* und *Fortpflanzung*. Die Einzeller zeigen eine große Mannigfaltigkeit von Formen. Sie leben zumeist im Wasser oder in feuchter Erde, die Parasiten unter ihnen in mehrzelligen Lebewesen. Oft sind bestimmte Funktionen, etwa Fortbewegung, Nahrungsaufnahme, Ausscheidung, an *Organellen* gebunden. Wir verstehen darunter Zellteile, die den Organen mehrzelliger Tiere entsprechen.

Abb. 2. Einzeller



1. Klasse: **Geißelträger** (*Flagellata*)

Die Vorfahren der heute lebenden Flagellaten bilden den gemeinsamen Ausgangspunkt für die Stammesentwicklung aller mehrzelligen Tiere und Pflanzen (s. S. 5). Für diese formenreiche Gruppe ist der Besitz einer oder mehrerer *Geißeln* kennzeichnend, mit deren Hilfe sie sich fortbewegen. Meist sitzen die Geißeln am Vorderende des Körpers. Ihre Bewegungen können drehend, schlagend und schlängelnd sein. Die Geißelträger vermögen sich vor-, rück- und seitwärts zu bewegen. Nach Erreichung einer gewissen Größe entstehen aus einem Geißeltierchen durch *Längsteilung* zwei. Dieser Vermehrungsvorgang wird durch *Teilung des Zellkernes* eingeleitet.

Eine Gattung der zahlreichen Geißelträger sind die **Augentierchen** (*Euglena*, Abb. 3a). Sie beleben oft zu Milliarden Tümpel und Pfützen, wodurch das Wasser grün erscheint. Diese Einzeller sind hoch differenziert. Sie zeigen einen *Zellkern*, um den zahlreiche Chlorophyllkörner gelagert sind, ein pulsierendes *Bläschen*

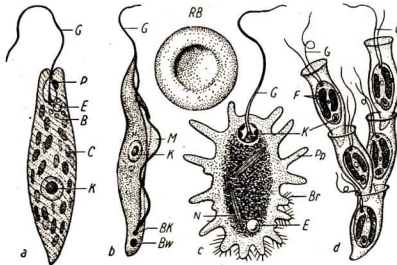


Abb. 3. Geißelträger. a *Euglena*, b Erreger der Schlafkrankheit (*Trypanosoma gambiense*), c *Mastigamoeba*, d Kragengeißeltierchen (*Dinobryon*);

RB Rotes Blutkörperchen zum Vergleich (Durchmesser $7,5 \mu$).

B Bildungsvakuole, BK Basalkorn, Br Borste, Bw Bewegungskorn, C Chlorophyllkorn, E Exkretblase, F gelbbraune Farbstoffkörner, G Geißel, K Kern, M undulierende Membran, N Nahrung (Kieselalgen), P Pigmentfleck, Pp Pseudopodien

(kontraktile Vakuole), das der Ausscheidung dient, und an der Geißelbasis einen roten, lichtempfindlichen Pigmentfleck. Mit seiner Hilfe vermag das Augentierchen Hell und Dunkel zu unterscheiden und so die günstigsten Lichtverhältnisse zu finden. Es assimiliert nach Art der Pflanzen, kann aber auch durch den an der Geißelansatzstelle gelegenen Zellmund organische Nahrung aufnehmen.

Manche Formen der Geißelträger sind zu einer *scharotzenden* Lebensweise übergegangen. So finden sich mehrere, meist harmlose Arten im Darm der Säugetiere. Im Blut scharotzen die *Trypanosomen*, spindelförmige Einzeller, die außer der Geißel eine sich wellenförmig bewegende Membran (undulierende Membran) besitzen. *Trypanosoma gambiense*, der Erreger der Schlafkrankheit, ist eine besonders gefährliche Art dieser Parasiten. Die Trypanosomen werden durch den Stich von verschiedenen Tsetsefliegen verbreitet. Man hat heute ein wirksames Arzneimittel gegen diese Krankheit. Unter den Flagellaten gibt es auch gewisse Formen, die neben den Geißeln noch einige Protoplasmafortsätze bilden oder ihre Geißeln abwerfen können (*Mastigamoeba*, Abb. 3c). Sie stellen den Übergang zu der folgenden Gruppe dar.

2. Klasse: Wurzelfüßer (*Rhizópoda*)

Die Wurzelfüßer (Abb. 2) sind Einzeller mit lappen- oder fadenförmigen *Scheinfüßchen*. Ihr Plasma besteht aus einer helleren Außenschicht und einem körnigen Innenplasma. Vielfach treten Skelettbildungen in Form von Gehäusen auf. Sie vermehren sich durch Kern- und anschließende Plasmateilung.

Die **Wechseltierchen** (*Amoeba*, Abb. 4) sind die charakteristischen Vertreter dieser Gruppe. Unter dem Mikroskop erkennen wir, daß ihr Körper keine feste Oberfläche besitzt und daß sich ihre Form dauernd verändert. Auf der Veränderung der Gestalt beruht das langsame, fließende Fortbewegen mit Scheinfüßchen (*Pseudopodien*). Damit wird zugleich die sehr einfache Art der Nahrungsaufnahme ermöglicht: Die Zelle *umfließt* ihre Beute (Bakterien, Kieselalgen,

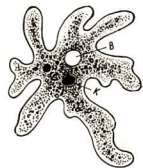


Abb. 4. Wechseltierchen (*Amoeba proteus*). B pulsierendes Bläschen, K Kern (100fach vergr.)

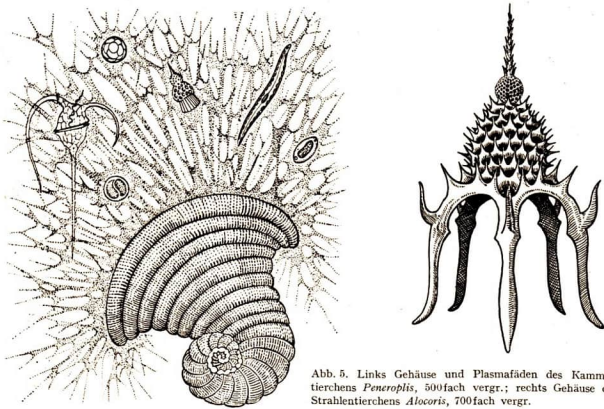


Abb. 5. Links Gehäuse und Plasmafäden des Kammertierchens *Peneroplis*, 500fach vergr.; rechts Gehäuse des Strahlentierchens *Alocoris*, 700fach vergr.

pflanzliche Reste) und nimmt sie in ihren Plasmaleib auf. Dabei bilden sich **Nahrungsvakuolen**, in denen die Verdauung erfolgt. Bei den Süßwasserformen tritt als besonderes Organell eine pulsierende *Ausscheidungsvakuole* auf. Die Amöbe kann sich bei ungünstigen Wasserverhältnissen abkapseln. Bei günstigeren Bedingungen kriecht sie wieder aus der Kapsel hervor. Im Darm des Menschen kommen schmarotzende Amöben vor. *Entamoeba coli* nährt sich von Speiseresten und Bakterien. Gefährlich ist *Entamoeba histolytica*, die Geschwüre in der Darmschleimhaut (Amöbenruhr) hervorruft; sie kommt in den Tropen und Subtropen vor. Die **Kammertierchen** (*Foraminifera*, Abb. 5) sind mit *Schalen* versehene Wurzelfüßer, die im Meere leben. Ihre ein- oder mehrkammerigen Gehäuse bestehen meist aus kohlensaurem Kalk. Diese sind von feinen Poren durchsetzt, durch die zarte Scheinfüßchen hervortreten. Manche Schichten der Kreide bestehen ausschließlich aus solchen Gehäusen. Die **Strahlentierchen** (*Radiolária*, Abb. 5) bilden aus Kieselsäure oder Strontiumsulfat Skelette von großer Schönheit. Durch eine zentrale Kapsel ist der innere Teil, in dem auch der Kern liegt, von einem äußeren Plasmateil abgeschlossen; dieser enthält gasgefüllte Bläschen und Fetttropfchen als Schwebearrichtungen. Strahlentierchen und Kammertierchen sind Bewohner des Meeres.

3. Klasse: **Sporentierchen** (*Sporozöa*)

Die Sporentierchen (Abb. 2) sind durchweg *Parasiten*, die in mehrzelligen Tieren leben und dort ihre Nahrung in gelöster Form osmotisch mit der ganzen Oberfläche aufnehmen. Bei ihrer Fortpflanzung bilden sich männliche und weibliche Zellen,

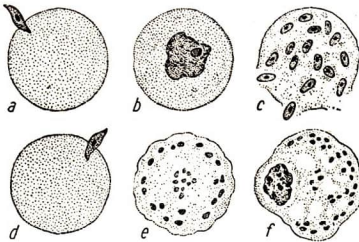


Abb. 6. Der Malaria Parasit im menschlichen Blut.

a Der Sporozoit dringt in ein Blutkörperchen ein, b Wachstum des Parasiten, c Zerfallsteilung, d Neuinfektion, e männliche Geschlechtszellen (Mikrogametozysten), f weibliche Geschlechtszelle (Makrogamet)

die sich paarweise vereinigen. Wenn die beiden Kerne verschmolzen sind, entstehen durch Zerfallsteilung *Sporen*. In diesen Fortpflanzungskörpern, die meist von einer Hülle umgeben sind, entstehen neue Sporentierchen.

Ein Parasit der Kaninchen ist *Eimeria stiedae*, der Erreger der *Lebercoccidiose*. Die Übertragung dieser Krankheit kann nur durch peinliche Sauberkeit der Ställe vermieden werden. Die *Plasmodien* sind

die Erreger der Malaria. Sie werden durch den Stich der Anophelesmücke auf den Menschen übertragen. In seinen roten Blutkörperchen findet eine Vermehrung der Plasmodien statt (Abb. 6). Dabei zerfallen die roten Blutkörperchen, was einen plötzlichen Anstieg der Körpertemperatur (Schüttelfrost) zur Folge hat. Nach mehrmaliger Teilung der Plasmodien treten Geschlechtsformen auf, welche bei einem erneuten Stich der Anophelesmücke aus dem Blut des Menschen in den Körper der Mücke gelangen, hier ihre Entwicklung durchmachen und von ihr weiter übertragen werden (s. S. 148).

4. Klasse: Wimpertierchen (*Ciliáta*)

Die Wimpertierchen (Abb. 2) sind die höchstentwickelten Formen der Einzeller. Das im Wasser lebende **Pantoffeltierchen** (*Paramecium*, Abb. 7) ist eine pantoffelförmige Zelle, die von einem zähen Oberflächenhäutchen umgeben ist. In ihm sind viele, in bestimmten Linien angeordnete Wimpern (*Cilien*) verankert. Die wellenförmig über den ganzen Körper hin erfolgenden *Wimperschläge* treiben das Tierchen vorwärts. Etwa 10 bis 15 Schläge werden in der Sekunde durchgeführt, dabei wird eine Strecke von 2 bis 5 mm, das 10- bis 15fache der Körperlänge, zurückgelegt. Die Wimpern sitzen auf kleinen Körnchen (*Basalkörnchen*), die unter sich durch ein feines Geflecht reizleitender Plasmafäden zusammenhängen (Abb. 8). Die Wimpertierchen besitzen einen *Zellmund*, in den die Nahrung hineingestrudelt wird. Diese wandert dann in *Nahrungsvakuolen* durch den ganzen Körper. Organellen, die zur Ausscheidung dienen, sind zwei *pulsierende Vakuolen* und der *Zellafter*, eine besonders dünne Stelle des Außenplasmas. Die Pantoffeltierchen haben zwei Kerne, einen großen und einen kleinen. Die *Teilung* des Tieres erfolgt durch Teilung der Kerne und anschließende Plasmadurchschnürung. Die in den Tochterzellen zunächst fehlenden Stücke, z. B. der Zellmund, werden ergänzt. Nach einer größeren Zahl von Teilungen legen sich zwei Pantoffeltierchen aneinander, tauschen die Substanzen ihrer Kleinkerne auf besondere Art aus und trennen sich dann wieder (Abb. 9).

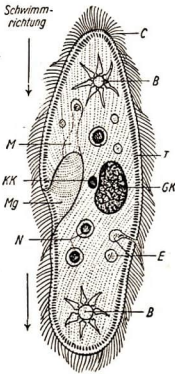


Abb. 7. Pantoffeltierchen (*Paramecium caudatum*).

B pulsierendes Bläschen, C Cilien, E Exkretvakuole, GK Großkern, KK Kleinkern, M Mund, Mg Mundgrube, N Nahrungsvakuolen, T Trichozysten

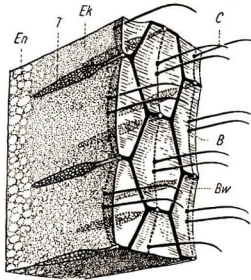
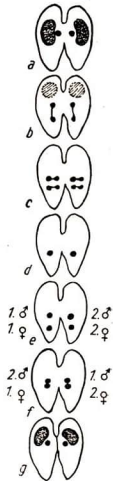


Abb. 8. Das Ektoplasma des Pantoffeltierchens.

B Basalkorn, Bw Bewegungsfibrille, C Cilie, Ek Ektoplasma, En Entoplasma, T Trichozyste mit Öffnung

Abb. 9. Konjugation des Pantoffeltierchens.

a Mundgruben verschmelzen miteinander, b Großkerne in Auflösung — erste Teilung der Kleinkerne, c zweite Teilung der Kleinkerne, d zwei Tochterkerne bleiben übrig, e Teilung in männlichen Wanderkern und weiblichen ruhenden Kern, f Austausch der Wanderkerne, g Verschmelzung der männlichen und weiblichen Kerne, Wiederauftreten des Großkerns



Übersicht: Unterreich: EINZELLER oder URTIERE (*Protozoa*)

I. Stamm **Einzeller** oder **Urtiere** (*Protozoa*)

1. Klasse Geißelträger (*Flagellata*)

Augentierchen (*Euglena*), Erreger der Schlafkrankheit (*Trypanosoma gambiense*), *Noctiluca* verursacht das Meeresleuchten, *Mastigamoeba*

2. Klasse Wurzelfüßer (*Rhizopoda*)

Wechseltierchen (*Amoeba*), *Entamoeba*, Kammertierchen (*Foraminifera*), Sontentierchen (*Heliozoa*), Strahlentierchen (*Radiolaria*)

3. Klasse Sporentierchen (*Sporozoa*)

Erreger der Malaria (*Plasmodium*), Erreger der Coccidiose (*Eimeria*)

4. Klasse Wimpertierchen (*Ciliata*)

Pantoffeltierchen (*Paramecium*), Glockentierchen (*Vorticella*), Trompetentierchen (*Stentor*)

ZWEITES UNTERREICH:

Mehrzeller (Metazoa)

Im Laufe einer langen Entwicklung haben sich vor vielen Millionen Jahren aus einzelligen Lebewesen die *Mehrzeller* entwickelt. Ihr Körper besteht aus *Gewebe* und *Organen*, die sich aus vielen Zellen zusammensetzen. Während bei den Einzellern alle Lebensfunktionen unter Ausbildung von Organellen von einer einzigen Zelle ausgeübt werden, tritt bei den Mehrzellern eine *Arbeitsteilung* ein. Die *Fortpflanzung* erfolgt entweder ungeschlechtlich (vegetativ) durch Knospungs- und Teilungsvorgänge oder geschlechtlich (generativ) durch Keimzellen. In diesem Falle entsteht aus der befruchteten Eizelle durch Furchungsteilungen ein **Zellhaufen**, der einer Maulbeere ähnlich ist (*Mórula*, Abb. 10). Daraus entwickelt sich ein einschichtiger **Blasenkeim** (*Blástula*). Meistens entsteht aus diesem durch Einstülpung der **Becherkeim** (*Gástrula*, s. S. 123). Die Hohltiere bleiben zeitlebens auf diesem Stadium stehen. Alle anderen Mehrzeller entwickeln sich über dieses Stadium hinaus.

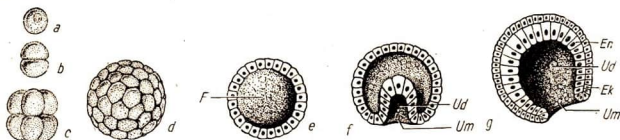


Abb. 10. Furchung und Gastrulation. a Befruchtetes Ei, b 2-Zellenstadium, c 8-Zellenstadium, d Maulbeerkeim (*Morula*), e Blasenkeim (*Blastula*) mit F Furchungsböhrle, f Becherkeim (*Gastrula*) mit Ud Urdarmhöhrle und Um Urmund, g Becherkeim mit zwei Zellschichten: Ek (Ektoderm) und En (Entoderm)

II. Stamm: Schwämme (Porifera)

Die *Schwämme* sind festsitzende Tiere ohne Nervensystem. Sie bestehen aus einer Außenschicht, die einige große und zahlreiche kleine Öffnungen, *Poren*, aufweist (Abb. 11). Die gekammerte innere Höhrung ist mit vielen Kragengeißelzellen ausgekleidet. Der Schlag dieser Geißeln läßt das Wasser durch die kleinen Poren in die Kragengeißelkammern einströmen. Dort erfolgt die Aufnahme von Sauerstoff und Nahrungspartikeln. Zwischen beiden Zellschichten befindet sich Gallerte mit hornähnlichen Einlagerungen oder mit Nadeln von Kalk oder Kieselsäure. In der Mittelschicht liegen auch die *Geschlechtszellen*. Manche Schwämme sind *Zwitter*, d. h. ein und dasselbe Tier bildet zugleich männliche und weibliche Keimzellen. Aus befruchteten Eiern entstehen ovale Flimmerlarven, die ins offene Wasser gestrudelt werden. Sie setzen sich bald fest und bilden sich zum Schwammkörper um (Abb. 12).

Einheimische **Süßwasserschwämme** (z. B. *Spongilla lacustris*) sitzen häufig in Tümpeln und Teichen an Schilfstengeln und Steinen. Form und Farbe sind sehr verschieden. Die oft krater- oder schlauchförmigen, grauen oder gelblichen Gebilde

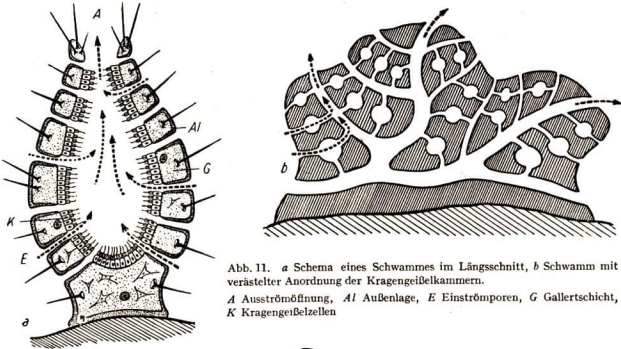
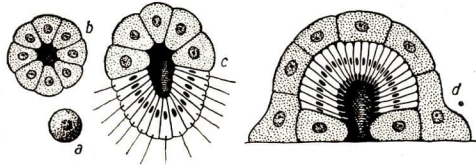


Abb. 12. Schema der Entwicklung eines Schwammes.
a Ei, b Blastula, c Flimmerlarve, d festsitzende Larve



lassen das Einsaugen oder Ausstoßen eines Wasserstromes erkennen. Werden die Lebensbedingungen ungünstig, so bilden sich kugelförmige *Überwinterungsknospen*, aus denen im Frühjahr neue Schwammstöcke entstehen.

Der **Badeschwamm** (*Euspongia officinalis*) lebt im Mittelmeer. Er besitzt eine hornähnliche Stützsubstanz, welche übrigbleibt, wenn man die Weichteile abfaulen läßt und durch Auswaschen entfernt.

III. Stamm: Hohltiere (*Coelenterata*)

Die Hohltiere sind wesentlich höher entwickelt als die Schwämme. Ihr Körper (Abb. 13) besteht aus einem *Hautblatt (Ektoderm)* und einem *Darmblatt (Entoderm)*. Zwischen beiden Schichten befindet sich eine *Stützlamelle*. Die Mundöffnung ist von Greifarmen umgeben. Auf ihnen befinden sich besonders viele Nesselzellen, die es nur in diesem Tierstamm gibt. Das *Nervensystem* der Hohltiere ist netzförmig (diffus) oder ringförmig im Körper angeordnet. Die *Vermehrung* erfolgt entweder *ungeschlechtlich* durch Teilung, Knospung und Stockbildung oder *geschlechtlich* durch Keimbildung. Die Hohltiere sind meist *getrenntgeschlechtlich*. Oft besteht ein *Generationswechsel* zwischen einer festsitzenden *Polypen*- und einer frei schwimmenden *Medusenform* (Abb. 15).

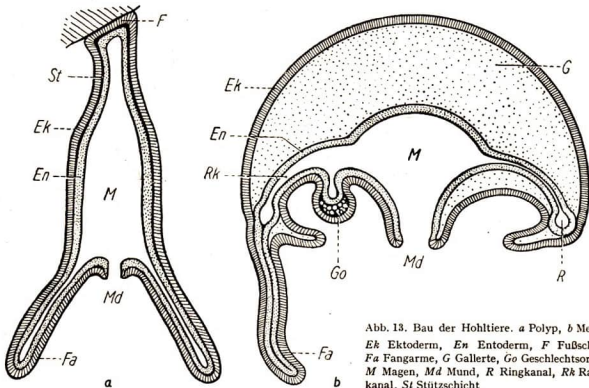


Abb. 13. Bau der Hohltiere. a Polyp, b Meduse.
 Ek Ektoderm, En Entoderm, F Fußscheibe,
 Fa Fangarme, G Gallerte, Go Geschlechtsorgane,
 M Magen, Md Mund, R Ringkanal, Rk Radiär-
 kanal, St Stützschicht

Die systematische Einteilung der Hohltiere erfolgt hauptsächlich nach der Art ihres Generationswechsels:

1. Polypen

Polypengeneration: groß, Medusengeneration: klein;

2. Quallen

Polypengeneration: klein, Medusengeneration: groß;

3. Korallen

Polypengeneration: stockbildende Formen klein, einzellebende Arten oft sehr groß. Medusengeneration: fehlt.

1. Klasse: Polypen (*Hydrozoa*)

Im Süßwasser sind häufig der braune und der graue, seltener der grüne Süßwasserpolyp (*Hydra*) zu finden. Diese bis 15 mm großen Tiere zeigen einen Körperbau, der im wesentlichen dem eines Becherkeimes entspricht. Die Außenhaut besteht hauptsächlich aus großen Deckzellen, die an ihrer Basis Muskelfasern bilden. Zwischen den Deckzellen liegen stiftförmige, einfache Sinneszellen sowie die Nesselzellen mit ihren Nesselkapseln. In jeder Nesselkapsel ist ein Plasmafaden eingerollt, der bei einer Reizung nach außen umgestülpt wird. Dabei wird gleichzeitig ein Gift entleert, das kleine Wassertiere lähmt. Das Innenblatt besteht aus Darmzellen. Sie besitzen Geißeln, deren Schläge das Wasser durch den Darmhohlraum bewegen. Zwischen ihnen liegen verstreut Sekretzellen, die Verdauungssäfte zum

Abbau der Nahrung bilden. Die Stützlamelle ist bei diesen Polypen nur dünn (Abb. 14). Auf ihr befinden sich in unregelmäßiger Verteilung netzartig verbundene Nervenzellen, die besonders in der Umgebung der Mundöffnung zahlreich sind. Die Beute, meist aus Kleinkrebsen bestehend, wird durch die Fangarme zum Mund gebracht und im Magen verdaut. Die unverdaulichen Reste werden durch die Mundöffnung wieder ausgestoßen. Bei guter Ernährung bilden sich an den Seiten der Polypen Knospen, die zu neuen Tieren heranwachsen und sich dann ablösen. Die Hydra pflanzt sich auch geschlechtlich fort. Sie hat im Gegensatz zu den zahlreichen Meerespolypen keine Medusengeneration. Die **Röhrenquallen** (*Siphonophora*) sind farbenprächtige, stockbildende, frei schwimmende Tiere. Bei ihnen besteht eine Arbeitsteilung zwischen den Einzeltieren innerhalb des *Stockes*. Polypen- und medusenähnliche Individuen sitzen gemeinsam an einem Stamm. An seinem oberen Ende befindet sich häufig eine mit Luft gefüllte Blase, durch die der Stock im Wasser aufrecht gehalten wird. Es folgen dann Schwimmglocken, Nährpolypen, Fangfäden und Geschlechtstiere. Der Stamm ist von einem Kanal durchzogen. Nährstoffe werden von den Nährpolypen aus durch diesen Kanal allen Teilen des Stockes zugeleitet.

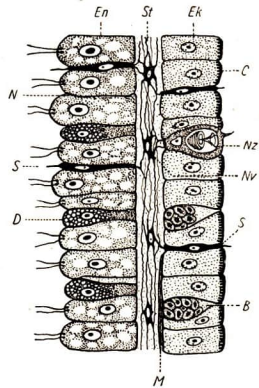


Abb. 14. Längsschnitt durch die Körperwand des Polypen.

B Bildungszelle, C Cuticula, D Drüsenzelle, Ek Ektoderm, En Entoderm, M Muskelfaser, N Nährzelle, Nv Nervenzelle, Nz Nesselzelle, S Sinneszelle, St Stützschicht

2. Klasse: Quallen (*Scyphozoa*)

An der in Nord- und Ostsee nicht seltenen **Ohrenqualle** (*Aurelia aurita*) kann der Bau dieser durchsichtigen, scheibenartigen und viel Wasser enthaltenden Tierkörper beobachtet werden. Er ähnelt im Grundplan dem der Polypen, doch ist die aus Gallert bestehende Stützlamelle stark verdickt. Vom Magenraum erstrecken sich zahlreiche, strahlig angeordnete Kanäle zum Schirmrand und stehen dort mit einem Ringkanal in Verbindung. Dieses **Kanalsystem** dient zugleich der Verdauung und der Stoffverteilung. Die *Fortbewegung* erfolgt durch kräftiges Zusammenziehen der auf der Unterseite des Schirmes gelegenen Ringmuskulatur. Dadurch wird das in der Glocke befindliche Wasser ausgestoßen, und die Qualle schwimmt mit der gewölbten Seite voran. Die getrenntgeschlechtlichen Tiere bilden **Keimzellen**. Aus den sich entwickelnden Larven entstehen **Polypen**. Diese unterscheiden sich von der Hydra durch die Aufteilung des Magenraumes in vier Taschen. Nach einer bestimmten Zeit lösen sich von diesen Polypen durch waagerechte Abschnürung

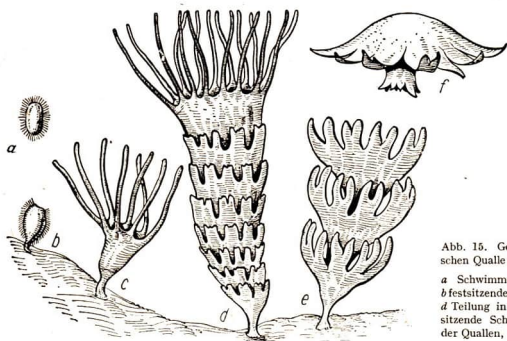


Abb. 15. Generationswechsel zwischen Qualle und Polyp.

a Schwimmende Flimmerlarve, *b* festsitzende Larve, *c* junger Polyp, *d* Teilung in mehrere aufeinander-sitzende Scheiben, *e* Abschnürung der Quallen, *f* schwimmende Qualle

Scheiben ab, die abgestoßen werden und zu Medusen heranwachsen. Es besteht also ein regelmäßiger Wechsel von Polyp und Qualle, ein *Generationswechsel* (Abb. 15).

3. Klasse: **Korallen** (*Anthozoa*)

Die Polypen der *Korallentiere* ähneln im äußeren Bau den Süßwasserpolyphen. Ihr Körper weist aber eine beträchtliche Weiterentwicklung auf. Vom Außenblatt gebildet, stülpt sich ein *Schlundrohr* von der Mundöffnung nach dem Innenraum ein. Dieser ist durch Scheidewände gekammert. Dadurch wird die Oberfläche des Innenblattes ganz wesentlich vergrößert. Auf den Scheidewänden liegen kräftige Muskeln, die das Mundrohr, die Fangarme und damit die Nahrung in den Darmraum hineinziehen können. Die meisten Korallentiere bilden *Stöcke* (Abb. 16). Ihre Fußscheiben scheiden kohlen-sauren Kalk aus. Stirbt der Polyp ab, so bleibt das Kalkgerüst bestehen. Da sich immer neue Polypen auf den abgestorbenen Resten ansiedeln und neue Gerüste bauen, wachsen die *Korallenbauten* immer höher. Die Korallenriffe der Südsee haben durch ihre Schönheit besondere Berühmtheit erlangt. Die

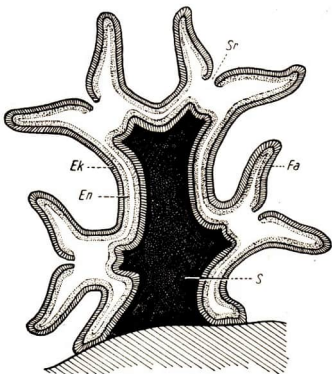


Abb. 16. Korallenstock im Schnitt.

Ek Ektoderm, *En* Entoderm, *Fa* Fangarm, *S* Skelett, *Sr* Schlundrohr

Tiere leben nur in wärmeren Meeren, deren Temperatur nicht unter 20° sinkt, in klarem Wasser und in Tiefen bis zu 50 m. In früheren Erdperioden sind durch Korallenablagerungen gewaltige Gesteinsmassen entstanden, die durch Erdbewegungen sogar zu Hochgebirgen aufgetürmt wurden (Dolomiten).

Nahe verwandt mit diesen stockbildenden Formen sind die einzellebenden **Seerosen** (*Actiniaria*). Sie besitzen keine Kalkskelette, zeigen aber im übrigen den Bau der Korallenpolypen.

Übersicht (Fortsetzung v. S. 15):

Unterreich: MEHRZELLER (*Metazoa*)

II. Stamm **Schwämme** (*Porifera*)

Eine Klasse mit mehreren Ordnungen

Süßwasserschwamm (*Spongilla*), Badeschwamm, Kalk- und Kieselschwämme

III. Stamm **Hohltiere** (*Coelenterata*)

1. Klasse *Polypen* (*Hydrozoa*) Süßwasserpolypp (*Hydra*), Staats- oder Röhrenquallen (*Siphonophora*)
2. Klasse *Quallen* (*Scyphozoa*) Ohrenqualle (*Aurelia*)
3. Klasse *Korallen* (*Anthozoa*) Steinkorallen, Edelkorallen, Röhrenkorallen, Rindenkorallen, Seerosen

IV. Stamm: **Plattwürmer** (*Plathelminthes*)

Der Körper der Plattwürmer ist stark abgeplattet, zweiseitig symmetrisch und von einem *Hautmuskelschlauch* umgeben (Abb. 17). Ihr *Darm* endet ohne After blind, er fehlt bei den parasitären Bandwürmern ganz. Zwischen Haut und Darm befindet sich ein zelliges Füllgewebe. Vorn vereinigen sich die *Nervenstränge* zu einem Nervenknotten. Die Ausscheidung erfolgt durch primitive *Nierenkanälchen*. In besonderen Keimdrüsen werden die Keimzellen gebildet. Die zwitterigen Geschlechtsorgane haben gesonderte Ausführgänge. Die Plattwürmer stehen also auf höherer Organisationsstufe als die Hohltiere. Viele zeigen Anpassungen an die parasitische Lebensweise.

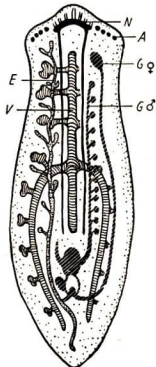


Abb. 17. Plattwurm (6fach vergr.).

A Auge, E Ausscheidungs-(Exkretions-)Organ, G♀ weibl., G♂ männl. Geschlechtsorgan, N Nervensystem, V Verdauungsorgan (Darm)

1. Klasse: **Strudelwürmer** (*Turbellária*)

In unseren Bächen und Teichen gibt es mehrere Arten von *Strudelwürmern*. Ihr Körper ist von kleinen *Wimpern* bedeckt, mit denen sie Strudel hervorrufen. Legt man einen toten Frosch in einen Bach, so strudeln in wenigen Stunden die bis 2 cm langen, dunklen *Planarien* und auch Vertreter der farblosen, etwas größeren Art *Dendrocoelum* (Abb. 18) heran, um sich von dem Aas zu nähren. Ihr feines Geruchsvermögen läßt sie die Nahrung finden. Sie greifen auch lebende kleine Krebse und Schnecken an. Bei dem milchig weißen *Dendrocoelum* kann man die starke Verästelung des Darmes und die beiden punktförmigen Augen gut erkennen. Die Tiere können monatelang hungern; dabei wird ihr Körper kleiner. Bei reichlicher Nahrung wachsen sie schnell heran und bilden in ihrem Körper sowohl männliche als auch weibliche *Keimzellen* aus. Da die Keimzellen nicht gleichzeitig reifen, kann eine *Selbstbefruchtung* nicht erfolgen, es findet eine Befruchtung der Eier nur zwischen verschiedenen Tieren statt. Die Strudelwürmer überwinden Verletzungen leicht. Wenn von ihnen Stücke abgetrennt werden, so wachsen diese wieder zu ganzen Tieren heran (*Regeneration*, s. S. 117).

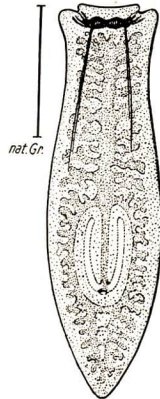


Abb. 18. Strudelwurm (*Dendrocoelum*)

2. Klasse: **Saugwürmer** (*Trematódes*)

Die bekanntesten Vertreter dieser Würmer sind die **Leberegel** (*Distomeen*, Abb. 19), die bei 2 bis 3 cm Länge die Gestalt eines Kürbiskernes haben und in den Gallengängen der Schafe und anderer Haustiere, selten auch im Menschen leben. Zeitweilig treten sie in sehr beträchtlichen Mengen auf (Leberegeljahre), dann können im Viehbestand große Verluste entstehen. So gingen 1925 in Bayern 18000 Rinder und 60000 Schafe an der Leberegelseuche ein. Die Larven des *Großen Leberegels* leben zunächst in Wasserschnecken, wo sie sich weiterentwickeln (s. S. 148), diejenigen des *Kleinen Leberegels* dagegen in Landschnecken.

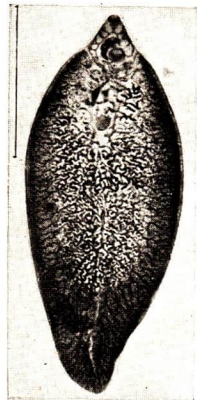


Abb. 19. Leberegel (*Distomum*)

3. Klasse: **Bandwürmer** (*Cestódes*)

Der im Darm lebende **Rinderfinnenbandwurm** (*Taenia saginata*) ist der häufigste Bandwurm des Menschen. Sein Körper besteht aus einem Kopf und sehr vielen Gliedern, er wird 4 bis 10 m lang. An dem nur stecknadelkopfgroßen Kopfe sitzen vier *Saugscheiben*, mit denen er an der Darmwand haftet. Dicht hinter dem Kopf (Abb. 20) bilden sich immer neue Glieder, die heranwachsen, sich im reifen Zustand von der Gliederkette lösen und dann den Körper des Menschen verlassen. Die vollständig parasitische Lebensweise hat den *Körperbau* stark beeinflußt. Da der Bandwurm mitten in dem von seinem Wirt aufgeschlossenen Speisebrei sitzt, leistet er selbst keine Verdauungsarbeit. Mund und Darm haben sich rückgebildet. Seine Hautzellen nehmen durch Osmose die erforderliche Nahrung auf und geben sie an die inneren Zellen weiter. Auch andere Organe sind stark zurückgebildet, so die Sinnesorgane und das Nervensystem.

Die Bandwürmer sind *Zwitter*. Jedes Glied enthält einen vollständigen männlichen und weiblichen Geschlechtsapparat. In den jüngeren Gliedern reifen zuerst die männlichen Keimzellen. Diese gelangen in die älteren Glieder und befruchten dort die inzwischen herangereiften Eier. Das ganze Glied ist zuletzt nur noch ein großer Speicher, der etwa 50000 Eier enthält. Bei 1500 Gliedern kann ein Bandwurm bis zu 100 Millionen Eier beherbergen. Diese große Menge von Eiern gewährleistet den Bestand der Arten, obgleich der Bandwurm in seiner Entwicklung einen *Wirtswechsel* durchlaufen muß und dabei fast alle Eizellen zugrunde gehen. Wenn das Glied den Menschen verlassen hat, löst sich der Hautmuskelschlauch auf, und die Eier gelangen ins Freie. Lange Zeit bleiben die kleinen, sehr widerstandskräftigen Gebilde lebensfähig. Ihre *Entwicklung* kann erst im Körper des Rindes beginnen. Dorthin gelangen sie mit dem Futter. Aus dem Ei schlüpft eine kleine Larve, die die Darmwand durchbohrt und vom Blut in die Muskulatur getragen wird. Hier setzt sie sich fest und wächst zu einer

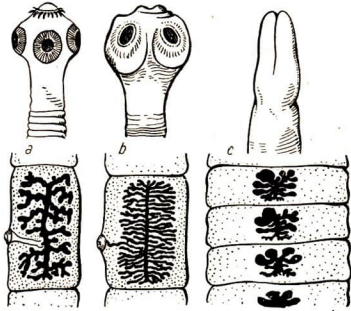


Abb. 20. Bandwürmer.

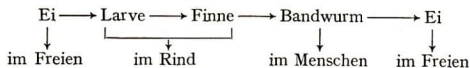
a Schweinefinnen- oder Hakenbandwurm (*Taenia solium*), b Rinderfinnenbandwurm (*Taenia saginata*), c Breiter Bandwurm (*Dibothriocephalus latus*)



Abb. 21. Hülsenbandwurm (*Echinococcus granulosus*). 15fach vergr.

bohnen großen Blase heran, die *Blasenwurm* oder *Finne* genannt wird. In ihrem Innern wird schon der Kopf des späteren Wurmes ausgebildet. Gelangt finniges, schlecht gekochtes Rindfleisch in den Darm des Menschen, so lösen die Verdauungssäfte die Blase auf, der Bandwurmkopf stülpt sich aus und setzt sich an der Darmwand fest. Sehr schnell wächst der Wurm heran, und schon nach einem Vierteljahr sind die ersten Glieder reif und verlassen den Menschen. Der Bandwurm kann durch einen Extrakt aus dem Wurzelstock des Wurmfarne oder durch chemische Arzneimittel abgetrieben werden.

Den *Wirtswechsel* verdeutlicht folgendes Schema:



Im Menschen treten noch andere Bandwürmer oder ihre Finnen auf.

Name	Merkmale	Größe	Zwischenwirt	Wirt
Schweinefinnenbandwurm (<i>Taenia solium</i>)	Kleinere Saugnäpfe und Hakenkranz, Glieder mit wenigen, doch breiten Ästen des Eibehälters	3—7 m	Schwein	Mensch
Breiter Bandwurm (<i>Di-bothriocéphalus látus</i>)	Länglicher Kopf mit Sauggruben, breite Glieder mit dichtem, geballtem Eibehälter	2—9 m	1. Finne in Kleinkrebsen. 2. Finne in Fischen	Mensch
Hülsenbandwurm (<i>Echinococcus granulósus</i>) (Abb. 21)	Nur 3 bis 4 Glieder. Die faustgroße Finne ruft gefährliche Erkrankungen hervor. Sie bildet durch Knospung viele Wurm-köpfchen	3—6 mm	Rind, Schaf, Schwein. Auch im Menschen (Leber, Gehirn, Lunge)	Hund

V. Stamm: **Fadenwürmer** (*Nematódes*)

Der Körper der Fadenwürmer ist drehrund und fadenförmig; im Querschnitt erscheint der *Hautmuskelschlauch* durch *Nerven* und *Ausscheidungsorgane* in vier Felder geteilt (Abb. 22). Die Haut bildet eine derbe, aber elastische Deckschicht (*Cuticula*). Das langgezogene *Darmrohr* endet im Gegensatz zu dem der Plattwürmer mit einem *After*. Sie haben weder Blutgefäße noch Atmungsorgane. Die Nervenstränge vereinen sich zu einem Schlundring; Sinnesorgane sind nicht ausgebildet. Die Fadenwürmer sind getrenntgeschlechtlich und leben frei oder parasitisch.

Die *Trichine* (*Trichinella spirális*) ist ein kleiner Fadenwurm, dessen Männchen 1,5 mm und dessen Weibchen 3 bis 4 mm lang werden; der Körperdurchmesser beträgt nur etwa 0,05 mm. Obwohl die Trichinen ausgesprochene Schmarotzer sind, weicht ihr Körperbau von dem allgemeinen Bau der Fadenwürmer nicht ab. Sie

leben in Säugetieren, besonders häufig in Ratten. Die im Darm vorkommenden geschlechtsreifen *Darmtrichinen* setzen sich an der Wand des Darmrohres fest, wo die Weibchen über 1000 Junge gebären. Diese gelangen durch die Darmwand in das Blut und werden in die Muskulatur getragen. Dort setzen sie sich in den Muskelfasern fest und rollen sich ein. In den Muskelfasern wird der Parasit mit einer etwa 0,4 mm großen, zuerst glasklaren, zitronenförmigen Kapsel umschlossen, die allmählich verkalkt. In dieser Hülle bleiben die *Muskeltrichinen* viele Jahre lebensfähig. Wird die Ratte von einer zweiten gefressen, so gelangen die Kapseln in deren Darm, wo die Säfte die Hülle auflösen. Die frei werdenden Darmtrichinen werden binnen weniger Tage geschlechtsreif, und die Weibchen stoßen die Jungen ab. Wenn eine von Trichinen befallene Ratte von einem Schwein gefressen wird, so erfolgt in dessen Darm die Reifung der Darmtrichinen, deren Junge im Fleisch dieses Säugetieres zu Muskeltrichinen werden.



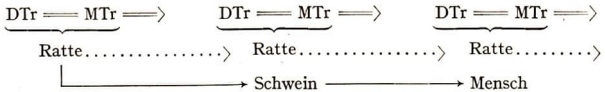
Abb. 22. Fadenwurm, links Querschnitt, recht Längsschema.
C Cuticula, E Exkretionsorgane, G Geschlechtsorgane, L Leibeshöhle, N Nerven, U Eibehälter (Uterus), V Verdauungsorgan

ist ein Mensch solches Fleisch, so gelangen die Trichinen in den menschlichen Darm und schließlich in die menschlichen Muskeln, der Mensch erkrankt an *Trichinose* (Abb. 23). Schon bald nach dem Genuß trichinösen Fleisches



Abb. 23. Trichinenkapsel.
a Eingekapselte Trichinen im Muskelgewebe (Mikrofoto),
b Trichinenkapsel im quergestreiften Muskel (Schemazeichnung)

stellen sich hohes Fieber und mannigfache Beschwerden ein. Nach dem Abwandern der Schmarotzer in die Muskulatur treten Muskelschmerzen und Steifheit auf. Trichinen im Zwerchfell und in den Zwischenrippenmuskeln bewirken Atemnot; gelangen Trichinen in die Kehlkopfmuskulatur, so ist Heiserkeit die Folge. Bisher ist ein Gegenmittel nicht gefunden worden; durch die gesetzlich eingeführte mikroskopische Untersuchung geschlachteter Tiere (Fleischschau) ist jedoch die Trichinose in vielen Ländern praktisch ausgerottet worden. Den Entwicklungsgang der Trichine zeigt folgendes Schema (DTr = Darmtrichine, MTr = Muskeltrichine):



Der **Spulwurm** (*Ascaris lumbricoides*) ist ein Darmbewohner von Schwein und Mensch. Die weiblichen Weibchen werden 25 cm lang und 0,5 cm dick; die Männchen bleiben kleiner. Ihre widerstandsfähigen Eier gelangen mit dem Kot ins Freie. Mit abgefallenem Obst, Rüben, Salatblättern und auch mit Wasser kommen

sie ohne Zwischenwirte in den Menschen zurück. Die Larven, etwa 0,25 mm groß, schlüpfen im Darm aus, durchbohren die Darmwand und wandern mit dem Blut in die Lunge (Abb. 24). In den Lungenbläschen häuten sie sich, wachsen auf 2 mm heran, gelangen in die oberen Atemwege und kommen durch Verschlucken wieder in den Darm zurück. Jetzt erreichen die Würmer bald ihre endgültige Größe. Die Weibchen scheiden täglich bis zu 200 000 Eier aus. Der beste Schutz vor einer Spulwurminfektion ist peinliche Sauberkeit. — Lästige Bewohner des Dickdarmes sind, besonders bei Kindern, die bis 1 cm langen **Madenwürmer** (*Oxyuris vermicularis*), die in der Aftergegend starkes Jucken hervorrufen. In Pflanzengewebe, in der Erde und im Wasser leben andere kleine Fadenwürmer. So schmarotzen in Weizenkörnern die **Weizen-Älchen** (*Tylénchus tritici*), die von hier aus in der feuchten Erde die aufkeimenden Weizenpflänzchen befallen, in ihnen überwintern und in der wachsenden Pflanze bis in die Ähre vordringen. Dort werden die Eier abgelegt. Die Jungen kriechen aus und verbleiben in den neuen

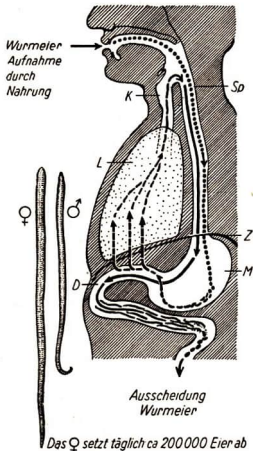


Abb. 24. Die Wanderung des Spulwurms im menschlichen Körper.

Sp Speiseröhre, Z Zwerchfell, M Magen, L Lunge, K Kehlkopf, D Darm

Weizenkörnern. Auch in Rüben, im Kohl, in faulenden Substanzen, selbst in schlechtem Essig treten Verwandte dieser Älchen auf.

Mit den Fadenwürmern verwandt sind die **Rädertierchen** (*Rotatoria*). Es sind kleine, im Süßwasser oder im Meere lebende Tiere, deren Körper meist aus Kopf, Rumpf und Fuß besteht.

VI. Stamm: Ringelwürmer (*Annelides*)

Die Ringelwürmer (Abb. 25) sind stärker differenziert als die Platt- und Rundwürmer: ihr Körper ist in gleichmäßige *Abschnitte* (*Segmente*) gegliedert, die außen als Ringe sichtbar sind und häufig Borsten tragen (Borstenwürmer). In jedem Abschnitt sind zwei große *Hohlräume*, die die *Leibeshöhle* bilden. Das lange *Darmrohr* durchzieht den ganzen Körper und hat eigene Muskulatur. Die Ringelwürmer besitzen ein geschlossenes *Blutgefäßsystem*, das aus einem Rücken- und einem Bauchgefäß besteht. Oberhalb des Schlundes liegt ein starker Nervenknotten, das *Oberschlundganglion*, an das sich ein *Strickleiternnervensystem* anschließt. In jedem Segment befinden sich ein Paar *Ausscheidungsorgane*. Die *Atmung* erfolgt durch die Haut. Bei manchen Ringelwürmern sind Kiemenblättchen als Atmungsorgane ausgebildet. Einige Ringelwurmart sind getrenntgeschlechtlich, andere Zwitter.

Einzelne in den Tropen lebende Arten der **Regenwürmer** erreichen eine Länge von über 1 m; andere Arten werden kaum 1 cm lang. Die häufigste europäische Art, der **Gemeine Regenwurm** (*Lumbricus terrestris*), erreicht eine Länge von 36 cm. Als Humusfresser und Bodenlockerer ist er sehr nützlich. Nach gewissenhaften Untersuchungen *Darwins* kommen auf 1 m³ Erde aus Weideland etwa sieben Regenwürmer, die jährlich 2 kg Erde bewegen. Ihre Tätigkeit vermag in zehn Jahren eine gleichmäßige 2 cm dicke Schicht über die alte Oberfläche zu legen. Viel häufiger sind die Regenwürmer in gutem Boden. So wurden im Humus von Buchenwäldern in 1 m³ über 300 der kleineren **Waldregenwürmer** (*L. rubellus*) gezählt.

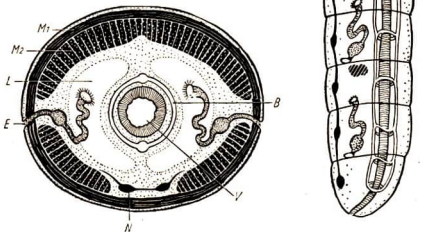


Abb. 25. Ringelwurm; links Querschnitt, rechts schematische Darstellung.

B Blutgefäßsystem, *E* Exkretionsorgane, *G* Geschlechtsorgane, *L* Leibeshöhle, *M*₁ Ringmuskeln, *M*₂ Längsmuskeln, *N* Nerven, *V* Verdauungsorgan

Die Ortsveränderung der Regenwürmer erfolgt durch *peristaltische Bewegungen*:

Der Körperabschnitt wird:	Äußere Ringmuskeln:	Innere Längsmuskeln:	Wellenzustand:	Bedeutung für die Bewegung:
1. lang und dünn	ziehen sich zusammen	erschaffen	Wellental	Vorschieben
2. kurz und dick	erschaffen	ziehen sich zusammen	Wellenberg	Nachziehen

An einem kriechenden Wurm können wir zu gleicher Zeit zwei bis drei Wellenberge erkennen. Da die Muskeln sich verhältnismäßig langsam zusammenziehen, ist auch die Bewegung entsprechend langsam. Die im Hautmuskelschlauch steckenden *Borsten* unterstützen das Vorwärtskommen, indem sie aufgerichtet werden und dann ein Zurückgleiten des Tieres verhindern. Die Regenwürmer atmen durch die Haut, sie haben rotes Blut. Wenn starke Regengüsse die Kapillaren des Bodens ausfüllen, müssen die Tiere aus Atemnot die Erdoberfläche aufsuchen. Geraten sie dort längere Zeit in starkes Sonnenlicht, so gehen sie zugrunde. In jedem Segment befinden sich auf der Bauchseite ein Paar *Nervenknoten* (Ganglien). Alle stehen durch quer- und längsverlaufende Nervenstränge miteinander in Verbindung. Ein solches Nervensystem bezeichnet man nach seiner Lage als *Bauchmark*, nach seiner Form als *Strickleiternnervensystem*. Vom Oberschlundganglion ziehen außerdem um den Schlund herum Nervenstränge zum ersten Ganglienpaar. Besondere *Sinnesorgane* fehlen, doch reagiert der Regenwurm auf Erschütterung des Bodens. Er vermag gut zwischen Hell und Dunkel zu unterscheiden, da über die ganze Körperoberfläche lichtempfindliche Zellen verstreut liegen.

Die Regenwürmer sind *Zwitter*. Die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane sitzen in verschiedenen Gliedern, und zwar die männlichen weiter vorn. Im Juni oder Juli erfolgt zwischen zwei Tieren die gegenseitige Befruchtung. Die Eier werden in Kokons abgelegt.

Das Körperende des Regenwurms schnürt sich leicht ab. Dabei erzeugt ein heftiges Zusammenziehen der Ringmuskeln eine tiefe Einschnürung, die zur Ablösung des hinteren Teiles führt. Die Wunde schließt sich unter geringem Blutverlust schnell, und bei günstigen Verhältnissen ergänzen die Reststücke den fehlenden Körperteil.

Die *Meeresringelwürmer* (*Polychaeta*) haben an jedem Segment ein Paar ungegliederte Stummelfüße, die zahlreiche Borsten tragen (Abb. 26). Oft befinden sich an den Stummelfüßen auch Kiemenblätter, die den Sauerstoff aus dem Wasser entnehmen. Mit den

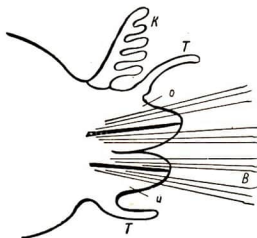


Abb. 26. Stummelfuß eines Meeresringelwurmes (schematisch v. d. Seite). B Borsten, K Kiemen, T Taster, o oberer, u unterer Stummellappen

Stummelfüßen der Polychaeten treten in der Entwicklungsreihe der Tiere zum erstenmal die *Anfänge von Gliedmaßen* auf. Die Fortbewegung der Polychaeten erfolgt schlängelnd oder nach Art der Tausendfüßer. — Ihre Eier legen die Polychaeten ins Wasser ab. Aus dem Ei entwickelt sich eine zweiseitig-symmetrische Larve, die in ihrem Bau den Larven der Weichtiere ähnelt. Das Vorhandensein einer gemeinsamen Larvenform (*Trochóphora*) bei Ringelwürmern und Weichtieren weist auf eine stammesgeschichtliche Verwandtschaft dieser Tiergruppen hin.

Die **Blutegel** (*Hirudinea*) sind abgeflachte Ringelwürmer, die am Körperende eine große und vorn eine kleine Saugscheibe haben. Mit ihrer Hilfe können sie spannerartige Bewegungen ausführen (Abb. 27). Borsten fehlen. In Deutschland ist der **Pferdeegel** (*Haemópis sanguisuga*) am häufigsten; er lebt vorwiegend von

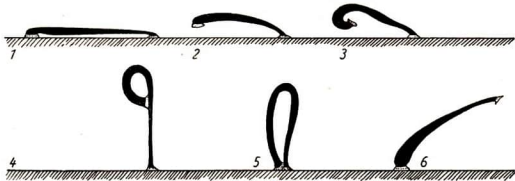


Abb. 27. Die Bewegung der Egel

Schnecken und Regenwürmern. Den **Medizinischen Blutegel** (*Hirúdo medicínális*) gibt es in Deutschland fast nicht mehr. Nur noch selten wird er in der Medizin zur Blutentziehung gebraucht. Die Egel durchsägen die Haut mit ihren drei Kiefern und saugen etwa eine Stunde lang Blut. Dieses gelangt in ihren mit vielen Blindsäcken versehenen Darm. Die Verdauung dauert monatelang; die Tiere können über zwei Jahre fasten und erreichen ein Alter von 20 Jahren.

Übersicht (Fortsetzung v. S. 21):

IV. Stamm **Plattwürmer** (*Plathelminthes*)

- | | |
|--|--|
| 1. Klasse <i>Strudelwürmer</i>
(<i>Turbellária</i>) | <i>Planária</i> , <i>Dendrocoelum</i> |
| 2. Klasse <i>Saugwürmer</i>
(<i>Trematódes</i>) | Leberegel |
| 3. Klasse <i>Bandwürmer</i>
(<i>Cestódes</i>) | Arten der Gattung <i>Taenia</i> (Rinderfinnen-, Schweinefinnenbandwurm), Hülsebandwurm, Breiter Bandwurm (<i>D: bothriocéphalus látus</i>) |

V. Stamm **Fadenwürmer** (*Nematodes*)

Eine Klasse mit mehreren Familien Trichine, Spulwurm, Madenwurm, Weizenälchen

Mit den Fadenwürmern verwandt ist die Klasse der Rädertierchen (*Rotatoria*).

VI. Stamm **Ringelwürmer** (*Annelida*)

1. Klasse *Borstenvürmer* Regenwürmer, Meereswürmer, z. B. *Nereis* (*Chaetopoda*)

2. Klasse *Egel* (*Hirudinea*) Blutegel, Pferdeegel, Fischegel

Mit den Ringelwürmern verwandt sind noch weitere Klassen: die Armfüßer (*Brachiopoda*) und die Moostierchen (*Bryozoa*).

VII. Stamm: **Gliedertiere** (*Arthropoda*)

Die Gliedertiere haben sich aus Anneliden entwickelt. Im Gegensatz zu ihnen sondern sie in der Haut ein *Außenskelett* aus Chitin ab. Die Gliederung des zweiseitig-symmetrischen Körpers ist ungleichmäßig geworden. Bei den meisten kann man *Kopf*, *Brust* und *Hinterleib* unterscheiden. Ihre Gliedmaßen zeigen eine starke Gliederung. Gelenke verbinden die einzelnen Teile. Die Gliedertiere atmen durch *Kiem*en oder *Tracheen* und haben einen offenen Blutkreislauf. Das komplizierte Nervensystem dagegen besteht wie bei den Ringelwürmern aus einem großen Oberschlundganglion (Gehirn) und dem Bauchmark (Strickleitersystem). Vielfach sind die Sinnesorgane hochentwickelt. Im Gegensatz zur Leibeshöhle der Anneliden ist die der Gliedertiere einheitlich, nicht in Segmente gegliedert.

Zu den Gliedertieren gehören *Krebse*, *Spinnen*, *Tausendfüßer* und *Insekten*. Eine besondere Gruppe, die den *Übergang* zwischen *Ringelwürmern* und *Gliedertieren* herstellt, bilden die sogenannten *Urtracheaten*. Der noch sehr gleichmäßig gegliederte Körper, der Hautmuskelschlauch, das Nervensystem und die Sinnesorgane ähneln in ihrem Bau denen der Ringelwürmer. Wie die Gliedertiere haben sie Tracheen, aber ungegliederte Beinstummel wie die Ringelwürmer. In der äußeren Erscheinung und auch in der Lebensweise entsprechen sie Tausendfüßern. Vertreter dieser kleinen, aber zoologisch wichtigen Gruppe gibt es in Mittelamerika (*Peripatus*), Indonesien (*Paraperipatus*, Abb. 28), Australien und im Kapland.



Abb. 28. *Paraperipatus*

1. Klasse: **Krebstiere** (*Crustacea*)

Im Chitinskelett der Krebse ist Kalk eingelagert. Kopf und Brust sind häufig zu einem **Kopfbruststück** verwachsen. Die Gliedmaßen sind Spaltfüße mit zwei Ästen. An ihrer Basis sitzen häufig Kiemen (Abb. 29). Die Vordergliedmaßen dienen oft zum Ergreifen der Nahrung (Scheren). Am Kopf befinden sich zwei Fühlerpaare,

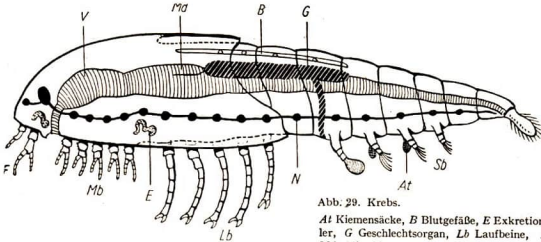


Abb. 29. Krebs.

At Kiemensack, B Blutgefäße, E Exkretionsorgan, F Fühler, G Geschlechtsorgan, Lb Laufbeine, Mb Mundbeine, Md Mitteldarmdrüse, N Nervenstrang, Sb Afterfüße, V Verdauungsorgan

ein Paar Oberkiefer und zwei Paar Unterkiefer. Die Entwicklung der meisten Krebse ist mit einer Umwandlung (*Metamorphose*) verbunden; viele Krebse haben übereinstimmende Larven (*Nauplius*). Schon im Kambrium finden wir Versteinerungen von Urkrebse, den **Trilobiten** (Abb. 30). Sie sind wohl zugleich die Vorfahren der Spinnentiere. Ein Kopfschild, ein Paar Fühler, viele Spaltfüße und ein Schwanzschild charakterisieren diese Tiere, die in der Permformation wieder ausstarben. Die Klasse der jetzt lebenden Krebse ist sehr formenreich.

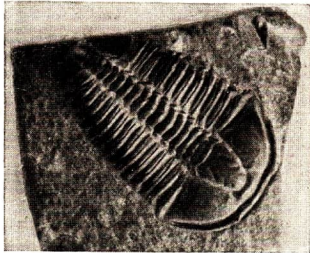


Abb. 30. Trilobit

1. Unterklasse: **Niedere Krebse** (*Entomóstraca*)

Groß ist die Zahl der Niederen Krebse im Meer wie im Süßwasser. Zu ihnen gehören die **Wasserflöhe** (*Daphniden*), **Hüpferringe** (*Cyclops*-Arten), **Muschelkrebse** (*Cýpris*-Arten) und **Rankenfüßer** (*Cirripédia*).

2. Unterklasse: **Höhere Krebse oder Schalenkrebse** (*Malacostraca*)

Im Gegensatz zu den Niederen Krebsen, deren Segment- und Gliedmaßenzahl in weiten Grenzen schwankt, besitzen die Höheren Krebse eine typische Zahl von

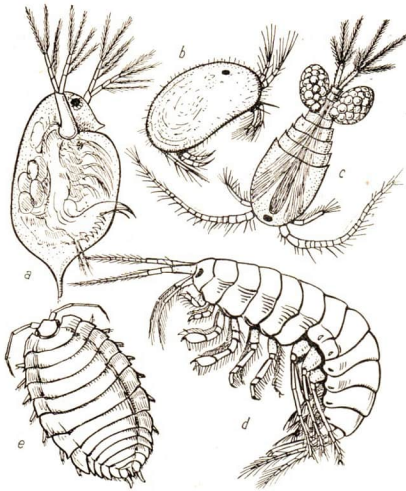


Abb. 31. Klein- und Ringelkrebse.

a Wasserfloh (20fach vergr.), b Muschelkreb (25fach vergr.), c Hüpf-
ling (15fach vergr.), d Flohkreb (3fach vergr.), e Assel (3fach vergr.)

Segmenten und Gliedmaßen. Zu den Höheren Krebsen gehört die Ordnung der Ringelkrebse. Da bei ihnen Kopf und Brust nicht verschmolzen sind, haben die Tiere ein geringeltes Aussehen. Ringelkrebse sind der in Bächen häufige Flohkreb (*Gammarus pulex*, Abb. 31) und die verschiedenen Arten der Asseln. Die Mauerassel (*Oniscus asellus*) ist einer der wenigen Landkrebse. Die lichtscheuen Tiere leben von pflanzlichen Abfällen. Als Atmungsorgane dienen luftgefüllte Räume in einigen plattenförmigen Beinen des Hinterleibes.

Eine zweite Ordnung der Höheren Krebse bilden die Zehnfüßer. Der Flußkreb (*Ástacus fluviatilis*) ist ein langschwänziger

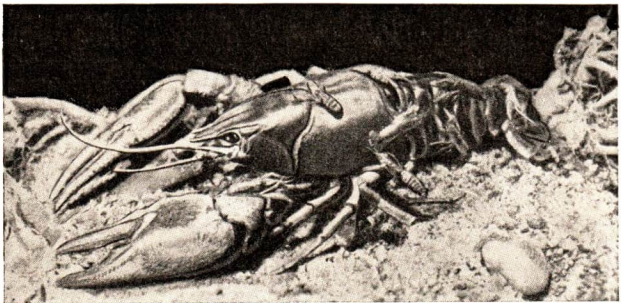


Abb. 32. Flußkreb

Schalenkrebs (Abb. 32). Er hat große Scheren, einen stark gewölbten Kopfbrustschild und gestielte Augen. Seine Nahrung besteht aus pflanzlichen und tierischen Stoffen. Dem Flußkrebs ähnlich sind der an den nordatlantischen Küsten lebende größere **Hummer** (*Homarus vulgaris*) und die kleineren **Garnelen** (*Palaemon*-Arten). Das Fleisch dieser Tiere wird gegessen. — Bei den *kurzschwänzigen* Schalenkrebsen (Krabben) ist der Hinterleib unter das gedrungene Kopfbruststück eingeschlagen und besitzt keine Schwanzflosse. Im Wattenmeer lebt der bekannte **Taschenkrebs** (*Cancer pagurus*), der sich bei Ebbe in den Sand vergräbt.

2. Klasse: **Spinnentiere** (*Chelicerata*)

Der Spinnkörper besteht aus dem *Kopfbruststück* mit vier Beinpaaren und dem beinlosen Hinterleib (Abb. 33). Der Kopf trägt zwei Paar Kiefer; Fühler sind nicht vorhanden. In geringer Zahl kommen Tracheen vor, daneben treten *Tracheenlungen* auf, kleine Säckchen, die zahlreiche Blätter enthalten. Bei kleineren Formen fehlt das Blutgefäßsystem. Die Nervenknotten des Bauchmarkes sind meist verschmolzen, die Linsenaugen hochentwickelt. Die meisten Spinnen ernähren sich von Insekten; viele bilden Gifte, durch die die Beute getötet wird.

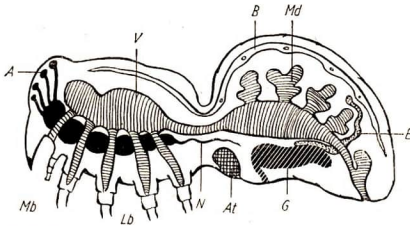


Abb. 33. Spinne.

A Augen, At Atmungsorgane, B Blutgefäße, E Exkretionsorgane, G Geschlechtsorgan, Mb Laufbeine, Md Mitteldarmdrüse, N Nervensystem, V Verdauungsorgan

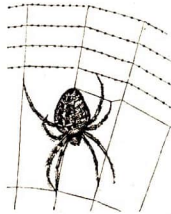


Abb. 34. Kreuzspinne beim Spinnen des Klebfadens

Die **Kreuzspinne** (*Epeira diadema*) ist die bekannteste *echte Spinne*. In ihrem Hinterleib befinden sich Spinndrüsen, deren Ausführgänge zu sechs Spinnwarzen führen. Dort wird der Spinnstoff durch eine große Zahl (etwa 700) außerordentlich feiner Röhrchen ausgepreßt; die einzelnen Fäden verkleben miteinander und erstarren in der Luft. Auf den sogenannten Spiralfäden, die im Netz zwischen den trockenen Haltefäden gezogen werden, sondert das Tier feine Tröpfchen ab, an denen die Beute hängenbleibt. In großen Netzen werden bis zu 100000 Tröpfchen von gleicher Größe und in regelmäßigen Abständen angebracht (Abb. 34). Sie werden von einem besonderen Teil der Spinndrüsen gebildet. Das Netz der Kreuzspinne hat immer die gleiche Bauart und ist von dem verwandter Arten verschieden.

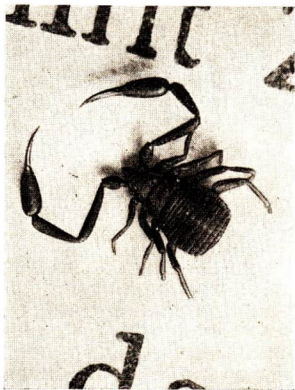


Abb. 35. Spinnentiere.

Links Jagdspinne, rechts Feldskorpion, unten Bücher-skorpion (Jagdspinne und Feldskorpion schwach, Bücher-skorpion stark vergrößert)

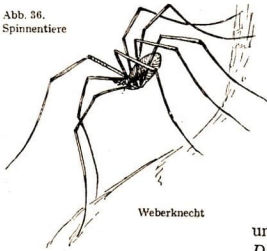
Zu den Spinnentieren gehören auch die **Skorpione** (*Scorpiónidae*, Abb. 35), die sich durch eine Gliederung des Hinterleibes von den anderen Spinnentieren unterscheiden. Die ersten Hinterleibsglieder sind meist breit, die letzten schmal und tragen am Ende einen hakenförmig gekrümmten Stachel, in den eine Giftdrüse endet. Größere Skorpionarten können sogar beim Menschen tödliche Vergiftungen hervorrufen.

Weitere Spinnentiere sind **Weberknechte** und **Milben** (*Acarini*, Abb. 36); bei letzteren ist der Hinterleib mit dem Kopfbruststück verschmolzen. Die Milben sind kleine, vielfach schmarotzende Tiere, z. B. *Krätzmilben* und *Zecken*.

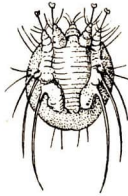


3. Klasse: **Tausendfüßer** (*Myriápoda*)

Die Tausendfüßer sind infolge ihrer gleichmäßigen Ringelung äußerlich noch wurmähnlich. Sie besitzen Tracheen, ein Strickleiternnervensystem, ein Paar Antennen

Abb. 36.
Spinnentiere

Weberknecht



Krätzmilbe



Wassermilbe

und ein langes, im Rücken gelegenes Herz. Die *Doppelfüßer*, deren bekanntester Vertreter der runde, schwarze **Vielfuß** (*Julus terrestris*) ist, haben an jedem Segment zwei Beinpaare. Sie sind Pflanzenfresser und kommen überall in der Gartenerde, im Laub und unter Steinen vor. Der gelbgefärbte, abgeflachte **Steinläufer** (*Lithobius forficatus*) trägt an jedem Ring nur ein Paar Beine.

4. Klasse: **Insekten** (*Insecta*)

Der Körper der Insekten besteht aus drei Teilen: *Kopf*, *Brust* und *Hinterleib* (Abb. 37). Am Kopf sind zwei große Netzaugen, ein Paar Fühler, ein Paar Oberkiefer und zwei Paar Unterkiefer. Die Brust besteht aus drei Segmenten, an denen drei Beinpaare und bei vielen am zweiten und dritten Brustsegment als platte Ausstülpungen der Haut je ein Paar Flügel sitzen. Das Hirn ist meist gut entwickelt, desgleichen das Tracheensystem, während das Blutgefäßsystem nur aus dem Rückengefäß besteht. Die Insekten sind *getrenntgeschlechtig*. Bei einigen kann eine Entwicklung aus unbefruchteten Eiern erfolgen. Die meisten machen in der Entwicklung eine Metamorphose durch.

Die Insekten haben für den Menschen große Bedeutung. Einige Arten, wie Honigbiene und Seidenspinner, züchtet er als Haustiere. Die Larven mancher Insekten (Schlupfwespen) vernichten als Schmarotzer schädliche Insekten, die unsere Kulturen bedrohen. Einige Insekten übertragen Krankheitserreger (Tsetsefliege), andere sind Schmarotzer (Flöhe, Wanzen, Läuse; s. Tabelle S. 147) oder Vorratsschädlinge (Kornkäfer, Motten).

Die Insekten atmen durch *Tracheen*. Die Tracheen sind dünnwandige, röhrenförmige Einstülpungen der Haut. Sie verzweigen sich im Innern des Körpers bis zu feinen Endverästelungen,

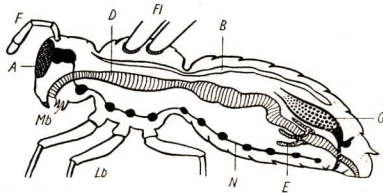


Abb. 37. Insekt.

A Auge, B Blutgefäß, D Darm, E Exkretionsorgan, F Fühler, Fl Flügel, G Geschlechtsorgan, Lb Beine, Mb Mundwerkzeuge, N Nervensystem

die alle Organe umspinnen. Chitinringe und -spiralen halten die Röhren offen; die Atemlöcher (*Stigmen*) im Panzer sind mit Reusen versehen, so daß keine Verunreinigungen in die Tracheen gelangen können. Die Tracheen führen die Atemluft direkt bis an die einzelnen Organe heran. Der Gasaustausch erfolgt durch das Sauerstoff- bzw. Kohlendioxydgefälle zwischen Gewebe und Atemluft. Da das Blut bei den Insekten keine Rolle als Gasüberträger spielt, tritt der Blutkreislauf an Bedeutung zurück. Das Blut dient lediglich dem Transport von

Nährstoffen und Stoffwechselschlacken. Das röhrenförmige *Herz* liegt auf der Rückenseite.

Auffallend sind die großen *Netzaugen*. Sie setzen sich aus sehr vielen Einzelaugen zusammen, von denen jedes für sich das Licht aufnimmt. Die Leistungsfähigkeit des Einzelauges ist gering.

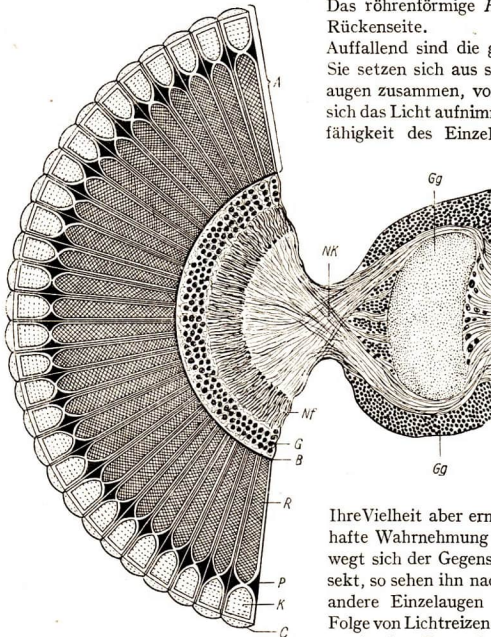


Abb. 38. Netzauge (Schnitt).

A Einzelaug, B Basalmembran, C Cornea (Hornhaut), G Ganglienschicht, Gg Ganglienzellen, K Kristallkegel, Nf Nervenfasern, Nk Nervenkreuzung, P Pigment, R Retinula (Netzhautzellen)

Ihre Vielheit aber ermöglicht eine bildhafte Wahrnehmung (Mosaikbild). Bewegt sich der Gegenstand vor dem Insekt, so sehen ihn nacheinander immer andere Einzelaugen (Abb. 38). Diese Folge von Lichtreizen wird von dem Tier empfunden. Es reagiert daher vor allem

auf sich bewegende Gegenstände (*Bewegungssehen*). Darüber hinaus sind, wie mit Bienen durchgeführte Dressurversuche auf Figuren und Farben gezeigt haben, zumindest einige Insektenarten zum *Form- und Farbsehen* befähigt.

Das Geruchsvermögen ist bei den meisten Insekten besonders gut ausgebildet. Die Geruchsorgane sitzen auf den Fühlern. Auf weite Entfernung riechen Bienen

ein blühendes Rapsfeld, Schwärmermännchen ihre Weibchen, Totengräber verwesendes Aas. Diese Geruchsleistungen erstrecken sich jedoch nur auf bestimmte Gerüche.

Der Insektenbeobachter ist immer wieder überrascht von den anscheinend so „klugen“ Handlungen beim Nestbau, beim Eintragen von Nahrungsvorräten, bei der Brutpflege. Daß das Verhalten der Insekten auf erblich festgelegten Instinkten, nicht aber auf Verstandesleistungen beruht, läßt sich aus der folgenden Beobachtung schließen: *Grabwespen* bauen in der Erde Kammern (Abb. 136, S. 142), die sie mit Insekten als Nahrung für die Brut füllen. Nach der Anlage des Baues fliegt die Wespe auf Nahrungssuche aus und trägt das Beutetier in die Höhle. Bevor sie es aber hineinbringt, kriecht sie erst einmal selbst hinein, kommt wieder zum Vorschein und befördert dann die Beute nach unten. Das sieht so aus, als ob das Tier sich erst einmal selbst davon überzeugen möchte, ob alles in Ordnung sei. Der französische Insektenforscher *Fabre* beobachtete eine Grabwespe, die eine Heuschrecke brachte. Sie legte ihre Beute neben den Eingang der Höhle, in der sie verschwand. *Fabre* nahm mit einer Pinzette die Heuschrecke und legte sie in geringer Entfernung vom Eingang nieder. Die Wespe erschien wieder, entdeckte nach kurzer Zeit ihre Beute und schleppte sie erneut zur Höhle. Wider Erwarten legte sie die Heuschrecke aber erst wieder hin und schlüpfte nochmals in die Erde. *Fabre* nahm sie von neuem weg, und wieder machte die Wespe dasselbe. So hat er 40mal die Heuschrecke weggezogen, und immer wiederholte die Wespe ihre ganz sinnlos gewordene Tätigkeit.

Wir dürfen also nicht annehmen, daß die Insekten „denken“. Ihre Tätigkeiten sind vielmehr angeborene Verhaltensweisen, die immer in gleicher Weise ablaufen. Auch unter Umweltverhältnissen, die den natürlichen Lebensbedingungen *nicht* entsprechen, laufen die Instinkthandlungen in der gleichen Weise ab und können sich dann zum Schaden des Tieres auswirken. Unter natürlichen Umweltverhältnissen dagegen führen Instinkthandlungen oft zu erstaunlichen Leistungen. So verständigen sich z. B. die Ameisen durch gegenseitiges „Betrillern“ mit den Fühlern. Die Honigbiene führt einen Rundtanz auf, wenn sie in der Nähe des Stockes Pollen oder Nektar gefunden hat, oder einen achterförmigen Schwänzeltanz, wenn die Nahrungsquelle in größerer Entfernung liegt. Sie bringt damit andere Bienen in Erregung. Diese nehmen den Pollen- oder Honiggeruch auf, fliegen aus und suchen die Nahrungsquelle.

Die Zahl der auf der Erde gegenwärtig lebenden Insektenarten wird auf $\frac{3}{4}$ Millionen geschätzt (s. S. 8). Sie unterscheiden sich in einigen wichtigen Merkmalen des Körperbaus, der Art der Mundwerkzeuge (beißend, saugend, stechend oder leckend) und der Ausbildung der Flügel.

Auch die Entwicklung vom Ei zum fertigen Insekt (Imago) geht bei den einzelnen Ordnungen verschieden vor sich. Die aus dem Ei entstandene flügellose Larve kann sich während mehrerer Häutungen schrittweise zum fertigen Insekt entwickeln (*allmähliche oder unvollkommene Metamorphose*), oder nach dem Larvenstadium folgt ein Puppenstadium, in dem die *vollkommene Metamorphose* der Larve zum fertigen Tier erfolgt.

Insekten mit unvollkommener Verwandlung

Gradflügler (*Orthoptera*): Beißende Mundwerkzeuge, ungleiche, häutige Flügel-paare. Zu ihnen gehören Schaben, Grillen, Heuschrecken. Zu nahe verwandten Ordnungen gehören die Ohrwürmer und die Termiten.

Schnabelkerfe (*Hemiptera*): Stechende Mundwerkzeuge mit gegliedertem Rüssel; Vorderflügel teilweise hornig; Hinterflügel häutig, es können auch alle Flügel häutig sein. Viele Schnabelkerfe sind Schädlinge: Wanzen, Zikaden, Wasservanzen, Blatt- und Schildläuse.

Insekten mit vollkommener Verwandlung

Käfer (*Coleoptera*): Kauende Mundwerkzeuge; hornige Vorderflügel als Flügeldecken. Wichtigste Familien: Lauf-, Schwimm-, Blatthorn-, Bock-, Blatt-, Rüssel- und Borkenkäfer.

Hautflügler (*Hymenoptera*): Beißende und leckende Mundwerkzeuge, vier häutige und wenig geäderte Flügel. Zu den Hautflüglern gehören die wichtigsten staatenbildenden Insektengruppen: Bienen, Hummeln, Wespen und Ameisen, außerdem zahlreiche einzellebende Formen, Schlupfwespen, Blatt- und Gallwespen.

Zweiflügler (*Diptera*): Saugende und stechende Mundwerkzeuge; häutige Vorderflügel. Hinterflügel zu Schwingkölbchen verkümmert. Fliegen, Bremsen, Mücken und Schnaken sind Zweiflügler.

Schmetterlinge (*Lepidoptera*): Aus dem ersten Paar Unterkiefer ist ein Saugrüssel gebildet; Flügel sind gleichartig und beschuppt. Diese bekannte Ordnung umfaßt als wichtigste Familien die Tagfalter, Schwärmer, Spinner, Spanner, Eulen, Kleinschmetterlinge (Motten).

Übersicht (Fortsetzung v. S. 30):

VII. Stamm **Gliedertiere** (*Arthropoda*)

1. Klasse **Krebstiere** (*Crustacea*)

1. Unterklasse **Niedere** Krebse (*Entomostraca*)

Mehrere Ordnungen: Wasserflöhe, Hüpferlinge, Muschelkrebse, Rankenfüßer (Entenmuschel, Seepocken)

2. Unterklasse **Höhere** Krebse (*Malacostraca*)

Mehrere Ordnungen: Ringelkrebse (Flohkrebse, Asseln), Zehnfüßer (Flußkrebs, Hummer, Garnele, Taschenkrebs)

2. Klasse **Spinntiere** (*Chelicerata*)

Mehrere Ordnungen: Skorpione, Bücherskorpione, Echte Spinnen (Kreuz-, Jagd-, Haus-, Wasser-, Wolfs-, Vogelspinne, Tarentel), Weberknechte, Milben (rote Wegmilbe, Wassermilbe, Krätzmilbe, Holzbock)

3. Klasse **Tausendfüßer** (*Myriapoda*)

Tausendfuß (*Julus*), Steinläufer (*Lithobius*)

4. Klasse **Insekten** (*Insecta*)

Übersicht über die Ordnungen s. oben

VIII. Stamm: Weichtiere (*Mollusca*)

Die Weichtiere sind mit den Meeresringelwürmern eng verwandt. Ihr Körper besteht aus *Kopf*, *Fuß*, *Mantel* und *Eingeweidesack* (Abb. 39). Der Kopf trägt Fühler und Augen. Bei den Muscheln ist kein Kopf ausgebildet. Im Eingeweidesack liegen Herz, Nieren, Verdauungs- und Geschlechtsorgane. Der Körper wird von einer Hautfalte umhüllt, die vom Rücken der Tiere ausgeht. Dieser Mantel läßt eine Atemhöhle offen und scheidet meist ein hartes Schutzgehäuse ab. Bauchwärts liegt als besonderes Organ der Fuß; er hat sich im Laufe der Stammesgeschichte aus dem Hautmuskelschlauch der Anneliden entwickelt. Die Blutgefäße bilden keinen völlig geschlossenen Kreislauf. In der Atemhöhle liegen die *Atmungsorgane*. Es sind meist kammartige Kiemen; bei Landbewohnern hat sich aus der inneren Mantelfläche eine blutgefäßreiche Lunge gebildet. Das *Nervensystem* besteht hauptsächlich aus vier Paar Nervenknoten, die durch Nervenstränge in Verbindung stehen. Die Tiere sind meist getrenntgeschlechtlich, doch treten häufig Zwitter (Weinbergschnecke) auf.

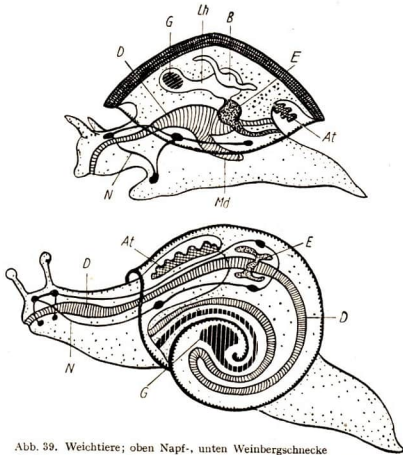


Abb. 39. Weichtiere; oben Napf-, unten Weinbergschnecke
At Atmungsorgane, B Herz, D Verdauungsorgane, E Exkretionsorgan,
G Geschlechtsorgan, Lh Leibeshöhle, Md Mitteldarmdrüse, N Nerv

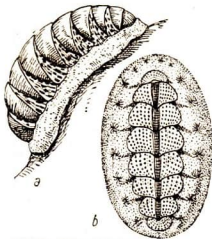


Abb. 40. Käferschnecke.
a Chiton, b Acanthochites

1. Klasse: **Urmollusken** (*Placophora*)

Unter den Weichtieren sind die **Käferschnecken** (*Chiton*, Abb. 40) am einfachsten gebaut. Sie gehören zu der besonderen Klasse der Urmollusken. Sie sind *zweiseitig-symmetrisch*, haben ein einfaches Nervensystem und auf dem Rücken acht dachziegelartige Schalenstücke, in denen viele einfache Augen liegen. Die Käferschnecken bewohnen besonders die Küstengebiete der Meere; sie können sich bei Gefahr mit dem Fuß außerordentlich kräftig an der Unterlage festsaugen.

2. Klasse: Schnecken (Gastropoda)

Viele Arten besitzen ein spiralig gewundenes Gehäuse, ihr Körper ist asymmetrisch. Die Vorfahren waren zweiseitig-symmetrische Tiere, die asymmetrische Windung hat sich infolge des größer werdenden Eingeweidetasches erst im Laufe langer Zeiträume ausgebildet (Abb. 41). Besonders gut kann der Körperbau bei der **Weinbergschnecke** (*Helix pomatia*) studiert werden. Je nach dem Alter des Tieres zeigt das Gehäuse bis zu fünf Windungen. Sie sind vom Eingeweidesack ausgefüllt und enthalten an der Spitze die Leber und eine Zwitterdrüse.

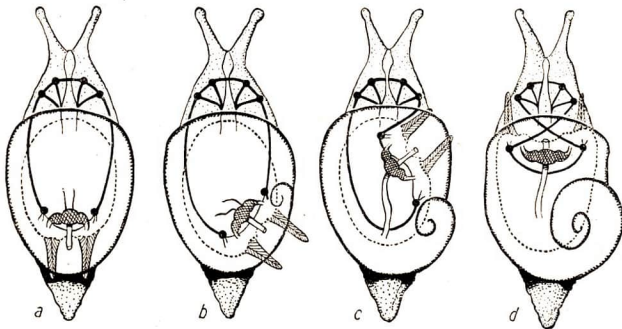


Abb. 41. Entstehung der Asymmetrie bei Schnecken.

a Vermutliche symmetrische Stammform, b beginnende, c fortschreitende Drehung des Eingeweidetasches, d Lage der Organe im asymmetrischen Tier

Das Darmrohr folgt ebenfalls den Windungen. Dicht hinter der Mundöffnung ist eine Zunge. Sie besteht aus einem nach vorn gewölbten Wulst, dessen Oberfläche viele scharfe Zähnchen aufweist und eine Reibplatte darstellt. Im Vorderteil des Gehäuses liegt die Atemhöhle, die durch das Atemloch mit der Außenluft in Verbindung steht. Bei drohender Gefahr kann sich die Schnecke ganz in das Gehäuse zurückziehen, zugleich scheidet sie blasigen Schleim aus, durch den der Feind abgeschreckt wird. Im Winter verkriecht sie sich ebenfalls ins Gehäuse und schließt es mit einem Kalkdeckel ab.

Auf ihrem breiten Fuß kriechen die Weinbergschnecken langsam vorwärts und erreichen eine Geschwindigkeit von 6 cm/min. Dabei werden auf der Kriechsohle durch Muskelzusammenziehung Wellenbewegungen erzeugt, die von hinten nach vorn laufen. Gleichzeitig wird viel Schleim abgesondert, wodurch die Reibung herabgemindert wird.

Die **Nacktschnecken** richten unter unseren jungen Pflanzen großen Schaden an, weil sie deren Blätter mit ihrer aus Chitin bestehenden Reibzunge zerkleinern. Als Reste eines Gehäuses besitzen sie zum Teil ein als Schild bezeichnetes Kalk-

plättchen unter der Haut des Rückens, das deckelartig die Mantelhöhle überzieht. Eine der größten Nacktschnecken ist die bei Regenwetter auftretende braunschwarze oder rote **Wegschnecke** (*Arion*). Die kleineren, grauen **Ackerschnecken** (*Limax*) können in Garten und Feld großen Schaden anrichten. Sie werden durch Streuen von Kali, das die Schleimhäute der Tiere zerstört, erfolgreich bekämpft.

3. Klasse: **Muscheln** (*Lamellibranchiata*)

Die Muscheln stecken meist bewegungslos im Schlamm oder heften sich auf einer Unterlage fest. Sie können aus ihren zweischaligen Gehäusen den beiförmigen Fuß herausstrecken, der sich in den Bodengrund eingräbt; durch Zusammenziehen der Fußmuskulatur wird der Körper nachgezogen. Der Mantel umhüllt das ganze Tier. Seine Zellen scheiden die Schalen aus, die drei Schichten aufweisen: außen eine dünne, chitinähnliche Schicht, in der Mitte eine Prismenschicht und innen die Perlmutter-schicht. Sie besteht wie die Prismen aus Kalk, dessen sehr feine Schichtung den Perlmutterglanz hervorruft. Wenn sich ein Fremdkörper zwischen Mantel und Schale einklemmt, wird er von Perlmutter-schichten überzogen. Auf diese Weise können sich Perlen bilden (Abb. 42). Das Hinterende der Tiere ragt aus dem Schlamm heraus. Es zeigt zwei Öffnungen, durch eine strömt das Wasser ein, durch die andere aus. Dabei werden aus dem Wasser Sauerstoff und Nahrung entnommen. Mit ihrer Lebensweise hängt es zusammen, daß viele Muscheln keine besonderen Lichtsinnesorgane besitzen; andere bilden am Mantelrand Augen aus.

Die Muscheln sind stark von ihrer Umgebung abhängig; man kann an ihnen die Wechselwirkungen zwischen Tier und Umwelt gut studieren. Die in Teichen lebende **Teich-**

muschel (*Anodonta cygnea*) hat dünne Schalen, deren Hälften nur durch ein Band zusammengehalten werden. Sie wächst schnell und erreicht in wenigen

Jahren eine Länge von 20 cm. Die Arten der **Flußmuschel** (*Unio*) haben dickere Schalen und zwischen ihnen ein gezahntes Schloß. Wegen der Verschiedenheit des Bodengrundes zeigen manchmal Tiere aus benachbarten Bächen starke Verschiedenheiten in der Schalenform (Abb. 43). Die **Flußperlmuschel** (*Marga-*

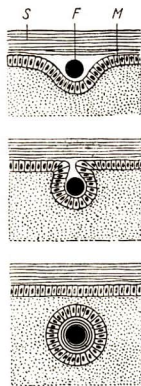


Abb. 42. Entstehung einer Perle.
F Fremdkörper, M Mantelzellen, S anorganische Schicht (Kalk)

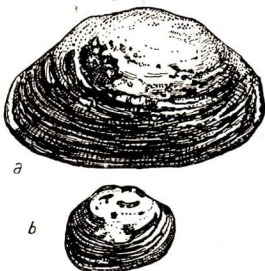


Abb. 43. Ausbildungen der Muschelschalen;
a im Gewässergrund eines Schiefergebirges, b im Grund eines Buntsandsteingebietes. Entfernung der Standorte 5 km

ritana margaritifera) lebt in schnell fließenden Gebirgsbächen (s. Tabelle S. 158). Bei einem Lebensalter bis zu 100 Jahren wird sie nur 15 cm lang. Ihr Gehäuse ist sehr kräftig, das Schloß besonders stark. Die freie Kohlensäure in den Bächen, die durch Urgestein (Granit, Gneis) fließen, löst stellenweise die Kalkschichten auf, so daß die Schalen angefressen erscheinen.

Die Muscheln sind getrenntgeschlechtig. Die befruchteten Eier unserer Fluß- und

Teichmuscheln bleiben drei bis vier Monate in den Kiemen der Muttertiere liegen und entwickeln sich dort zu winzigen Larven. Durch plötzliches Zusammenklappen der Schalen werden diese Larven ausgestoßen. Mit Hilfe eines langen Klebfadens und dorniger Fortsätze der Schalenränder heften sie sich an einem Fisch fest, die Larven der Teichmuschel vorwiegend an den Flossen, die der Flußmuschel an den Kiemen. Als Scharotzer leben sie dann zwei bis drei Monate in der Haut der Wirte und entwickeln sich zu jungen Muscheln. Sie fallen dann zu Boden (Abb. 44).

Im Meer sind die Muscheln mit sehr vielen Arten vertreten.

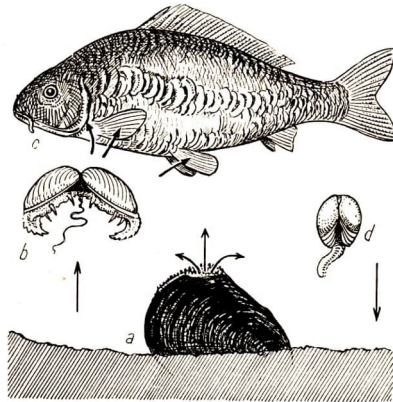


Abb. 44. Entwicklung der Teichmuschel.
a Muschel, aus dem Gewässergrund herausragend, b Larve, c Karpfen als Wirt, d abfallende junge Muschel

In umfangreichen Bänken bewohnen die dickschaligen, flachen **Austern** (*Östrea edulis*) die Küsten des Nordatlantik. **Miesmuscheln** (*Mytilus edulis*) setzen sich mit Fäden an Holz, Steinen usw. fest. In gleicher Weise heften sich die echten **Perlmuscheln** (*Meleagrina margaritifera*) an, die an den Küsten des Indischen und des Stillen Ozeans zu finden sind. In ihnen bilden sich viel größere Perlen als in unseren Flußperlmuscheln. Ihre dicke Perlmutterschicht wird zur Herstellung von Knöpfen verwendet.

4. Klasse: **Tintenfische** (*Cephalópoda*)

Die Tintenfische sind die höchstentwickelten Formen der Weichtiere. Ihr Nervensystem und ihre Sinnesorgane sind höher entwickelt als die der übrigen Mollusken. Die Augen gleichen in Bau und Leistung den Wirbeltieraugen, obwohl sie sich ganz anders entwickeln. Innere Skelettstücke aus Knorpel bilden eine Art Schädel-

kapsel, in der Gehirn und Gleichgewichtsorgane eingeschlossen sind. Die meisten tragen in der Rückenhaut einen schildförmigen Körper aus Kalk, den Schulp. Nur wenige der heute noch lebenden Arten besitzen eine gekammerte Schale, in deren Außenkammer das Tier sitzt (*Nautilus*). Der Mantel umgibt den Rumpf des Tieres und läßt eine Mantelhöhle frei, in der die Kiemen liegen. Ein Teil des Fußes ist durch Verwachsen der Seitenränder zu einem Trichter geformt. Er dient zusammen mit der Mantelmuskulatur als Bewegungsorgan. Das Atem-

wasser wird mit starkem Stoß durch den Trichter nach vorn entleert. Infolge des Rückstoßes (Abb. 45) schwimmt das Tier rückwärts. Die Tintenfische erfassen die Beute mit ihren Fangarmen, auf denen viele Haftscheiben sind. Bei Gefahr spritzen viele einen tintenartigen Farbstoff (*Sepia*) aus einer birnenförmigen Drüse, dem Tintenbeutel.

Die Tintenfische leben an den Küsten und auch im freien Meer in größeren Tiefen. Sie sind Fleischfresser. Die größten Arten erreichen eine Länge bis zu 18 m (die achtarmigen *Kraken*); die an den Küsten lebenden zehnamigen Arten, z. B. der Gemeine Tintenfisch (*Sepia officinalis*), der wärmeren europäischen Meere werden 30 bis 40 cm lang.

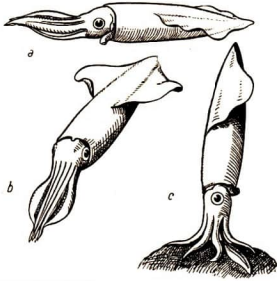


Abb. 45. Tintenfisch;
a waagrecht, b nach oben schwimmend, c auf Unterlage ruhend

Ausgestorbene Weichtiere. Von den harten Schalen der Mollusken haben sich noch viele Reste aus allen geologischen Zeiträumen erhalten. Bereits im Kambrium finden wir Teile von Tintenfischen, teils mit geradem, teils mit spiraligem Gehäuse. Sie zeigen im Mittelalter der Erde in den **Ammonshörnern** (*Ammonites*, *Ceratites*) eine große Mannigfaltigkeit (Abb. 46). Die als „Donnerkeile“ bekannten Versteinerungen sind Endspitzen von Tintenfischschulpen. Oft treten Reste von Muscheln in dichten Bänken gesteinsbildend auf. Sehr groß ist die Zahl der Schneckenversteinerungen aus dem Altertum der Erde.



Abb. 46. Ammonshorn (*Ceratites*)

IX. Stamm: Stachelhäuter (Echinodermata)

Die Stachelhäuter haben einen meist fünfstrahlig-symmetrischen Bau (Abb. 47). In ihre Körperwand sind oft mit Stacheln versehene Kalkplatten eingelagert. Nur bei diesen Tieren tritt das eigenartige *Wassergefäßsystem* auf, das aus Zuleitungsrohr, Ringkanal und radiären Längskanälen besteht. Es endet in kleinen muskulösen Schläuchen und dient vorwiegend der Bewegung. Besonders bei den Seesternen ist die strahlige Anordnung auch anderer Organe ausgeprägt (Darmschläuche, Nervenäste, Geschlechtsorgane). Die Stachelhäuter haben sich im Laufe der Stammesgeschichte aus zweiseitig-symmetrischen Formen entwickelt. Die Larven der heute lebenden Stachelhäuter wiederholen die zweiseitig-symmetrische Form ihrer Vorfahren. Alle Stachelhäuter sind Meerestiere (Abb. 48).

Der **Gemeine Seestern** (*Astéris rubens*) ist einer der bekanntesten Vertreter der Stachelhäuter. Er bewohnt den Meeresgrund, auf dem er sich langsam (1 cm/min) fortbewegen kann. Dazu befähigt ihn sein Wassergefäßsystem. Durch eine siebartige Kalkplatte vermag er Meereswasser aufzunehmen. Er leitet es abwärtsführend in einen Ringkanal und von da aus in kleine Schläuche oder Scheinfüßchen. Diese sind in großer Zahl in zwei Doppelreihen an der Unterseite jedes Armes vorhanden. Die Scheinfüßchen werden mit Wasser angefüllt und dadurch in die Länge gestreckt. Mit Hilfe von Saugscheibchen heften sie sich an der Unterlage an. Verkürzt sich die Längsmuskulatur der Füßchen, so wird das Wasser in die am oberen Ende der Füßchen befindlichen Bläschen gedrückt, und die Scheinfüßchen werden kürzer. Der Körper des Seesterns wird so in Richtung der Anheftstelle gezogen. Nun lösen sich nacheinander wieder die Scheinfüßchen von der Unterlage, strecken sich erneut in die Fortbewegungsrichtung und saugen sich dann wieder am Boden fest. Dabei befinden sich aber immer nur die Füßchen des Armes in Tätigkeit, in dessen Richtung die Bewegung erfolgt.

Der Seestern nährt sich von kleinen Bodentieren des Meeres, meist Muscheln, die er ganz verschluckt. Aber auch größere Tiere, wie Austern und Miesmuscheln, werden seine Beute. Dabei umklammert er die Muschel, haftet sich mit seinen

Saugfüßchen ganz fest und zerrt so lange nach beiden Seiten, bis ihr Schließmuskel ermüdet oder zerreißt und die Schalen auseinanderklappen. Oft dauert der Kampf der beiden Tiere bis zu einer Stunde. Dann

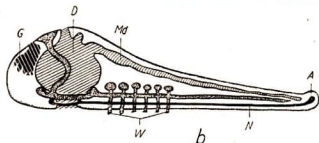
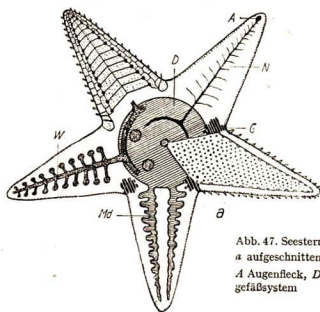


Abb. 47. Seestern;

a aufgeschnitten, in jedem Arm ist nur ein Organsystem dargestellt, b Radialschnitt. A Augenfleck, D Darm, G Geschlechtsorgane, Md Mitteldarmdrüse, N Nerv, W Wassergefäßsystem

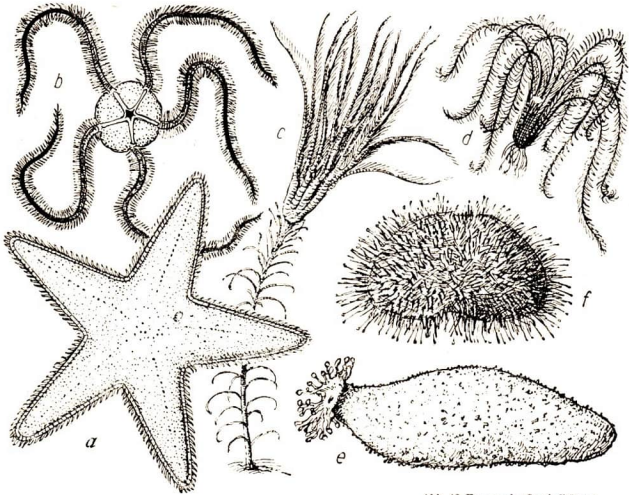


Abb. 48. Formen der Stachelhäuter.

a Seestern, b Schlangensterne, c Seelilie, d Haarsterne. e Seegurke, f Seeigel

stülpt der Seestern seinen Magensack, zu dem vom Munde ein kurzes Schlundrohr führt, in den Hohlraum der Muschel hinein (Abb. 49). Der Magensaft, der scharfe Verdauungstoffe enthält, löst die weichen Teile der Muschel auf. Dadurch entsteht eine Nährflüssigkeit, die von den Magenwänden des Seesterns aufgenommen wird. Solche *Außenverdauung* findet sich im Tierreich selten.

Am Ende der Nervenstränge, die jeden Arm durchziehen, liegen Sinneszellen für Lichtempfindungen. Sie werden Augenfleckengenannt; in ihrer Umgebung ist in die Haut ein roter Farbstoff eingelagert. Mit Hilfe dieser einfachen Organe kann der Seestern – wie der Strudelwurm – Hell und Dunkel unterscheiden und auch die Richtung des einfallenden Lichtes wahrnehmen.

Zu den Stachelhäutern gehören ferner die kugelig gestalteten Seeigel (*Echinoidea*, Abb. 48f), die ihren Namen von den vielen durch Muskeln beweglichen Stacheln haben.

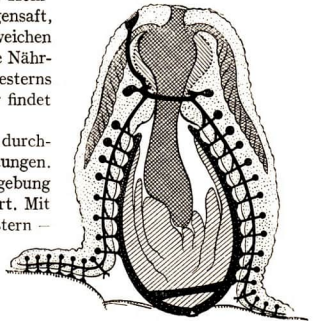


Abb. 49. Seestern saugt Muschel aus.

Schale der Muschel schwarz mit weißen Punkten, Wassergefäßsystem des Seesterns schwarz, Verdauungsorgane doppelt schraffiert

Ihr Kalkskelett und die Innenordnung des Wassergeßsystems zeigen deutlich den strahligen Bau.

Die **Schlangensterne** (*Ophiuroidea*) haben seesternähnlichen Bau; an ihrem scheibenförmigen Zentralkörper sitzen fünf lange, bewegliche Arme. Festsitzende Stachelhäuter sind die in größeren Meerestiefen lebenden **Haarsterne** (*Crinoidea*). Ihr Körper ist kelchförmig und ruht mit seinen fünf langen, verzweigten Armen auf einem Stiel. Eine geringe äußere Ähnlichkeit mit den genannten Tieren haben die **Seewalzen** (*Holothurioidea*). Ihr gurkenähnlicher Körper hat ein zurückgebildetes Skelett, aber es gehören gleichfalls fünf Reihen von Füßchen zum Wassergeßsystem.

Die Stachelhäuter traten schon im Kambrium in verschiedenen Formen auf (Abb. 50). Einige Gruppen sind völlig ausgestorben; die Haarsterne sind heute nur noch in wenigen Arten vertreten.



Abb. 50. Versteinerte Seelilien

Übersicht (Fortsetzung v. S. 38):

VIII. Stamm **Weichtiere** (*Mollusca*)

1. Klasse **Urmollusken** (*Placophora*) Käferschnecken
2. Klasse **Schnecken** (*Gastropoda*) Kiemenschnecken (Kegel-, Flügel-, Purpurschnecken, Seeohr, Porzellanschnecke, Kauri, Sumpfschnecke), Lungenschnecken (Weinberg-, Hain-, Weg-, Acker-, Schlamm-, Posthorn-, Schließmundschnecke)
3. Klasse **Muscheln** (*Lamellibranchiata*) Flußmuscheln, Teichmuschel, Flußperlmuschel, Herz-, Venus-, Sand-, Bohr-, Mies-, Pilger-, Seeperlmuschel
4. Klasse **Tintenfische** (*Cephalopoda*) Tintenfisch (*Sépie*), Krake, *Nautilus*

IX. Stamm **Stachelhäuter** (*Echinodermata*)

1. Klasse **Haarsterne** (*Crinoidea*) Seelilien
2. Klasse **Schlangensterne** (*Ophiuroidea*) Schlangensterne
3. Klasse **Seesterne** (*Asteroidea*) Seesterne
4. Klasse **Seeigel** (*Echinoidea*) Seeigel
5. Klasse **Seewalzen** (*Holothurioidea*) Seegurke

X. Stamm: Chordatiere (*Chordata*)

Die Chordatiere (Abb. 51) sind zweiseitig-symmetrische Tiere. Sie besitzen während ihrer Entwicklung (die Schädellosen und Halbschädlar auch zeitlebens) einen im Rücken gelegenen zelligen Stützstrang, die *Chorda dorsalis* (Abb. 52). Über ihr befindet sich das *Nervensystem*. Aus dem vorderen Abschnitt des Darmkanals entstehen die *Atmungsorgane*, und zwar bei Wasserformen *Kiemen*, bei Landbewohnern *Lungen*. Die Chordatiere besitzen ein *geschlossenes Blutgefäßsystem*. Ihre Haut besteht außer bei den Manteltieren stets aus *Ober- und Lederhaut*. Man unterscheidet vier Unterstämme von Chordatieren:

1. **Manteltiere** (*Tunicata*), 2. **Schädellose** (*Acrania*), 3. **Halbschädlar** (*Hemicraniota*) und 4. **Schädeltiere** (*Craniota*) oder **Wirbeltiere** (*Vertebrata*).

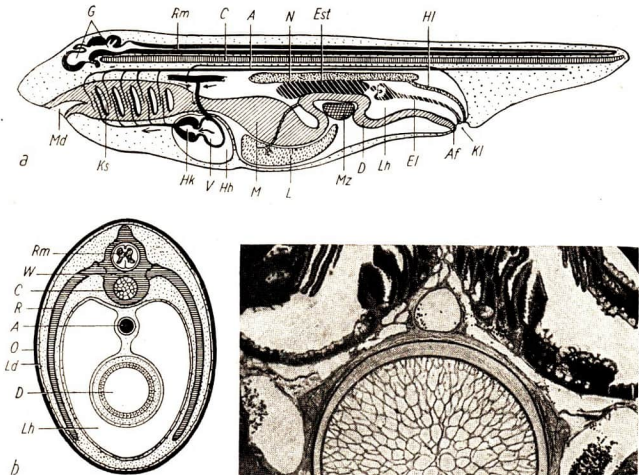


Abb. 51. Schema eines Chordatieres.
a Längsschnitt, b Querschnitt.
A Aorta, Af After, C Chorda, D Darm,
El Eileiter, Est Eierstock, G Gehirn,
Hh Herzbeutel, Hk Herzkammer,
Hl Harnleiter, Kl Kloake, Ks Kiemen-
spalten, L Leber, Ld Lederhaut,
Lh Leibeshöhle, M Magen, Md Mund,
Mz Milz, N Niere, O Oberhaut,
R Rippen, Rm Rückenmark, V Vor-
kehlraum, W Wirbel

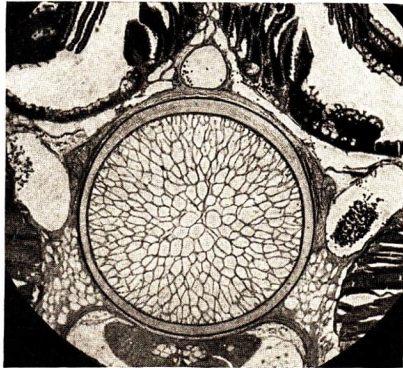


Abb. 52. Querschnitt der embryonalen Chorda dorsalis vom Neunauge (Mikrofotografie)

1. Unterstamm: Manteltiere (*Tunicata*)

Die Chorda tritt bei den Manteltieren nur in der Schwanzregion auf. Bei den erwachsenen Tieren wird sie meist zurückgebildet. Die Manteltiere sind Meeresbewohner. Manche sitzen fest, z. B. die Seescheiden (*Ascidiae*, Abb. 53), andere treiben in oft großer Zahl im Plankton, z. B. Salpen (*Thaliaceae*). Der tonnenförmige Körper wird von einem Zellulosemantel umhüllt, nach dem die Tiere ihren Namen haben. Die Zellulose findet man im Pflanzenreich sehr häufig, bei den Tieren dagegen nur bei einigen Einzellern und bei den Manteltieren. Der Wassergehalt der fast durchsichtigen Salpen ist sehr hoch, er kann 99% betragen. Die Atmung erfolgt durch den Kiemendarm. Sie ernähren sich von kleinen Lebewesen, die sie mit dem Atemwasser ins Innere strudeln. Das Wasser strömt durch die zahlreichen Kiemenspalten des Kiemendarms und wird durch eine Ausfuhröffnung ausgestoßen. Die Nahrung dagegen gelangt in den magenartig erweiterten Darm, dessen Endteil in die sogenannte Kloake einmündet. Manche Seescheiden haben eine außerordentliche Regenerationsfähigkeit: aus einem kleinen Stück ihrer Kiemenregion kann sich wieder ein ganzes Tier bilden.

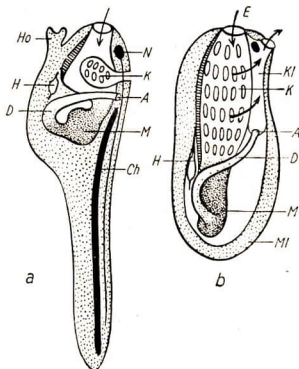


Abb. 53. Manteltiere.

a Seescheidenlarve, *b* festsetzende Seescheide.

A After, *Ch* Chorda, *D* Darm, *E* Einfuhröffnung, *H* Herz, *Ho* Haftorgan, *K* bei *a* Kiemendarmanlage, bei *b* Kiemendarm, *KI* Kloake, *M* Magen, *MI* Mantel, *N* Nervenknoten

2. Unterstamm: Schädellose (*Acrania*)

Bei den Schädellosen bleibt die Chorda als elastischer Stab, der von der vordersten Spitze des Körpers bis in die Schwanzspitze reicht, zeitlebens erhalten. Die fischförmigen Tiere haben keine Kopfregion und kein Herz. Die wichtigste Art des nur aus wenigen Arten bestehenden Unterstammes der Schädellosen ist das **Lanzettfischchen** (*Amphioxus lanceolatus* oder *Branchiostoma lanceolatum*, Abb. 54). Es lebt im Sand der küstennahen Zone von Nordsee und Mittelmeer. Sein durchsichtiger Körper wird bis zu 8 cm lang. Es bewegt sich schlängelnd fort. Ein unpaarer Flossensaum verläuft über den ganzen Rücken und umzieht die Schwanzregion bis zur Öffnung des Kiemendarmraumes. Von hier bis zum Mund, also auf der Unterseite, erstrecken sich zwei seitliche Hautfalten (Seitenfalten). Die sehr dünne Haut läßt die keilförmig angeordneten Muskelsegmente durchschimmern.

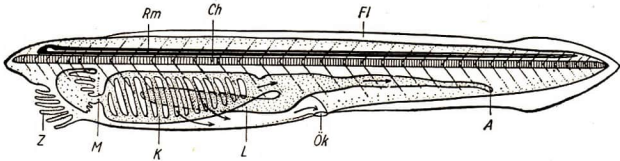


Abb. 54. Lanzettfischchen.

A After, Ch Chorda, Fl Flossensaum, K Kiemendarm, L Leber, M Mund, Ök Öffnung des Kiemendarmraumes, Rm Rückenmark, Z Zirren

Der *Mund* ist von einer Anzahl dünner Anhänge, sogenannter *Zirren*, umstanden. Der *Kiemendarm* wird jederseits von etwa 180 Kiemenspalten durchbrochen. Er dient zugleich als Reusenapparat. Die mit dem Atemwasser aufgenommenen kleinen Lebewesen bleiben in ihm zurück, das Wasser fließt in den Kiemendarmraum und durch dessen Öffnung nach außen ab. Die Nahrung wird durch eine bauchwärts gelegene Rinne des Kiemendarms in den *Darm* befördert.

Das Lanzettfischchen hat kein eigentliches Herz. Das Blut wird durch Zusammenziehung bestimmter Gefäßabschnitte, der sogenannten *Kiemengeräten*, in die Kiemengefäße gepumpt. Das sauerstoffreiche Blut sammelt sich in Gefäßen, die sich zur Hauptschlagader (*Aorta*) vereinigen. Diese versorgt die Organe des Körpers mit Blut. Über der Chorda liegt das strangförmige *Nervensystem*. Im Rückenmark liegen zahlreiche Sehzellen, die von Pigmentbechern umgeben sind.

Die *Ausscheidungsorgane* sind wie bei den Ringelwürmern segmentweise angeordnet und ergießen ihre Ausscheidung (*Exkret*) durch je eine Öffnung in den Raum, der den Kiemendarm umgibt, von wo aus sie den Körper verläßt.

3. Unterstamm: Halbschädler (*Hemicraniota*)

Auch bei den Halbschädlern bleibt die Chorda zeitlebens erhalten. Sie haben einen knorpeligen Schädel ohne Hinterhauptregion, einen kieferlosen Saugmund, unpaarige Nase und einen Flossensaum.

Das *Flußneunauge* (*Petromyzon fluviatilis*, Abb. 55) ähnelt nur äußerlich einem Fisch. Das Skelett besteht aus der Chorda, der seitlich kleine Knorpelspangen als primitive Wirbelanlagen angelagert sind. Da die Neunaugen keine Wirbelkörper besitzen, kann man sie nicht zu den Wirbeltieren zählen. Mit ihrem kreisförmigen *Mund* vermögen sich diese Tiere an Steinen und Wassertieren festzusaugen. Er ist von *Hornzähnen* umgeben und führt in einen sackförmigen Kiemendarm, der jederseits von 7 Kiemenspalten durchbrochen ist. Der Kiemenspaltenapparat wird durch knorpelige Kiemenspalten gestützt. Das Atemwasser wird normalerweise durch den Mund aufgenommen und durch die Kiemenspalten ausgestoßen. Wenn sich aber das Tier mit dem Mund festgesogen hat, strömt das Atemwasser durch die Kiemenspalten ein und aus. Die Nasenöffnung ist un-

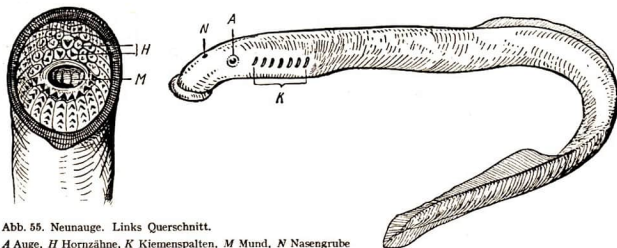


Abb. 55. Neunauge. Links Querschnitt.

A Auge, H Hornzähne, K Kiemenspalten, M Mund, N Nasengrube

paarig und hat keine Verbindung zur Mundhöhle. Das Herz besteht aus einem Vorhof und einer Herzkammer. Wie die Fische besitzen die Neunaugen bereits hochentwickelte *Augen*. Ihren Namen haben sie auf Grund einer falschen Beobachtung erhalten: man zählte auf jeder Seite ein Auge, die Nasengrube und sieben Kiemenspalten.

4. Unterstamm: **Schädeltiere** (*Craniota*) oder **Wirbeltiere** (*Vertebrata*)

Der Schädel ist eine knorpelige oder knöcherne Kapsel um das Gehirn. Die Chorda wird im Laufe der embryonalen Entwicklung in Wiederholung der stammesgeschichtlichen Entwicklung durch die Wirbelkörper verdrängt. Der Mund ist mit Kiefern und Zähnen ausgestattet. Die paarigen Gliedmaßen sind entweder als Flossen, Flügel oder Beine ausgebildet.

1. Klasse: **Fische** (*Pisces*)

Die Fische sind wasserlebende, kiemenatmende Wirbeltiere mit unpaarigen und paarigen Flossen. Die Haut trägt Hautzähne oder Knochenschuppen. Das Herz besteht aus Vorkammer und Herzkammer.

Ordnung: **Quermäuler** (*Plagiostomi*)

Zu den Quermäulern gehören die **Haie** und **Rochen** (Abb. 56). Im Vergleich zu den Neunaugen stellt der Bau der **Haie** eine beträchtliche Höherentwicklung dar. Sie besitzen eine knorpelige *Schädelkapsel*, die das umfangreiche Gehirn und die Gleichgewichtsorgane umgibt (*Schädeltiere*). Ober- und Unterkiefer sind gelenkig verbunden. Zum erstenmal in der Entwicklungsreihe der Tiere tritt eine *Wirbelsäule* mit echten *Wirbelkörpern* auf, die die Chorda weitgehend verdrängt. *Brust-* und *Bauchflossen* dienen zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts. Die Fortbewegung erfolgt vor allem durch das Schlagen der asymmetrischen

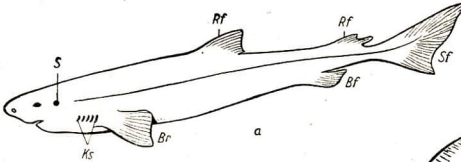


Abb. 56. Knorpelfische.

a Hai, b Rochen.

Bf Bauchflosse, Br Brustflosse, Ks Kiemenspalten, N Nasengrube,
Rf Rückenflosse, S Spritzloch, Sf Schwanzflosse

Schwanzflosse. Die Haut ist mit zahlreichen Hautzähnnchen besetzt. Sie bestehen aus Zahnbein und einer schmelzähnlichen Außenschicht. Aus den ebenfalls aus Schmelz und Zahnbein bestehenden Zähnen der Haie (Abb. 102, S. 104) haben sich im Laufe der Stammesgeschichte die Wirbeltierzähne entwickelt. Das hinter dem Kieferbogen gelegene Spritzloch entspricht der ersten Kiemenspalte der anderen Fische. Es folgen fünf bis sieben weitere Kiemenspalten, die zwischen den Kiemenbögen liegen.

Das Herz besteht aus einer Vorkammer und einer dickwandigen Herzkammer, die sich in einen gefäßartigen, muskulösen Teil fortsetzt. Durch diesen gelangt das Blut in die Kiemen und von hier in den Körper. In der Körperhöhle des Haies befindet sich eine umfangreiche *Leber*. Der *Magen* durchzieht die Bauchhöhle fast der ganzen Länge nach. Der *Darm* zeigt eine in engen Windungen verlaufende Spiralfalte, wodurch die Darmoberfläche außerordentlich vergrößert wird. Der Hai hat keine Schwimmblase. Dicht unter der Wirbelsäule liegt die bandförmige *Niere*.

Am Gehirn lassen sich folgende Teile unterscheiden: *Vorderhirn*, *Zwischenhirn* mit dem Hirnanhang (*Hypophyse*), *Mittelhirn*, *Hinterhirn* (Kleinhirn) und *Nachhirn*. Die Mehrzahl der sogenannten Hirnnerven entspringt dem Nachhirn. Diese verschiedenen Hirnteile lassen sich bei allen Wirbeltiergehirnen unterscheiden.

Die Haie sind ausgezeichnete Schwimmer. **Katzenhaie** (*Scyllium*, Abb. 56 u. 57) zerreißen nicht selten die Fischnetze und werden schon aus diesem Grunde von den Fischern verfolgt. Einige Haie können dem Menschen gefährlich werden, so der **Heringshai** (*Lamna*), der etwa 3 m lang wird, und der **Blauhai** (*Carcharias*, 6 bis 7 m). Der **Riesenhai** (*Selache*, 10 bis 12 m) ist ein Planktonfresser.

Manche Arten der Haie legen Eier, die von einer hornähnlichen Schale umgeben sind (Abb. 57), andere Arten gebären lebende Junge (Abb. 125 d, S. 129).

Trotz ihrer nahen Verwandtschaft mit den Haien unterscheiden sich die **Rochen** äußerlich stark von ihnen durch ihren *scheibenförmigen* Körper. Die *Kiemenspalten* liegen auf der Unterseite. Die Brustflossen sind verbreitert. Der peitschenförmige Schwanz ist sehr lang und vom Körper scharf abgesetzt. Mit ihren breiten Brustflossen, die sich wellenförmig bewegen, vermögen die Rochen gewandt zu schwimmen. Sie liegen jedoch oft am Grunde des Wassers, wo sie sich von Krebsen und Schnecken ernähren.



Abb. 57. Eier vom Katzenhai

Ordnung: *Schmelzschupper (Ganoidei)*

Ein charakteristischer Vertreter der Schmelzschupper ist der **Stör** (*Acipenser sturio*). Seine Länge beträgt meist weniger als 2 m, sie kann aber bis 6 m betragen. Das auffallendste äußere Merkmal sind fünf Reihen von *Knochenplatten* (Abb. 58), die sich in der Haut bilden: eine längs des Rückens, je eine längs der Seiten bis zur Schwanzflosse und je eine am seitlichen Bauchrand. Der knorpelige *Schädel* ist gleichfalls von Hautknochen überdeckt und in einen schnauzenförmigen Vorsprung ausgezogen, an dessen Unterseite sich der Mund befindet. Dieser Mund ist zahnlos, weit vorstülpbar und von vier Barteln umstanden. Der Atlantische Ozean und seine Nebenmeere sind die Heimat des Störs. Im Rhein steigt er zur Laichzeit bis Mainz, in der Elbe bis in die Tschechoslowakei auf. In der Sowjetunion leben die Arten **Hausen** (*A. huso*) und **Ossjeter** (*A. güldenstaedti*). Der Hausen erreicht eine Länge von 9 m. Er bewohnt das Schwarze und das Kaspische Meer sowie deren Zuflüsse. Der Ossjeter wird 4 m lang; sein Verbreitungsgebiet erstreckt sich bis nach Westsibirien.

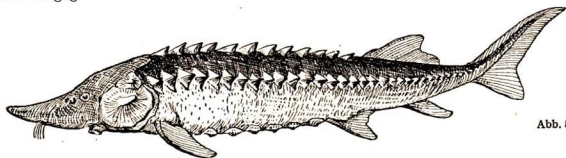


Abb. 58. Stör

Alle Störe haben wohlschmeckendes Fleisch. Aus den Eiern bereitet man Kaviar. Die Störe werden vor allem auf ihren Laichwanderungen in den Flüssen gefangen, und zwar von März bis Mai und im Spätjahr. Die Jungfische verweilen ein bis zwei Jahre in den Flüssen und wandern dann ins Meer.

Ordnung: *Knochenfische (Teleostei)*

Das *Skelett* (Abb. 61) der Knochenfische ist knöchern. Die *Wirbelkörper* sind an beiden Enden kegelförmig hohl. Jeder von ihnen trägt in der Rumpfregeion ein Paar *Rippen*. Zwischen den Muskelbändern treten Bindegewebsverknöcherungen in Form von Gräten auf. Außer den paarigen Brust- und Bauchflossen sind unpaarige Rücken-, Schwanz- und Afterflossen vorhanden (Abb. 59). *Zähne* befinden sich an verschiedenen Knochen der Mundhöhle. Sie dienen nur zum Festhalten, nicht zum Zerkauen der Nahrung.

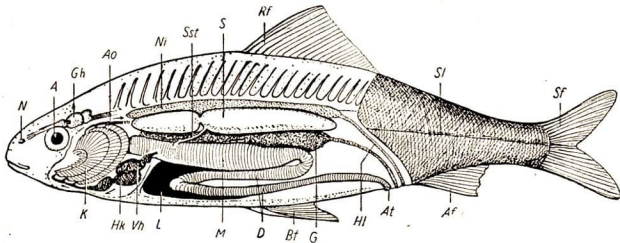


Abb. 59. Innerer Bau eines Fisches.

A Auge, Af Afterflosse, Ao Aorta, At After, Bf Bauchflosse, D Darm, G Geschlechtsorgan, Gh Gehirn, Hk Herzkammer, Hl Harnleiter, K Kiemen, L Leber, M Magen, N Nase, Ni Niere, Rf Rückenflosse, S Schwimblase, Sl Seitenlinie, Sf Schwanzflosse, Sst Schwimmblassengang, Vh Vorhof

Die *Haut* (Abb. 60) ist infolge der zahlreichen Drüsenzellen der Oberhaut schleimig. In der Lederhaut liegen knöcherne Schuppen. Die Färbung der Fische wird durch zahlreiche verästelte schwarze, rote und gelbe Pigmentzellen (s. S. 153) hervorgebracht. Der Silberglanz entsteht durch feinste Kristalle, die in besonderen Zellen liegen. In der Haut befinden sich Sinnesorgane (Sinnesknospen). Mit der *Seitenlinie* vermögen die Fische vor allem Strömungen des Wassers wahrzunehmen. Sie wird von kleinen, die Schuppen durchziehenden Kanälen gebildet, die in einer Linie entlang den Körperseiten vom Kopf bis zur Schwanzregion liegen. Diese Kanäle

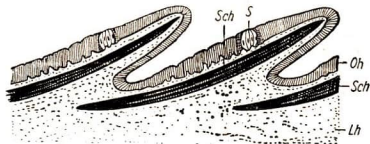


Abb. 60. Haut eines Knochenfisches.

Lh Lederhaut, Oh Oberhaut, S Sinnesknospe, Sch Schuppen

stehen mit einem größeren Kanal in Verbindung, welcher unter der Seitenlinie verläuft. In ihm liegen zahlreiche Sinnesknospen. Sämtliche Kanäle sind mit Schleim gefüllt. Durch Strömung und Druckveränderung des umgebenden Wassers werden diese Sinnesorgane gereizt.

Auf der Außenseite des 1. bis 5. Kiemenbogens stehen die Kiemenblättchen. Der Innenrand der Bögen bildet mit zahlreichen dornartigen Fortsätzen die Kiemenreue. Ein *Kiemendeckel* schützt die Kiemen und ermöglicht zugleich die Atembewegung (Abb. 62). Das Atemwasser wird mit der Nahrung durch den Mund aufgenommen und durch die Kiemenspalten gepreßt. Der *Blutkreislauf* ist wie bei allen Chordatieren geschlossen. Das Blut strömt aus der Herzkammer in die Kiemen, nimmt dort Sauerstoff auf und wird über die Aorta im ganzen Körper verteilt. Nach Abgabe des Sauerstoffes an die Gewebe sammelt sich das Blut in großen Venen und gelangt wieder in die Vorkammer und von da in die Herzkammer. Auf den Kiemendarm folgte eine kurze Speiseröhre, darauf der Magen und ein gewundener Mitteldarm. Die umfangreiche Leber ist mehrfach gelappt. Bei geschlechtsreifen Tieren wird ein großer Teil der Leibeshöhle durch die Hoden (Milch) bzw. Eierstöcke (Rogen) eingenommen. Die meisten Fische legen Eier, einige gebären lebende Junge.

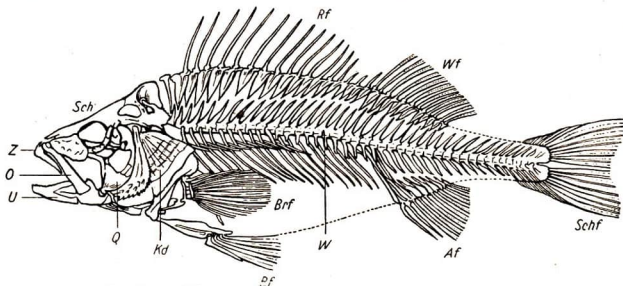


Abb. 61. Skelett eines Knochenfisches.

Af Afterflosse, Bf Bauchflosse, Brf Brustflosse, Kd Kiemendeckelknochen, O Oberkiefer, Q Quadratbein (Gelenk für den Unterkiefer), Rf Rückenflosse, Sch Schädel, Schf Schwanzflosse, U Unterkiefer, W Wirbelsäule mit Dornfortsätzen nach oben und Rippen nach unten, Wf unpaarige Weichflosse, Z Zwischenkiefer

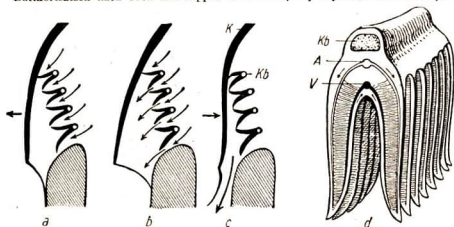


Abb. 62. Tätigkeit und Bau von Fischkiemen.

a bis c Pumpentätigkeit des Kiemendeckels: a Einstromen des Wassers, b Durchströmung der Kiemen, c Schließung des Kiemendeckels, d Kiemenbogen und Kiemenblättchen.

A Arterie, K Kiemendeckel, Kb Kiemenbogen, V Vene

Die meisten Fische besitzen eine *Schwimmbase* (Abb. 145, S. 152), mit deren Hilfe sie sich im Wasser schwebend halten können. Sucht der Fisch beim Schwimmen größere Tiefen auf, so wird er und damit auch seine Schwimmbase infolge des dort herrschenden höheren Wasserdruckes etwas zusammengeedrückt. Dadurch erhöht sich die Wichte des Fisches. Dies hätte ein weiteres Absinken zur Folge. Sein ursprüngliches Volumen wird jedoch durch Absonderung von Gas in die Schwimmbase alsbald wiederhergestellt; die Wichte des Fisches gleicht sich der des Wassers an. Umgekehrt wird beim Höhersteigen der Gasgehalt der Schwimmbase verringert. Auf diese Weise bleibt die Wichte des Fisches in jeder Tiefe der Wichte des Wassers gleich, und der Fisch kann sich in ihm schwebend halten. Die Erhöhung oder Verminderung des Gasgehaltes der Schwimmbase erfolgt bei einigen Fischen durch Verschlucken und Ausstoßen von Luft. Bei ihnen ist die Schwimmbase durch einen Luftgang mit dem Schlund verbunden. Andere besitzen eine Gasdrüse, mit deren Hilfe sie Gas aus dem Blut in die Schwimmbase abscheiden können.

Im Silur und im Devon finden wir Abdrücke der ersten *Panzerfische*. *Lungenfische* gab es ebenfalls bereits im Devon; in der Steinkohlenzeit traten die ersten *Haie* und im Perm die ersten *Knochenfische* auf (Abb. 63).

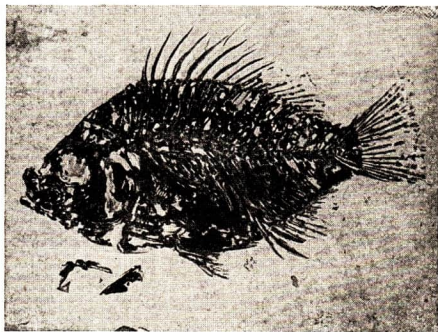


Abb. 63. Abdrücke von Knochenfischen (oben *Piscara pealii*, unten *Labrax schizurus*)

Nutzfische des Süßwassers

Der **Karpfen** (*Cyprinus carpio*) wird seit langem in verschiedenen Rassen gezüchtet. Man unterscheidet Schuppenkarpfen, Spiegelkarpfen und schuppenlose Lederkarpfen. Sie sind Allesfresser und leben von Pflanzenteilen, Insektenlarven, Würmern und kleinen Krebsen. Da sie keine anderen Fische fressen, bezeichnen wir sie als *Friedfische*. Die Nahrung wird zwischen den oberen Schlundknochen, die aus breiten Platten gebildet sind, und den zahnbesetzten unteren Schlundknochen zerdrückt. Der Darm ist länger als bei gleichgroßen fleischfressenden Fischen.

Die Karpfen sind von zahlreichen Tieren bedroht, vermehren sich aber auch sehr stark. Ein Weibchen von 3 kg Gewicht laicht etwa 1 Million Eier ab.

Die **Forelle** (*Trutta fario*) hat einen olivfarbenen Rücken und trägt schwarze, auf der Seite rote Flecken, die oft blau umrandet sind. Ihre durchschnittliche Länge beträgt 30 cm (bis 90 cm). Als Jungfische ernähren sich die Forellen vorzugsweise von Insekten und Würmern, später werden sie *Raubfische*. Die Forelle laicht im Spätherbst. Die Zucht erfolgt in Brutanstalten, um geeignete Gewässer mit Jungfischen besetzen zu können. Aus Amerika wurde bei uns die **Regenbogenforelle** (*Trutta iridea*) eingeführt.

Der **Lachs** (*Salmo salar*) gehört wie die Forelle zu der Familie der Edelfische, die hinter der Rückenflosse eine kleine Fettflosse haben. Der Lachs ist der größte unter ihnen, er wird bis 1,5 m lang. Der Rücken ist blaugrau, Seiten und Bauch sind silberweiß. Er bewohnt alle nördlichen Meere, setzt aber seinen Laich in klaren Waldbächen ab. Dazu sind weite Wanderungen nötig, auf denen er keine Nahrung zu sich nimmt. Sein Wandertrieb ist stark ausgeprägt. Der Lachs überwindet Stromschnellen und überspringt Wasserfälle und Wehre. Nach dem Abbläichen kehrt er in völlig erschöpftem Zustand in das Meer zurück. Er ist dann sehr abgemagert und sein Fleisch nicht genießbar, deshalb wird er zu dieser Zeit nicht gefangen. Die Jungen verbleiben etwa ein Jahr in Flüssen und Bächen und wandern dann ins Meer ab. Durch übermäßigen Fang und giftige Fabrikabwässer ist die Zahl der Lachse stark zurückgegangen. Der Fangertag wird aber durch künstliche Besamung der Eier und durch Aussetzen der Jungfische im Oberlauf der Flüsse wesentlich gesteigert.

Der **Aal** (*Anguilla vulgaris*) ist gekennzeichnet durch den einheitlichen Flossensaum, das Fehlen der Bauchflossen und die schleimige Haut. Das Weibchen wird bis 1,5 m lang und 5 kg schwer, während die Länge des Männchens höchstens 0,45 m beträgt. Die schlängelnde Fortbewegung ermöglicht keine große Geschwindigkeit, deshalb wird nur kleineres Wassergetier (Krebse, kleine Fische u. dgl.) seine Beute. Der Aal vermag mehr als einen Tag auch außerhalb des Wassers in feuchtem Schlamm und in nassen Wiesen zu leben.

Die Laichplätze des Aals liegen südöstlich der Bermudainseln (Sargassomeer) in etwa 1000 m Tiefe (s. Karte, S. 155). Aus dem Ei entsteht eine weidenblattförmige, durchsichtige *Larve*, die mit dem Golfstrom zur europäischen Küste zieht. Sie entwickelt sich dabei zu dem drehrunden *Glas-* oder *Steigaal*,

der in die Flüsse einwandert. Während der Wachstumsperiode ist der Aal ein ausgesprochener Grundfisch, der sich vor allem von Flohkreben und Würmern ernährt. Nach fünf bis sieben Jahren sind die Weibchen ausgewachsen, die Männchen, die sich meist in Küstennähe aufhalten, dagegen schon nach drei bis vier Jahren. Nach Eintritt der Geschlechtsreife stellen die Aale die Nahrungsaufnahme ein, der Rücken dunkelt nach, und der Bauch erhält Silberglanz. Diese „Blankaale“ wandern ins Meer und von da zu den Laichplätzen. Während der Talwanderung werden die Aale in großer Menge gefangen. Die übrigen gehen wahrscheinlich nach dem Laichen infolge Erschöpfung zugrunde. Niemals kehren erwachsene Aale aus dem Meere in die Flüsse zurück. Die amerikanischen Aale haben die gleichen Laichplätze, ihre Larven wandern jedoch zum amerikanischen Kontinent. Das verschiedenartige Verhalten der Larven ist auf ererbte, im Laufe der Stammesgeschichte erworbene Instinkte zurückzuführen. Für die Aalzucht eignen sich am besten zusammenhängende Teiche, in denen eingesetzte Steigaale in fünf bis acht Jahren heranwachsen und beim Abwandern im Ausfluß leicht gefangen werden können.

Nutzfische des Meeres

Der **Hering** (*Clupea haréngus*) bewohnt alle Meere der nördlichen Halbkugel und ist durch seinen hohen Fett- und Jodgehalt für die menschliche Ernährung von größter Bedeutung. Der lebende Fisch schillert in allen Farben, der Silberglanz geht am Rücken in eine blaugrüne Färbung über. Die Nahrung des Herings besteht aus winzigen niederen Krebsen, die er in seiner engen Kiemenreuse im Kiemendarm zurückbehält. Die Heringe treten naturgemäß dort in größter Zahl auf, wo sich am meisten Nahrung befindet (*Nahrungszüge*). Das Abbläichen erfolgt im Flachwasser mit sandigem oder steinigem Grund. Die Heringe drängen sich dabei in solcher Masse (*Laichzüge*), daß sie sich zu sogenannten „Heringsbergen“ übereinandertürmen. Die als *Küstenhering* bezeichnete Rasse laicht im Winter und Frühling, der *Hochseehering* dagegen im Sommer und Herbst. Der Fang erfolgt in riesigen senkrecht gestellten Sperrnetzen oder durch Zugstellnetze und Reusen. Man schätzt die Zahl der jährlich gefangenen Heringe auf über 10 Milliarden.

Der **Kabeljau** oder **Dorsch** (*Gádus mórrhua*). Die aus dem Nordseegebiet stammenden alten und großen Exemplare dieser Fische heißen *Kabeljau*, jüngere und kleinere sowie die in der Ostsee lebenden Tiere dagegen *Dorsch*. Getrocknet bezeichnet man ihn als *Stockfisch*, gesalzen und getrocknet als *Klippfisch*.

Seine Länge kann bis zu 1,4 m, das Höchstgewicht 50 kg betragen (mittleres Gewicht 5 bis 7 kg). Die Farbe des Rückens ist grau mit gelben oder braunen Flecken, Seitenlinie und Bauch sind weiß. An der Unterlippe fällt der einzige Bartfaden auf. Da der Kabeljau ein sehr gefräßiger und schnell schwimmender Raubfisch ist, findet man ihn häufig im Gefolge von Heringsschwärmen. Die Hauptfanggebiete liegen bei Neufundland, Island und den Lofoten. Der Kabeljau ist für die menschliche Ernährung sehr wichtig. Durch ungeheure Vermehrung werden die Massenfänge immer wieder ausgeglichen. Ein Weibchen vermag ungefähr 5 Millionen Eier abzulaichen.

Die **Scholle** (*Pleuronectes platessa*). Die junge Scholle besitzt noch eine zweiseitig-symmetrische Gestalt und schwimmt aufrecht. Die etwa 1 cm langen Jungtiere legen sich mit ihrer linken Seite auf den Meeresboden. Durch ungleichmäßige Wachstumsvorgänge wandert das linke Auge auf die rechte Seite. Die linke Körperhälfte wird farblos, während die braungefärbte rechte Seite gelbe, runde Flecken erhält. Die Farbanpassung an die Umgebung erfolgt sehr rasch. Das ausgewachsene Tier ist asymmetrisch. Die größten Exemplare erreichen eine Länge von 60 cm und ein Gewicht von 7 kg. Das langsame Schwimmen erfolgt in waagerechter Körperlage. Zum Abbläuen (Dezember bis Februar) sucht die Scholle tiefere, salzreichere und wärmere Wasserschichten auf. Die Nahrung besteht vor allem aus Muscheln.

Ordnung: Lungenfische (*Dipnoi*)

Die **Lungenfische** (Abb. 64) nehmen unter den Fischen eine Sonderstellung ein. Ihre *Schwimmbase* kann die *Funktion einer Lunge* übernehmen, daher können sie zeitweise ganz zur Luftatmung übergehen. So ist es ihnen möglich, Gewässer zu bewohnen, die zu gewissen Zeiten austrocknen. Die Wirbelsäule besteht aus einer gut entwickelten *Chorda*, der obere und untere Knochenbögen angelagert sind. In ihrer Haut befinden sich echte Fischschuppen. Ein einheitlicher *Flossensaum*

zieht über den Rücken und den ganzen Schwanz bis zum After.

Da die Schwimmbase zeitweise die Funktion einer Lunge übernimmt, besteht ein „Lungen“-kreislauf. Der Vorhof des Herzens ist durch eine Scheidewand in zwei Hälften geteilt. Hierin stimmen sie mit den Lurchen überein, mit denen sie auch die Verbindung der Nasengruben mit der Mundhöhle gemeinsam haben. Auch in Lebensweise und Gestalt gleichen sie den molchartigen Amphibien.

Trotzdem sind die heutigen Formen der Lungenfische nicht die direkten Vorfahren der Amphibien; sie lassen aber erkennen, über welche Zwischenformen sich die lungenatmenden Landtiere aus fischähnlichen Wassertieren entwickelt haben.

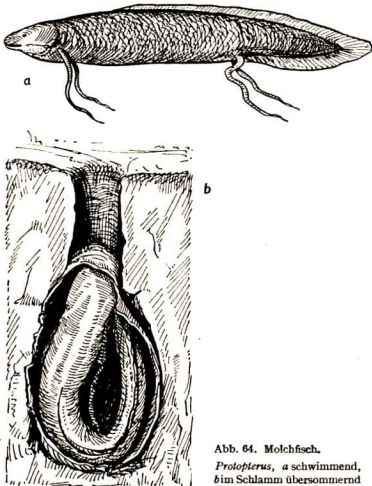


Abb. 64. Molchfisch.
Protopterus, a schwimmend,
b im Schlamm übersommernd

Alle Lungenfische sind Süßwasserbewohner. Der **Australische Lungenfisch** (*Ceratodus forsteri*) ist heute auf zwei kleine Flüsse Ostaustraliens beschränkt. Er ähnelt noch am meisten einem Fisch und erreicht eine Länge von 1 bis 1,5 m. Bei Trockenheit geht er zugrunde, denn er vermag sich nicht in den Schlamm einzugraben wie der **Afrikanische Molchfisch** (*Protopterus*, Abb. 64). Der Molchfisch baut sich in 0,5 m Tiefe eine Höhle, in der er sich zusammenrollt und etwa ein halbes Jahr lang nur durch Lungen atmet. Eine andere Art (*Lepidosiren*) lebt in Südamerika.

Übersicht (Fortsetzung v. S. 46):

X. Stamm **Chordatiere** (*Chordata*)

- | | |
|---|--|
| 1. Unterstamm Manteltiere
(<i>Tunicata</i>) | Seescheiden
Salpen |
| 2. Unterstamm Schädellose
(<i>Acrania</i>) | Lanzettfischchen |
| 3. Unterstamm Halbschädler
(<i>Hemicraniota</i>) | Neunauge, Inger |
| 4. Unterstamm Wirbeltiere
oder Schädeltiere (<i>Vertebrata</i> oder <i>Craniota</i>) | |
| 1. Klasse Fische (<i>Pisces</i>) | |
| Ordnung Quermäuler
(<i>Plagiostomi</i>) | Blau-, Riesen-, Katzen-, Hammer- und
Heringshai, Rochen, Zitterrochen |
| Ordnung Schmelzschupper
(<i>Ganoidei</i>) | Stör, Sterlet, Hausen |
| Ordnung Knochenfische
(<i>Teleostei</i>) | Familien: Heringe, Edelfische, Karpfen,
Welse, Aale, Zohnkarpfen, Stichlinge, Laby-
rinthfische, Schellfische, Barsche, Platt-
fische |
| Ordnung Lungenfische
(<i>Dipnoi</i>) | Ceratodus (Australien),
Protopterus (Afrika),
Lepidosiren (Südamerika) |

2. Klasse: **Lurche** (*Amphibia*)

Die Lurche wiederholen während ihrer Individualentwicklung alle Stadien des Übergangs vom Wasser- zum Landtier, die sich während der Stammesentwicklung bei der Entstehung der luftatmenden Wirbeltiere abgespielt haben. Während ihrer Jugendstadien leben sie im Wasser, in erwachsenem Zustand auf dem Lande. Die Larven atmen durch Kiemen, nach der *Metamorphose* meist durch Lungen. Das *Skelett* der Amphibien zeigt wesentliche Anpassungen an das

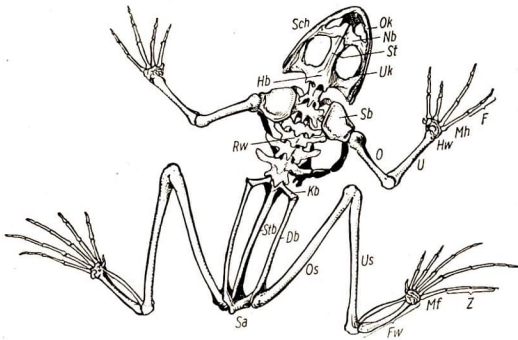


Abb. 65. Skelett des Frosches.

Db Darmbein, F Finger, Fw Fußwurzel, Hb Hinterhauptbein, Hw Handwurzel, Kb Kreuzbeinwirbel, Mf Mittelfuß, Mh Mittelhand, Nb Nasenbein, O Oberarm, Ok Oberkiefer, Os Oberschenkel, Rw Rumpfwirbelsäule (der 1. Wirbel ist der einzige Halswirbel), Sa Scham- und Sitzbein, Sb Schulterblatt, Sch Schädel, St Stirnscheitelbein, Stb Steißbein, U Unterarm (Elle-Speiche), Uk Unterkiefer, Us Unterschenkel, Z Zehen

Landleben. Der Beckengürtel ist mit der Wirbelsäule fest verbunden (Abb. 65). Das Gliedmaßenskelett ist in Oberschenkel-, Unterschenkel-, Fußwurzel- und Zehenknochen gegliedert. Vorder- und Hintergliedmaßen wirken beim Abheben des Körpers vom Boden und bei der Fortbewegung des Tieres wie Hebelwerkzeuge. Die Nase ist mit der Mundhöhle durch die *Choanen* verbunden. Es entwickelt sich ein Gehörgang, der dem Spritzloch der Haie entspricht. Er wird durch ein *Trommelfell* nach außen abgeschlossen. Die drüsenreiche Haut unterstützt die Atmung, welche bei Larven durch Kiemen, bei erwachsenen Tieren vorwiegend durch sackförmige Lungen erfolgt. Die Lurche sind wechselwarm und leben an feuchten Orten; sie entfernen sich nicht weit vom Wasser. Sobald sich die Lungen entwickelt haben, wird der *Blutkreislauf* komplizierter als bei den Fischen. Das Herz besteht aus zwei Vorkammern und einer Herzkammer. Nach der äußeren Form lassen sich die beiden wichtigsten Ordnungen von Amphibien leicht unterscheiden:

1. Die **Schwanzlurche** (*Urodela*) besitzen einen schlanken, geschwänzten Körper mit vier gleichartig ausgebildeten Beinen.
2. Die **Froschlurche** (*Anura*) sind schwanzlos, ihre Hinterbeine sind kräftiger und länger als die Vorderbeine.

Von der Steinkohlenzeit bis in die Trias lebten die teilweise recht großen **Panzerlurche** (*Stegocephalia*), schwanzlurchähnliche Tiere mit gepanzerter Schädeldecke und knöchernen Hautplatten.

Ordnung: Schwanzlurche (*Urodela*)

Unser größter einheimischer Molch ist der **Kammolch** (*Triturus cristatus*). Die Männchen unterscheiden sich im Frühjahr von den unscheinbaren Weibchen durch einen hohen, gezackten Kamm und eine prächtige Hochzeitsfärbung. Zur Fortpflanzungszeit balzen die Männchen vor den Weibchen. Das Weibchen klebt die befruchteten Eier einzeln an Wasserpflanzen. Nach mehreren Wochen schlüpfen die Larven aus, die sich von erwachsenen Molchen vor allem durch den Besitz äußerer Kiemenbüschel unterscheiden. Die *Metamorphose* besteht im wesentlichen im Schwinden dieser Kiemen und der Entwicklung der Lungen. Nach der Verwandlung verlassen die Jungen das Wasser. Etwa die Hälfte des Jahres verbringen die Molche auf dem Land, und zwar unter Steinen, im Moos und im Gras. Im Spätherbst verfallen sie dann in einen Winterschlaf. Im März kehren sie in das Wasser zurück. Mit dem Ruderschwanz vermögen sie sich schwimmend fortzubewegen, dabei werden die Beine dem Körper angelegt. Am Boden der Gewässer kriechen sie auf den vier kurzen Beinen. Sie ernähren sich von Wasserinsekten, Würmern und Schnecken.

Der **Feuersalamander** (*Salamáandra maculosa*, Abb. 66) ist ein Landmolch. Er unterscheidet sich von den Wassermolchen durch seine plumpere Gestalt und seinen drehrunden Schwanz. Die tiefschwarze, glänzende Oberseite wird durch zwei Längsreihen goldgelber Flecken unterbrochen. Durch kleine *Giftdrüsen* ist der Salamander weitgehend geschützt. Die Ringelnatter jedoch frißt ihn bei großem Hunger. Da er sich langsam fortbewegt, kommen für den Salamander nur langsame Beutetiere in Betracht (Regenwürmer, Schnecken). Nur bei Regenwetter und während feuchter Nächte geht er auf Nahrungssuche aus. Das Wasser sucht der Salamander lediglich im Frühling auf, wenn er seine 30 bis 40 Jungen absetzt. Sie verlassen bei der Geburt die Eihülle und besitzen bereits große Kiemenbüschel. Bald beginnen die gelben Flecken hervorzutreten.

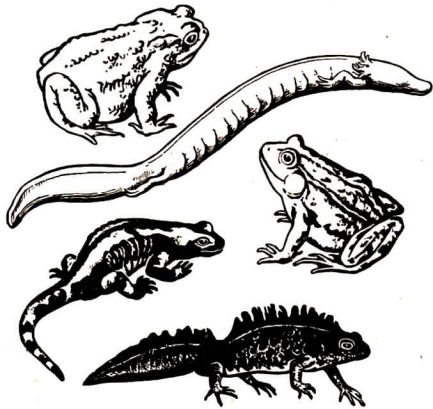


Abb. 66. Formen der Lurche: Kröte, Olm, Feuersalamander, Frosch, Molch

ten, der zunächst breite Ruderschwanz nimmt drehrunde Gestalt an, die Kiemen bilden sich zurück, und der Salamander verläßt, wenn er eine Länge von etwa 4 cm erreicht hat, das Wasser.

Der **Olm** (*Proteus anguineus*) ist ein Bewohner der Höhlen des Karsts (Grotte von Postojna). Er lebt in völliger Dunkelheit. Seine Augen sind rückgebildet. Sie zeigen bei frisch aus den Eiern geschlüpfen Jungen noch eine verhältnismäßig hohe Entwicklungsstufe und können durch abwechselnde Einwirkung von Tageslicht und rotem Licht zu guter Ausbildung gebracht werden. Mit der Lebensweise in

völliger Dunkelheit hängt auch die *Farblosigkeit* des Körpers zusammen. Nur bei längerer Lichteinwirkung bilden sich dunkelbraune Flecken. Im Gegensatz zu den Molchen macht der Olm keine Metamorphose durch. Als *Fischmolch* behält er vielmehr zeitlebens baumförmig verästelte, durch das Blut leuchtend rot gefärbte *Kiemenbüschel*.

Der **Axolotl** (*Amblystoma mexicana*, Abb. 67) ist ein auch in Deutschland häufig gehaltener Schwanzlurch. In seiner mexikanischen Heimat lebt der Axolotl im Wasser. Er atmet durch Kiemen und pflanzt sich auch im Wasser fort. Bei Versuchen, die im Jahre 1885 im Freiburger Zoologischen Institut mit Axolotln gemacht wurden, stellte sich jedoch heraus, daß man sie an das Landleben gewöhnen kann. Dabei vollzieht sich eine tiefgreifende Umwandlung in ihrem Körperbau. Bei allmählicher Wasserentziehung paßt sich der Axolotl an die neuen Lebensbedingungen an. Er verliert die Kiemen und wandelt sich in eine salamanderähnliche, durch Lungen atmende *Landform* um. Die Tiere vermögen sich auch in diesem Zustand fortzupflanzen. Dieses Beispiel zeigt, in wie starkem Maße die Entwicklung und damit der Bau der Tiere durch die Einwirkung verschiedenartiger Umweltbedingungen abgeändert wird. In neuerer Zeit gelang es sogar, die Metamorphose in die Landform experimentell durch Verfütterung von Schilddrüsensubstanz zu erzwingen. Diese Tatsachen lassen nur die Deutung zu, daß es sich bei der Wasserform des Axolotls um eine geschlechtsreif werdende Larve handelt, die sich unter geeigneten Umweltbedingungen zu einem Landmolch weiterentwickeln kann. Beim Olm gelingt eine solche Umwandlung nicht. Daraus folgt, daß er keine geschlechtsreif werdende Larve, sondern ein echter Fischmolch ist.



Abb. 67. Axolotl

Ordnung: *Froschlurche (Anura)*

Der **Wasserfrosch** (*Rana esculenta*) ist ein häufiger Bewohner stehender, mit Pflanzen bewachsener Gewässer. In seiner Färbung ist er dieser Umwelt angepaßt. Der dreieckig zugespitzte Kopf geht ohne scharfe Grenze in den gedungenen Rumpf über. Die Hinterbeine sind viel länger als die Vorderbeine, sie dienen zum Springen und Schwimmen. Zwischen den Zehen befinden sich Schwimmhäute. Dicht hinter den großen, vorstehenden Augen erkennt man beiderseits ein großes Trommelfell. Die Nasenlöcher können unter Wasser verschlossen werden. Der Wasserfrosch bemerkt seine Beute (Insekten, Würmer, Fischbrut, Molche und junge Frösche) nur, wenn sie sich bewegt. Zum Fang fliegender Insekten befähigen ihn ein guter Gesichtssinn, die langen, muskulösen Sprungbeine und eine lange, klebrige Zunge, die vorn angewachsen ist und nach Art einer Fliegenklappe herausgeklappt werden kann.

Der Frosch atmet durch Lungen. Eine Erweiterung der Bruthöhle ist infolge des Fehlens von Rippen nicht möglich. Die Luft wird verschluckt und in die Lunge gepreßt. Die Schallblasen des Männchens sind Aussackungen der Mundhöhle. Sie dienen der Schallverstärkung.

Den Winter verbringt der Frosch schlafend im Bodenschlamm der Gewässer. Ende Mai legt das Weibchen einige tausend Eier ab, die außerhalb des Körpers vom Männchen besamt werden. Die Frösche durchlaufen ein *fischähnliches Larvenstadium* (*Kaulquappen*). Paarige Gliedmaßen fehlen zunächst. Durch Saugnäpfe können sich die Kaulquappen an Wasserpflanzen festsaugen. Die Atmung erfolgt anfänglich durch *äußere Kiemen*, die bald durch *innere Kiemen* ersetzt werden. Diese werden durch die Körperwand überdeckt. Nur auf der linken Seite bleibt eine Öffnung, durch die das Atemwasser abfließen kann. Als Nahrung werden vor allem pflanzliche Stoffe aufgenommen, die durch Hornkieferschnecken von Pflanzen und Steinen abgeschabt und in einem langen Darm verdaut werden. Später bilden sich die Saugnäpfe zurück, die Hinterbeine werden sichtbar, die Vorderbeine bleiben zunächst unter den Kiemendeckeln verborgen. Die Kaulquappen werden immer froschähnlicher, bis schließlich an die Stelle der Kiemenatmung die Lungenatmung tritt. Der Schwanz schrumpft immer mehr, seine Substanz wird zum Aufbau des übrigen Körpers verwendet (*Resorption*). Die Umwandlung zum Landtier ist damit beendet.

Die **Erdkröte** (*Bufo vulgaris*) ist im Gegensatz zum Wasserfrosch vom Wasser weitgehend unabhängig. Nur ihren Laich, der aus mehreren meterlangen Schnüren besteht, legt sie in Tümpeln oder Teichen ab. Sie verläßt nachts und bei Regenwetter ihre feuchten Verstecke. Ihre Haut ist dunkel. Eine lebhaftere Farbe zeigen nur die Augen mit ihrer tief orangeroten Regenbogenhaut. Da die Hinterbeine verhältnismäßig kurz sind, ist die Kröte ein schlechter Springer, dagegen vermag sie sich auf allen vieren recht schnell fortzubewegen und dabei allerlei Getier zu erbeuten. Durch die Vernichtung von Nacktschnecken ist die Kröte eines der für den Menschen nützlichsten Tiere in Garten und Feld. Da ihre Haut giftige Sekrete ausscheidet, wird die Kröte nur selten von anderen Tieren gefressen.

Der **Laubfrosch** (*Hyla arborea*) hält sich ebenfalls nur zur Fortpflanzungszeit im Wasser auf. Wegen seiner Färbung ist er in seiner natürlichen Umwelt schwer zu erkennen. Je nach Gesundheitszustand, Umgebung oder Beleuchtung kann die Farbe von Schwarzviolettl über Grasgrün bis Hellgelb, ja sogar bis Weiß wechseln. Mit den Haftballen an seinen Zehen vermag er sich an den Blättern, in der Gefangenschaft an der Glaswand seines Behältnisses festzuhalten.

3. Klasse: **Kriechtiere** (*Reptilia*)

Die Kriechtiere machen ihre gesamte Individualentwicklung auf dem Lande durch. Am Skelett treten echte Rippen auf. Gliedmaßen können fehlen (Blindschleiche, Schlangen). Die drüsenarme Haut ist mit starken **Hornscluppen** bedeckt. Dadurch sind die Kriechtiere im Gegensatz zu den Amphibien vor Austrocknung weitgehend geschützt. Sie atmen ausschließlich durch Lungen, die im Vergleich zu denen der Lurche eine größere innere Oberfläche haben. Es sind wechselwarme Tiere mit trägem Blutumlauf. Das Herz besteht aus zwei Vorkammern und einer unvollständig getrennten Herzkammer. Der Embryo entwickelt sich in einer **Keimhülle** (*Amnion*). Zu den Kriechtieren gehören **Eidechsen**, **Schlangen**, **Krokodile** und **Schildkröten**.

Die ältesten Reptilien der Erdgeschichte (*Cotylosauria*) stehen den damaligen Amphibien (*Stegocephalia*) so nahe, daß keine scharfe Grenze zu ziehen ist. Der Höhepunkt der Entwicklung der Kriechtiere lag im Mittelalter der Erdgeschichte (*Mesozoikum*). Sie bevölkerten damals auch die Meere, z. B. der delphinähnliche Fischeosaurier (*Ichthyosaurus*, Abb. 68). Auf dem Festland erreichten die pflanzenfressenden Schreckenssaurier gigantische Körpergrößen.

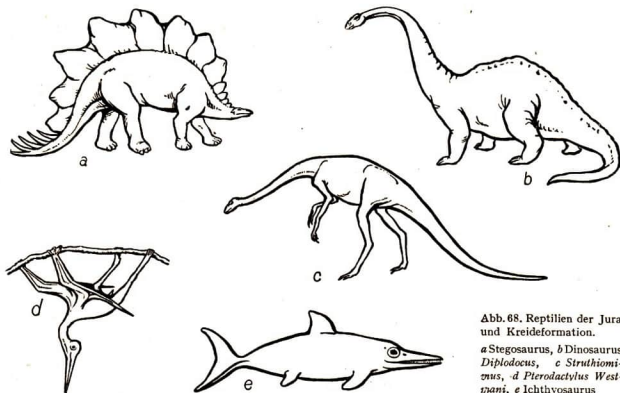


Abb. 68. Reptilien der Jura- und Kreideformation.

a Stegosaurus, b Dinosaur, c Struthiomimus, d Pterodactylus Westmani, e Ichthyosaurus

So wurden die *Dinosaurier* zum Teil über 25 m lang. Es entwickelten sich auch Flugechsen (*Pterodactylus*), die sich wie Fledermäuse flatternd durch die Luft bewegten.

Unsere heutigen Reptilien dagegen heißen mit Recht *Kriechtiere*: bei vielen Arten streift der Körper bei der Fortbewegung den Boden. Meist wird die Schlängelbewegung des Körpers durch die vier Beine unterstützt.

Die *Zauneidechse* (*Lacerta agilis*) findet man vorwiegend an sonnigen Hängen, in Heiden und an Waldrändern. Da sie eine ausgesprochene Schutzfarbe besitzt, entzieht sie sich leicht den Nachstellungen zahlreicher Feinde (Krähen, Würger, Schlangen, Wiesel). Außerdem vermag sie sich durch ihre Schnelligkeit zu retten.

Wird sie am Schwanz ergriffen, so bricht dieser an einer bestimmten Stelle ab, und das Tier entkommt. Allerdings vermag sich die Eidechse ohne Schwanz nicht mehr so rasch und sicher fortzubewegen, denn der Schwanz ist ein wichtiges Fortbewegungs- und Balancierorgan. Nach einiger Zeit bildet sich ein kürzerer, neuer Schwanz, der aber nur einen ungegliederten Knorpelstrang an Stelle der Wirbelsäule enthält.

Wie der Frosch macht die Eidechse nur auf sich bewegende Tiere Jagd. Die Wahrnehmung erfolgt also in erster Linie durch die Augen. Die vorn gespaltene, schnell vorstreckbare Zunge dient als Tastorgan. Mit ihr nimmt sie auch Regen- und Tautropfen auf.

Im Mai legt das Weibchen vier bis vierzehn Eier mit pergamentartiger Hülle. Das Ausbrüten besorgt die Wärme des Bodens. Im Juli oder August durchbohren die

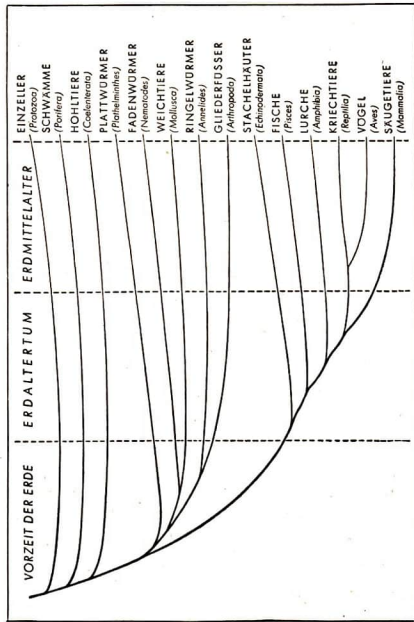


Abb. 69. Wahrscheinlicher Stammbaum der Tiere (schematisch)

Jungen mit Hilfe eines Eizahnes die Eischale. Sie gleichen bereits den erwachsenen Eidechsen.

Die **Blindschleiche** (*Anguis fragilis*) ist mit der Eidechse verwandt. Sie ist trotz ihrer Schlangenähnlichkeit eine *Echse*, deren Beine völlig rückgebildet sind.

Der Schwanz bildet etwas mehr als die Hälfte der Gesamtlänge, die 45 cm betragen kann. Die Blindschleiche bewegt sich wie eine Schlange fort, ist aber viel langsamer und unbeholfener. Die schlangenartige Gestalt hat eine starke Streckung von Lunge und Leber zur Folge, dabei entwickelt sich die rechte Lunge stärker als die linke. Die Augen sind verhältnismäßig klein und im Gegensatz zu denen der Schlangen durch zwei Augenlider verschließbar. Ein drittes Augenlid, die *Nickhaut*, die vom inneren Augenwinkel her über das Auge gezogen wird, erfüllt die gleiche Funktion.

Im Hochsommer bringt die Blindschleiche zehn bis zwanzig Junge zur Welt. Sie sind strohfarbig mit dunkler Rückenlinie und schwarzer Bauchseite. Mit zunehmendem Alter werden die Tiere rotbraun. Mitte Oktober beziehen die Blindschleichen ein gemeinsames Winterlager, das von innen her sorgsam mit Erde und Moos verstopft wird und bis zu zwanzig Tiere beherbergt.

Das **Chamäleon** (*Chamaeleo vulgaris*, Abb. 70) ist in Südspanien und Nordafrika beheimatet. Es ist ein Bauntier, das sich mit Greifschwanz und Klammerfüßen an Zweigen festhält. Dabei werden drei Zehen den zwei übrigen gegenübergestellt. Die grüne oder braune Färbung, der blattförmige Körper, die meist unbewegliche Haltung schützen das Tier weitgehend gegen Sicht. Bei wechselnder

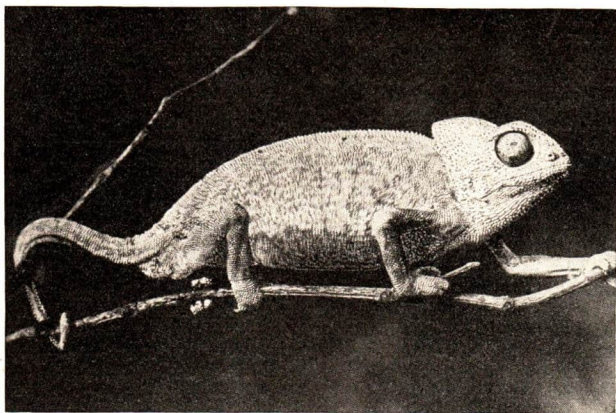


Abb. 70. Chamäleon

Beleuchtung, Hunger, Durst oder Erregung wechselt die Färbung oft schnell in Blau, Schwarz, Braun, Grau, ja sogar in Weiß. Das Chamäleon kann seine Augen unabhängig voneinander bewegen. Sie spähen dauernd nach Beuteinsekten. Kommt ein Insekt in die Nähe, so wird die Zunge blitzschnell bis zu halber Körperlänge herausgeschleudert. An dem keulenförmigen, klebrigen Zungenende haftet das Insekt und wird ins Maul befördert.

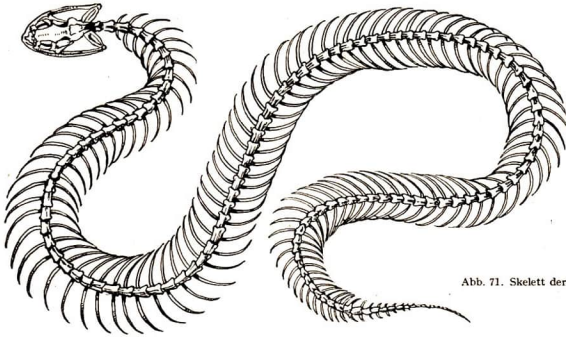


Abb. 71. Skelett der Schlange

Die **Ringelnatter** (*Tropidonotus natrix*) hat weder Schulter- noch Beckengürtel (Abb. 71), die bei der Blindschleiche noch vorhanden sind. Ein Hauptmerkmal der Schlange ist die außerordentliche *Beweglichkeit des Kieferskeletts*. Die beiden Hälften des Oberkiefers sind nur durch elastische Bänder verbunden. Gleiche Bänder verbinden den Kieferapparat mit dem Schädel. Die Unterkieferäste bestehen aus lose verbundenen Stücken. Außerdem können Ober- und Unterkiefer stark gegeneinander verschoben werden. So können die Schlangen recht große Beutetiere verschlingen. Dabei schiebt sich das weit aufgesperrte Maul bald rechts, bald links über die Beute hinweg. Jedesmal bohren sich die nach rückwärts gestellten Zähne in sie ein, so daß sie nicht entweichen kann. Gleichzeitig bildet sich viel Speichel, der die Beute schlüpfrig macht. Der Schlund ist sehr erweiterungsfähig; da kein Brustbein vorhanden ist, rutscht die Beute ungehindert hinab. Durch scharfe Magensäfte wird das aufgenommene Tier allmählich aufgelöst. Die Atmung setzt während des Schlingens nicht aus, denn die Luftröhre reicht fast bis zum Kinn. Wenn beim weiteren Hinuntergleiten die Nahrungsbrocken gegen die Luftröhre drücken und später den vorderen Lungenteil am Aufnehmen der Luft von außen verhindern, so liefert der sehr lang ausgezogene hintere, blasige Behälter der Lunge die nötige Luftreserve. Die Fortbewegung der Schlangen erfolgt stets durch seitliche, s-förmige Krümmung der Wirbelsäule. Durch halbkugelige Gelenkköpfe sind die einzelnen Wirbel beweglich miteinander

verbunden. Auf den zahlreichen Rippen bewegt sich die Schlange fort (Abb. 72); die Schuppen der Bauchhaut greifen in die Unebenheiten des Erdbodens ein und unterstützen die Bewegung. Die Augenlider der Ringelnatter sind im Gegensatz zu denen der fußlosen Echsen zu einer durchsichtigen „Brille“ verwachsen. Durch sie erhält das Schlängenauge jenen starren Blick, der die Schlangen vielen Menschen unheimlich erscheinen läßt.

Die Ringelnatter hält sich meist in der Nähe von Gewässern auf. Frösche und Fische bilden die Hauptnahrung. Obwohl die Färbung recht verschiedenartig sein kann, ist die Ringelnatter an den gelben (Männchen) oder weißlichen (Weibchen) halbmondförmigen Flecken am Hinterkopf leicht zu erkennen. Ihre Länge beträgt bis 1,20 m.

Die verhornten Schichten der Haut werden jährlich mehrmals abgestoßen (Natternhemd). Mitte Juli legt das Weibchen zwanzig bis vierzig Eier in Komposthaufen oder sonstige Anhäufungen faulender und dadurch wärmeentwickelnder Pflanzenstoffe ab. Nach fünf bis acht Wochen schlüpfen die etwa 15 cm langen Jungen aus.

Die **Kreuzotter** (*Vipera berus*) gehört zu den Vipern. Diese unterscheiden sich von den Nattern durch einen verhältnismäßig kurzen, dicken Körper (80 cm lang), ferner durch die senkrechte, schlitzförmige Pupille des Auges, vor allem aber durch den Besitz großer durchbohrter *Giftzähne*, durch welche beim Biß das Gift der Giftdrüsen austritt. Beim Menschen kann es ohne ärztliche Hilfe heftige Krankheit, langes Siechtum und sogar den Tod herbeiführen. Im allgemeinen aber greift die Kreuzotter den Menschen nicht an. In den meisten Fällen dienen ihr die Giftzähne zum Töten ihrer Beutetiere. Durch die Vertilgung zahlreicher Mäuse ist sie ein nützliches Tier. Man erkennt sie an einem schwarzen Zickzackband auf dem Rücken. Nur in Moorgegenden ist sie manchmal völlig schwarz. Im August legt das Weibchen fünf bis fünfzehn dünnhäutige Eier, aus denen sofort die Jungen auskriechen.

Das **Nilkrokodil** (*Crocodilus niloticus*) gleicht in seiner Gestalt einer riesigen Eidechse, die weitgehend an das Wasserleben angepaßt ist. Das Tier, das bis zu 8 m lang wird, vermag mit seinem *Ruderschwanz* und den zwischen den drei Innenzehen ausgespannten *Schwimmhäuten* gewandt zu schwimmen. Die weit vorn liegenden Nasenlöcher ermöglichen ein Atmen in halb untergetauchtem Zustand. Beim Tauchen werden Nasenlöcher und Ohröffnungen durch Hautfalten verschlossen. Die *Haut* bildet dicke Horn- und darunterliegende Knochenplatten. Das Gebiß besteht aus zahlreichen kegelförmigen Zähnen. Das Weibchen legt jährlich etwa 200 gänseeigroße Eier ab, die es in

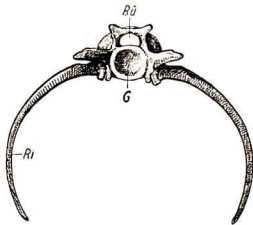


Abb. 72. Wirbel und Rippen der Schlange.
G Gelenkpfanne, Ri Rippen, Rü Rückenmarkskanal

den Sand des Flußufers einscharrt. Sie werden durch die Sonnenwärme ausgebrütet.

Die **Schildkröten** (*Chelonia*) haben im Gegensatz zu den Echsen und schlangenartigen Reptilien einen plumpen Körper. Der Rumpf wird durch einen knöchernen Panzer geschützt, der von Hornplatten überdeckt ist. In diesen Panzer können Kopf und Gliedmaßen eingezogen werden. Die Hornplatten wachsen mit konzentrischen Zuwachsstreifen, eine Häutung erfolgt nicht. Die Schildkröten bewegen sich ausschließlich mittels ihrer Beine fort. Die Zehen sind mit kräftigen Krallen versehen. Die Kiefferränder tragen einen scharfrandigen Hornüberzug, mit dem die Nahrung erfaßt und zerkleinert wird. Das Weibchen der Griechischen Landschildkröte (*Testudo graeca*) legt hartschalige Eier, die es mit den Hinterbeinen in den Sand einscharrt.

Übersicht (Fortsetzung v. S. 59):

X. Stamm **Chordatiere** (*Chordata*)

2. Klasse **Lurche** (*Amphibia*)

Ordnung Schwanzlurche
(*Urodela*)

Familien: Molche, Olm, Salamander

Ordnung Froschlurche
(*Anura*)

Familien: Wabenkröten, Unken, Kröten, Frösche, Laubfrösche

3. Klasse **Kriechtiere** (*Reptilia*)

Ordnung Echsen (*Sauria*)

Familien: Eidechsen, Schleichen, Leguane, Chamäleon

Ordnung Schlangen (*Ophidia*)

Riesenschlangen, Nattern, Brillenschlangen, Vipern oder Ottern

Ordnung Krokodile (*Crocodylia*)

Nilkrokodil, Gavial, Alligator, Kaiman

Ordnung Schildkröten
(*Chelonia*)

Sumpf-, Land-, Riesen-, Karettschildkröte

4. Klasse: **Vögel** (*Aves*)

Das **Flugvermögen** der Vögel gibt ihrem Körper das Gepräge. Die Anpassung an das Fliegen hat eine starke **Umgestaltung** des gesamten Körpers zur Folge. Die **Vordergliedmaßen** sind zu **Flugorganen** geworden. Die Bewegung der Flügel erfolgt durch eine stark entwickelte Muskulatur. Für diese bildet das **Brustbein** mit seinem hohen **Knochenkamm** große Ansatzflächen. Die Stabilität des Brustkorbs wird durch Hakenfortsätze der Rippen erhöht. Ein sehr kräftiger Schultergürtel (Rabenschnabelbein, Schlüsselbein, Schulterblatt) bildet die Voraussetzung für eine leichte und freie Bewegung der Flügel.

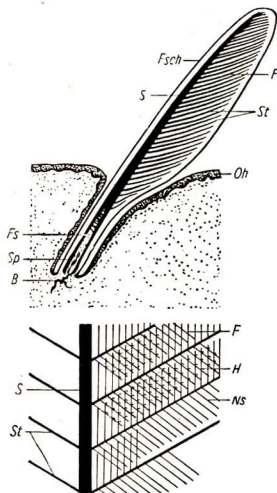


Abb. 73. Schema einer Feder.

B Blutgefäß, F Fahne, Fs Federseele, Fsch Federseele, H Häkchen, Ns Nebenstrahlen, Oh Oberhaut, S Schaft, St Strahlen, Sp Spule

Durch die Ausbildung von Gelenken mit sattelförmig gekrümmten Flächen wird die Halswirbelsäule außerordentlich beweglich. Die meisten Vogelknochen sind sehr fest, aber doch leicht gebaut. Einige enthalten kein Mark, sondern Ausläufer der Luftsäcke (s. unten). Da die Vordergliedmaßen Flugorgane (Abb. 74) geworden sind, erfolgt die Fortbewegung auf dem Boden ausschließlich durch die Hinterbeine. Die Funktionen, die bei Vierfüßern die Vordergliedmaßen erfüllen, werden bei den Vögeln weitgehend durch den Schnabel ausgeführt. Dieser ist geradezu ein Universalorgan geworden (Ergreifen der Beute, Nestbau, Reinigung und Einfetten des Gefieders, Verteidigung).

Die Vögel unterscheiden sich von allen anderen Tieren auch durch ihr Gefieder. Dieses besteht bei frisch geschlüpften Jungen aus Daunen (Flaumfedern). Die erwachsenen Vögel haben im Untergefieder Daunen, über denen Kontur- oder Deckfedern (Abb. 73) liegen. Zu den Deckfedern zählen auch die Schwungfedern der Flügel sowie die Schwanzfedern. An jeder Feder

kann man Kiel und Fahne unterscheiden. Am Schwanz der Vögel befindet sich die einzige Hautdrüse, die Bürzeldrüse, die zum Einfetten des Gefieders dient.

Die inneren Organe liegen in der verhältnismäßig kleinen Leibeshöhle sehr eng zusammen. Die Lungen sind klein, aber außerordentlich leistungsfähig. Mit ihnen stehen umfangreiche Luftsäcke in Verbindung, deren Ausläufer bis in das Brustbein und die großen Knochen der Gliedmaßen hineinreichen. Atmet ein ruhender Vogel, so erweitert und verengt sich die Brusthöhle (Heben und Senken des Brustbeins). Während des Fluges wird die Luft von außen infolge des erhöhten Luftdrucks durch die Lungen in die Luftsäcke gepreßt. Das Schlagen der Flügel verstärkt die Luftbewegung, so daß der Vogel nie außer Atem gerät und sich auch in großer Höhe ohne Atemnot bewegen kann. Die Vögel sind Warmblüter. Das kräftige Herz ist vierteilig.

Mit Hilfe des Schnabels kann der Vogel die Nahrung lediglich zerreißen. Die meisten Vögel würgen große Bissen hinunter. Körnernahrung wird im Kropf aufgeweicht. Die weitere Zerkleinerung übernimmt der Muskelmagen, nachdem die Nahrung zuvor durch Verdauungssäfte des Drüsenmagens vorverdaut wurde (Abb. 75).

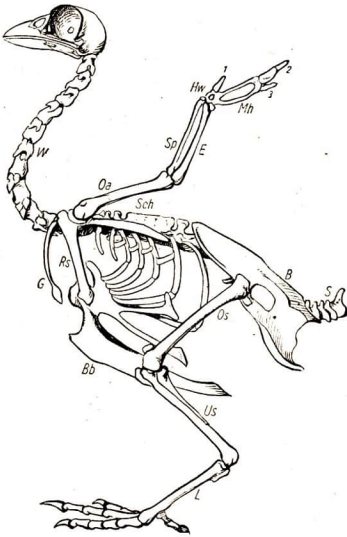


Abb. 74. Skelett des Vogels.

B Beckenknochen, Bb Brustbein, E Elle, G Gabelbein, Hw Handwurzelknochen, L Lauf, Mh Mittelhandknochen, 1, 2, 3 Fingerknochen, Oa Oberarmknochen, Os Oberschenkelknochen, Rs Rabenschuabelbein, S Schwanzwirbelknochen, Sch Schulterblatt, Sp Speiche, Us Unterschenkel, W Wirbelsäule

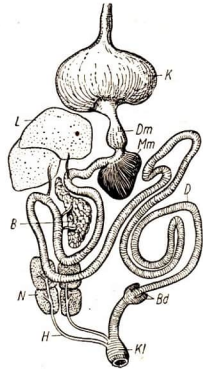


Abb. 75. Verdauungsorgane der Taube.

K Kropf, Dm Drüsenmagen, Mm Muskelmagen, L Leber, B Bauchspeicheldrüse, D Darm, Cd Blinddarm, N Niere, H Harnleiter, Kl Kloake

Von den *Sinnesorganen* ist das Auge am besten entwickelt. Auf $0,01 \text{ mm}^2$ der Netzhaut entfallen beim Bussard etwa 100, beim Menschen nur 16 bis 20 Sehzellen. Da die Sehschärfe annähernd der Zahl der Lichtsinneszellen je Flächeneinheit parallel geht, ist die Sehschärfe des Bussards etwa fünfmal größer als die des Menschen. Eine Nickhaut und ein von unten nach oben schließbares Augenlid schützen das Auge. Die Pupillenweite kann außerordentlich rasch verändert werden. *Geruchs-* und *Geschmackssinn* spielen im Leben der Vögel keine große Rolle, dagegen ist das *Gehör* gut entwickelt. Die Laute der Vögel werden nicht mit dem auch bei ihnen vorhandenen oberen, sondern mit einem an der Gabelung der Luftröhre gelegenen unteren Kehlkopf hervorgebracht. Die Vögel legen mit einer Kalkschale umgebene Eier ab; der Keimling entwickelt sich außerhalb des Muttertieres (Abb. 120, S. 124) im Schutze des Amnions (s. S. 125).

Ausgestorbene Vögel. Der Urvogel

(*Archaeopteryx lithographica*). Im oberen Jura Bayerns (Solnhofener Schiefer) wurden in den Jahren 1861 und 1877 zwei Versteinerungen des Urvogels gefunden, die beweisen, daß die Vögel von Reptilien abstammen (Abb. 76). Der Urvogel hatte die Größe einer Taube und war bereits ein Vogel, denn er besaß Federn, daneben aber zeigte er noch eine ganze Reihe von Reptilienmerkmalen. Im Ober- und Unterkiefer traten echte Zähne auf. Im Gegensatz zu den heutigen Vögeln besaß der Urvogel eine sehr lange Schwanzwirbelsäule. An jedem der 22 Schwanzwirbel befand sich ein Federnpaar. Aus den Flügeln ragte eine Eidechsenhand mit drei bekrallten Fingern heraus, so daß der Urvogel „mit allen vieren“ in den

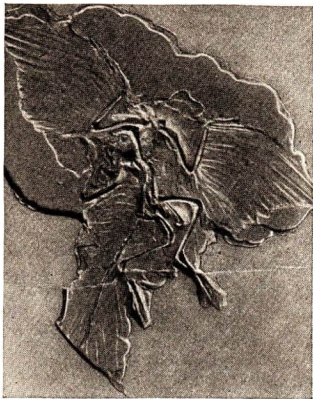


Abb. 76. Urvogel

Baumkronen klettern konnte. Dagegen war er, nach seinem Körperbau zu urteilen, ein schlechter Flieger. Er konnte nur Gleitflüge ausführen und mußte nach jeder Landung wieder auf die Bäume klettern. Seine Nahrung bestand wahrscheinlich aus Früchten und Insekten. Aufschlußreich sind weiterhin Vogelversteinerungen aus der Kreide von Nordamerika: der dem Eistaucher ähnliche *Ichthyórnis* und der flügellose *Hesperórnis*. Beide hatten im Gegensatz zu den heutigen Vögeln Zähne.

Das Hausgeflügel und seine Stammformen. Zahlreiche Vögel lassen sich leicht zähmen. So ist es verständlich, daß der Mensch bereits in der Vorzeit viele Arten zu Haustieren gezähmt hat.

Das **Haushuhn** (*Gallus domésticus*) ist in Europa ein verhältnismäßig junges Haustier. Es wurde in der Mitte des ersten Jahrtausends vor der Zeitrechnung nach Europa eingeführt. In den indischen Veden (1500 v. d. Z.) finden wir die ersten deutlichen Hinweise auf das Haushuhn. Seine Stammform ist das von Indien bis Java verbreitete **Bankivahuhn** (*Gallus ferrugineus*), das auch heute noch im indomalaiischen Gebiete in mehreren Spielarten auftritt und sich mit dem Haushuhn kreuzen läßt. Auch heute noch stimmen unsere Hühnerrassen in vielen Merkmalen mit diesem Waldhuhn überein, dessen Hennen jährlich sechs bis zehn Eier legen. Als Ergebnis der Züchtung durch den Menschen liegt jedoch die Legeleistung unserer Haushühner bedeutend über der des

Bankivahuhns. Einige Haushuhnrasen legen bis zu 250 Eier im Jahr. Andere wurden insbesondere auf hohe Mastfähigkeit gezüchtet. Bei den Eigenschaften des Huhnes, die für die menschliche Wirtschaft von Bedeutung sind, wurden also durch die Züchtung sehr große Fortschritte erzielt. Die verbreitetsten Lege-rassen sind Leghorn, Italiener, Minorcas, Brakel, Möwen und Ramelsloher; die wichtigsten Fleischhühner sind Sussex, Orpingtons, Sundheimer und Steirer. Die Eigenschaften beider vereinigen sich in den Wyandotten, den Plymouths und den Rhodeländern. Groß ist die Zahl der Zwerghühner, die als Liebhaberrassen gezüchtet werden.

Die **Haus-Taube** (*Columba domestica*) stammt von der **Felsentaube** (*Columba livia*) ab, die in den Ländern des Mittelmeergebietes auf Felsen und Klippen brütet. Alle Tauben sind gute Flieger, dagegen schlechte Läufer. An den schwach entwickelten Füßen entspringen die vier Zehen in gleicher Höhe, eine davon steht nach hinten. Die Körnernaehrung wird in dem großen Kropf aufgeweicht und im Kaumagen zerkleinert. Das Weibchen legt zwei Eier in ein kunstloses Nest; die Jungen sind Nesthocker, d. h. die hilflosen Jungen bedürfen noch der elterlichen Pflege, da sie blind und nackt dem Ei entschlüpfen. Eine mehrtausendjährige Züchtung führte zur Entstehung von über 500 Rassen. Man teilt die Rassen in folgende große Gruppen ein: Feld- und Farbentauben, Formtauben (Kröpfer, Riesentauben, Warzentauben, Möwchen, Flugtauben, Tümmeler), Trommeltauben und Brieftauben. Bei einer Flughöhe von meist über 200 m und einer Geschwindigkeit bis zu 300 km/h finden gute Brieftauben noch zu ihrem 1500 km entfernten Schlag zurück. Der Ortssinn der Brieftauben ist wahrscheinlich an einen (anatomisch noch nicht nachgewiesenen) Sinn gebunden, der die Größe der Zentrifugalkraft der Erdumdrehung (geographische Breite) und den Erdmagnetismus (geographische Länge) wahrzunehmen imstande ist.

Die **Hausente** (*Anas domestica*). Unsere verbreitetste europäische Wildente ist die **Stockente** (*Anas boschas*), die auch in Asien, Nordamerika und Nordafrika vorkommt. Die hauptsächlichsten Merkmale dieser Wasservögel sind kurzer Leib, dicker Kopf, breiter Schnabel mit randständigen Hornzähnen, kurzer Schwanz, weit nach hinten gestellte Beine, Füße mit Schwimmhäuten und Krallen. Die Erpel tragen im Frühling ein metallisch glänzendes Gefieder. Ihre Nahrung holen die Enten „gründelnd“ aus dem Wasser. Der Schnabel dient dabei als Tastorgan und Seihwerkzeug. Vor über 2000 Jahren begann die **Zucht der Hausenten**, die von den Stockenten abstammen. Im Gegensatz zum Huhn hat die Ente für den Menschen vor allem als Schlachtvieh Bedeutung. Das Ziel der Züchtung war deshalb meist die Erreichung eines hohen Gewichtes. Einzelne Schläge der Hausente werden heute bis zu 6 kg schwer; in den wirtschaftlich weniger bedeutenden Eigenschaften, wie z. B. in der Farbe und in ihrer Gestalt, unterscheiden sie sich dagegen nur wenig von ihrer Stammform. Am häufigsten ist unsere gewöhnliche Hausente, doch sieht man auch oft die schweren Schläge der wildfarbenen Rouenente und der weißen, hochgereckten Pekingente. Die weißen oder gescheckten indischen Laufenten, die besonders auf hohe Legefähigkeit gezüchtet werden, legen jährlich

bis zu 200 Eier. Alle Hausenten gedeihen am besten, wenn ihnen eine Wasserstelle zur Verfügung steht.

Die **Hausgans** (*Anser domesticus*) weicht in ihrer Zuchtform noch weniger von der Stammform, der **Graugans** (*A. anser*), ab als die Hausenten von der Stockente, obwohl auch sie schon seit dem Altertum in der Pflege des Menschen steht. Wie die Ente liefert sie Fleisch, Federn und Eier. Eine bekannte, auf größeres Gewicht gezüchtete Hausrasse ist die in ausgewachsenem Zustande reinweiße Emdener Gans, die wie die anderen Hausrassen ein echter Wasservogel geblieben ist und daher am besten in Wassernähe gezogen wird. Die schweren Tiere haben das gute Flugvermögen der Wildform eingebüßt, können aber noch besser fliegen als Haushühner und Hausenten.

Singvögel. Die Singvögel bilden eine artenreiche Gruppe, bei der ein zu hohen Leistungen fähiger Stimmapparat mit fünf bis sieben Stimmuskeln ausgebildet ist. Ihre Nester sind meist kunstvoll, die Instinkte für die Pflege der Jungen stark entwickelt. Als gemeinsames Merkmal besitzen sie Füße mit vier Zehen, von denen drei nach vorn gerichtet sind und eine nach hinten. Auch die Zahl der am Handskelett ansitzenden Schwungfedern (Handschwingen) ist mit neun oder zehn immer konstant. Zu den Singvögeln gehören: **Finken, Meisen, Drosseln, Lerchen, Sänger und Bachstelzen.** Auch die **Schwalben** sind Singvögel, ebenfalls die **Würger, Stare** und **Rabenvögel**. Die bekanntesten ausländischen Singvögel sind die in den Tropen lebenden **Paradiesvögel**, deren Männchen ein farbenprächtiges Gefieder haben, und die in Afrika, Indien und Australien beheimateten **Webervögel**.

Viele Singvögel ziehen im Herbst nach dem Süden, wo sie während des Winters weder der Kälte noch einem Nahrungsmangel ausgesetzt sind (s. S. 165). Der Vogelzug beruht auf einem angeborenen Trieb, der durch vermehrte Ausschüttung des Schilddrüsenhormons ins Blut ausgelöst wird. Zu den **Zugvögeln** gehören u. a. Schwalben, Segler, Pirol, Distelfink, Drosseln, Stare. Auch manche Raubvögel sowie Schwäne, Gänse, Kraniche und Störche sind Zugvögel; zu den **Standvögeln**, die im Herbst nicht fortziehen, zählen z. B. die Rotkehlchen, Buchfinken, Meisen, Kleiber und Kreuzschnäbel.

Raubvögel. Die Gruppe der gewöhnlich als Raubvögel bezeichneten Tiere ist anatomisch und abstammungsmäßig bei weitem nicht so einheitlich wie die der Singvögel. Die **Falkenvögel** oder **Tagraubvögel** haben einen an der Spitze hakig übergreifenden Schnabel und stark bekrallte Sitzfüße. Sie besitzen hochentwickelte Sinnesorgane. Die Schnabelwurzel ist von einer weichen Wachshaut überzogen, die auch die Nasenöffnung umschließt. Gut entwickelt ist das Flugvermögen. Die Nahrung wird von den Krallen und vom Schnabel zerrissen und zunächst in den Kropf befördert. Dort werden die verdaulichen Teile von den unverdaulichen (Haaren oder Federn) getrennt, die dann als Gewölle ausgespien werden. Zur engeren Familie der *Falken* gehören die Adler, Falken, Bussarde, Habichte und Sperber. Eine besondere Familie bilden die **Geier**, die sich von Aas ernähren. Kopf und Hals, die weit in die Bauchhöhle toter Tiere ein-

geführt werden, sind nackt oder nur mit kurzen Federn bedeckt. Zu dieser Familie gehören der *Gänsegeier* (*Gyps fulvus*) der Mittelmeerlande und der *Kondor* (*Sarcorhamphus gryphus*) Südamerikas.

Die **Eulen** oder **Nachtraubvögel** (*Strigidae*) haben einen gedrunge-
nen Körper, kurzen Schnabel und mächtigen Kopf. Die großen Augen sind nach vorn gerichtet und meist von einem „Schleier“, einem Kranz steifer Federn, umgeben. Von den drei Vorderzehen kann eine nach hinten gewendet werden. Der Flug der Eulen ist durch die weichen Schwungfedern fast geräuschlos, so daß sie während des Fluges ausgezeichnet hören können. Auch sie würden die unverdaulichen Teile ihrer Beutetiere (meistens Mäuse) wieder heraus. Unsere heimischen Nachtraubvögel, *Uhu*, *Schleiereule*, *Waldohreule*, *Stein-* und *Waldkauz*, stehen unter Naturschutz.

Übersicht über weitere Ordnungen s. S. 77.



Abb. 77. Formen der Vögel: Pinguin, Rebhuhn, Schnepfe, Eule, Ente, Strauß, Storch, Adler, Taube, Amsel

Exotische Vögel. Der **Afrikanische Strauß** (*Struthio camelus*, Abb. 77) übertrifft alle anderen Vögel an Größe. Das Männchen wird etwa 2,75 m hoch und erreicht ein Gewicht von 75 kg. Der Strauß bewohnt in Gemeinschaft mit Antilopen und Zebras die Steppen Afrikas, Arabiens und Persiens. Wie die meisten Steppenbewohner ist er ein schnelles Tier. Er kann nicht fliegen, vermag sich aber laufend sehr schnell fortzubewegen. Mit seinen langen Beinen kann er Schritte von 2 bis 3 m Weite machen. Die Beine sitzen in der Mitte des Rumpfes, der dadurch eine waagerechte Lage erhält. Am Fuß hat der Strauß nur zwei Zehen, von denen die größere innere eine breite Sohle und einen hufartigen Nagel besitzt: Die Flügel sind verkümmert, dementsprechend sind Schultergürtel und Brustbein verhältnismäßig schwach ausgebildet. Das Brustbein besitzt keinen Kamm.

Wegen seiner Flügel- und Schwanzfedern wird der Strauß oft in besonderen Farmen gezüchtet. Etwa alle acht Monate können die Federn geschnitten werden. Zwei- bis dreimal jährlich legt das Weibchen zwölf bis vierzehn Eier in eine vom Männchen gescharrte Bodenvertiefung. Sie werden von beiden Geschlechtern abwechselnd bebrütet. Die Jungen sind Nestflüchter.

Andere Laufvögel. In den weiten Grasebenen Südamerikas lebt der amerikanische Strauß oder **Nandu** (*Rhea americana*), in den Buschwäldern Australiens der **Emu** (*Dromaeus novaehollandiae*). Beide Laufvögel haben im Gegensatz zum Strauß dreizehige Füße. Einer der merkwürdigsten Vögel ist der **Kiwi** oder Schnepfentrauß (*Apteryx*) Neuseelands. Er hat die Größe einer Gans und besitzt borstenartige Federn, welche die Flügelstummel verdecken. Er ist ein Nachtvogel, der sich tagsüber in Erdhöhlen versteckt.

Papageien (*Psittaci*). Die meisten Papageien sind Bewohner tropischer Urwälder und besitzen größtenteils ein sehr buntes Gefieder. Sie sind schlechte Flieger, aber hervorragende Kletterer. Kletterfüße und Schnabel werden sehr geschickt zur Fortbewegung in den Ästen der Bäume benutzt. Die Papageien ernähren sich von Früchten und Samen. Beim Fressen werden die Füße oft wie Hände gebraucht. Mit dem starken Schnabel können die härtesten Nüsse geöffnet werden. Beim Enthuseln von Samen wirkt die sehr bewegliche, fleischige Zunge mit. Manche Arten sind sehr dressurfähig und werden daher oft als Stubenvögel gehalten, so der **Afrikanische Graupapagei** (*Psittacus erithacus*), die **Südamerikanischen Amazonenpapageien** (*Chrysotis*) und **Araras** (*Sittace*), die **Australischen Kakadus** (*Cacatua*) und **Wellensittiche** (*Melopsittacus undulatus*).

Die **Kolibris** (*Trochilidae*) sind nur in Amerika heimisch. Sie sind durch den Metallglanz der Federn an Stirn, Hals und Brust ausgezeichnet. In schnellem Flug schwirren sie von Blüte zu Blüte, wo sie Insekten fangen und Nektar saugen. Dazu dienen ihnen ein langer, röhrenförmiger Schnabel und eine sehr lange Zunge, die vorn gespalten und beiderseits in der Längsrichtung aufgerollt ist. Die Kolibris bestäuben die Narben der Blüten. Ihre Nester sind zierlich aus Flechten und Moosen gebaut. Sie werden meist mit zwei verhältnismäßig großen Eiern belegt.

Die Heimat der **Pinguine** (*Impennes*, Abb. 77) sind die südlichen Meere. In Anpassung an die dortigen Lebensbedingungen haben sie sich zu gewandten Tauch- und Schwimmvögeln entwickelt; ihr Flugvermögen dagegen ist völlig rückgebildet. Ihr Gefieder ist pelzartig, und die Flügel sind mit schuppenartigen Federchen bedeckt. Die Flügel dienen beim Schwimmen als Ruder, die Beine lediglich zur Steuerung. Sie vermögen 1 bis 2 m hoch aus dem Wasser auf das Ufer zu springen. Auf dem Land bewegen sie sich mit aufgerichtetem Körper. Die Füße enthalten nur wenig Blut, so daß in den antarktischen Gegenden keine stärkere Auskühlung möglich ist. Außerdem ist der Körper durch große Fettmassen gegen das kalte Wasser geschützt. Manche Arten brüten in einfachen Bodennestern, größere Arten klemmen ihr einziges Ei zwischen Beinen und Bauch in einer Hautfalte fest, wo es ausgebrütet wird.

Übersicht (Fortsetzung v. S. 69):

4. Klasse *Vögel* (*Avēs*)

Ordnung Singvögel (<i>Oscīnes</i>)	Familien: Erdsänger, Grasmücken, Laubsänger, Rohrsänger, Schmärtzer, Drosseln, Meisen, Fliegenschnäpper, Bachstelzen, Lerchen, Ammern, Finken, Weibervögel, Stare, Würger, Schwalben, Raben, Paradiesvögel
Ordnung Klettervögel und Verwandte (<i>Scansóres</i>)	Familien: Spechte, Segler, Kolibris, Kuckucke, Eisevögel, Papageien
Ordnung Raubvögel (<i>Raptóres</i>)	Familien: Geier, Falken, Eulen
Ordnung Tauben (<i>Colúmbae</i>)	Familien: Tauben, Dronten
Ordnung Scharrvögel (<i>Rasóres</i>)	Familien: Hühner, Waldhühner, Flughühner, Trappen
Ordnung Schreitvögel (<i>Gressóres</i>)	Familien: Störche, Reiher, Kraniche, Ibis
Ordnung Sumpfvögel (<i>Grállae</i>)	Familien: Wasserhühner, Schnepfen, Regenpfeifer
Ordnung Möwen (<i>Lari</i>)	Familien: Möwen, Alken
Ordnung Siebschnäbler (<i>Lamelliróstres</i>)	Enten, Gänse und Schwäne
Ordnung Laufvögel (<i>Cursóres</i>)	Afrikanischer Strauß, Emu, Nandu, Kasuar, Kiwi

5. Klasse: *Säugetiere* (*Mammália*)

Die Jungen der Säugetiere werden durch Milchdrüsen gesäugt. Die Kloakentiere legen Eier, die übrigen Säugetiere bringen lebende Junge zur Welt, die sich im Mutterleib entwickeln und dort durch den Mutterkuchen (*Plazenta*) über die Nabelschnur ernährt werden.

Am *Skelett* der Säugetiere (Abb. 78) sind folgende Regionen zu unterscheiden: Die *Halsregion* besteht meist aus sieben Wirbeln. Die *Brustregion* trägt Rippen. Es folgt die *Lendenregion*, die aus ursprünglich zwei Wirbeln bestehende *Kreuzbeinregion* und schließlich die *Schwanzregion*. Der Schultergürtel besteht aus dem flächenhaft ausgebreiteten Schulterblatt, mit welchem das rückgebildete Rabenschnabelbein verwachsen ist, und dem Schlüsselbein, das nur bei Raub- und Huftieren fehlt. Das Becken setzt sich aus je zwei Darm-, Sitz- und Schambeinen zusammen. Das Gliedmaßenskelett besteht aus dem Oberschenkelknochen, den zwei Unterschenkelknochen (Elle und Speiche des Vorderbeines,

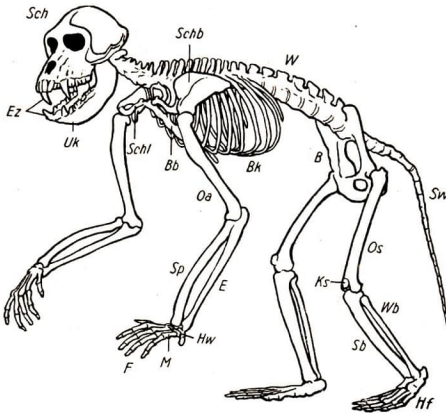


Abb. 78. Skelett des Pavians.

B Becken, Bb Brustbein, Bk Brustkorb (Rippen), E Elle, Ez Eckzähne, F Finger, Hf Hinterfuß, Hw Handwurzel, Ks Kniescheibe, M Mittelhand, Oa Oberarm, Os Oberschenkel, Sb Schienbein, Sch Schädel, Schb Schulterblatt, Schl Schlüsselbein, Sp Speiche, Sw Schwanzwirbel, Uk Unterkiefer, W Wirbelsäule, Wb Wadenbein

Schien- und Wadenbein des Hinterbeines), zwei Reihen von Fußwurzelknochen und den Zehen. Seine Form ist je nach Verwendung als Sprung-, Lauf-, Kletter-, Greif-, Grab-, Schwimm- oder Flugextremität sehr verschieden. Mit der Länge der Gliedmaßen steigert sich die Möglichkeit zu schnellerer Fortbewegung. Gleichzeitig ändern sich Bau und Skelett des Fußes: ursprüngliche Sohlengänger werden zu Zehen- und Spitzengängern (Abb. 99, S. 101).

Das Fell der Säuger ist in vielen Fällen ein wirksamer Kälteschutz. Die Form der Haare ist recht verschieden (Grannenhaare, Wollhaare, Borsten, Stacheln, Tasthaare). Stets handelt es sich um Horngelüste der Oberhaut, die mit der Haarzwiebel weit in die Lederhaut hineinragen (Abb. 79f). Weitere Horngelüste der Säugerhaut sind: Nägel, Krallen, Hufe und Hörner (Abb. 79a–e). Die Säugerhaut ist im Gegensatz zur Haut der Reptilien und Vögel sehr drüsenreich. Die Schweißdrüsen sind von Bedeutung für die Temperaturregelung und Ausscheidung, die Talgdrüsen dienen der Einfettung der Haare, die Milchdrüsen dem Säugen der Jungen.

Die Körpertemperatur ist nicht bei allen Säugern konstant, bei vielen Winterschläfern kann sie beträchtlich absinken.

Der Mund wird meistens von beweglichen Lippen begrenzt. Ober- und Unterkiefer tragen bei der Mehrzahl der Säuger Zähne. Nach ihrer Form unterscheidet man *Schneide-, Eck- und Backenzähne*. Die Form des Gebisses ist auf die Art der Ernährung abgestimmt (Raubtiergebiß, Nagergebiß, Wiederkäuergebiß).

Im Gegensatz zu allen anderen Wirbeltieren zerkleinern die Säuger ihre Nahrung durch *Kauen*. Auf dem Boden der Mundhöhle liegt die zu vielseitiger Bewegung

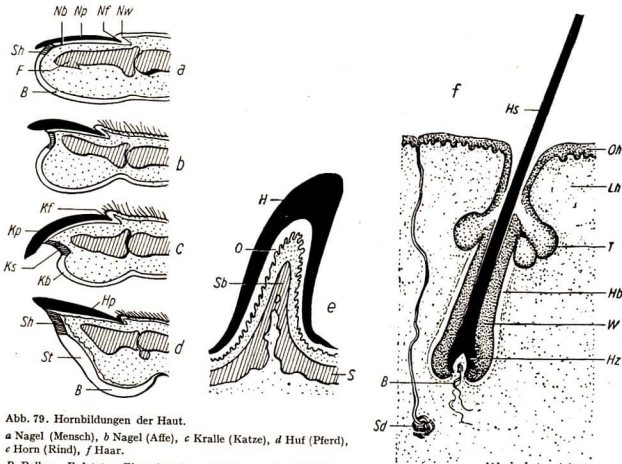


Abb. 79. Hornbildungen der Haut.

a Nagel (Mensch), b Nagel (Affe), c Kralle (Katze), d Huf (Pferd), e Horn (Rind), f Haar.

B Ballen, F letzter Fingerknochen, H Horn, Hp Hufplatte, Kb Krallenballen, Kf Krallenfalz, Kp Krallenplatte, Ks Krallensohle, Nb Nagelbett, Nf Nagelfalz, Np Nagelplatte, Nw Nagelwall, O Oberhaut, S Stirnbein, Sb Stirnbeinfortsatz, Sh Sohlenhorn, St Strahl

B Blutgefäß, Hb Haarbalg, Hs Haarschaft, Hz Haarzwiebel, Lh Lederhaut, Oh Oberhaut, Sd Schweißdrüse, T Talgdrüse, W Wurzel-scheide

fähige Zunge. In die Mundhöhle münden mehrere *Speicheldrüsen*: je zwei Ohrspeichel-, Unterkiefer-, Unterzungendrüsen (Abb. 80). Durch die Schlundhöhle gelangt die Nahrung in die Speiseröhre und von hier in den Magen. An dem eigentlichen Darm unterscheiden wir einen Dünndarm und einen Dickdarm. In den Dünndarm münden die Ausführgänge der Leber (Gallengang) und der Bauchspeicheldrüse. An der Grenze von Dünn- und Dickdarm sitzt ein Blinddarm, der bei den verschiedenen Arten je nach der Ernährungsweise der Tiere unterschiedlich lang ist.

Als echte Landtiere atmen die Säuger durch *Lungen*. Die Zufuhr der Atemluft erfolgt durch Nasenhöhle, Kehlkopf und Luftröhre. Diese gabelt sich in die beiden Bronchien, die sich strauchartig verästeln und schließlich in die Lungenbläschen übergehen. Die Atembewegung geschieht durch die Erweiterung und Verengung des Brustkorbs (Rippenatmung) und durch Spannung und Erschlaffung des Zwerchfells (Zwerchfellatmung).

Das *Herz* besteht aus zwei Vorhöfen und zwei vollkommen getrennten Herzkammern. Aus der linken Herzkammer entspringt bogenförmig die Körperaorta, die das sauerstoffreiche Blut in den Körper bringt. Das aus dem Körper zurückströmende sauerstoffarme Blut gelangt durch die vordere und hintere Hohlvene in

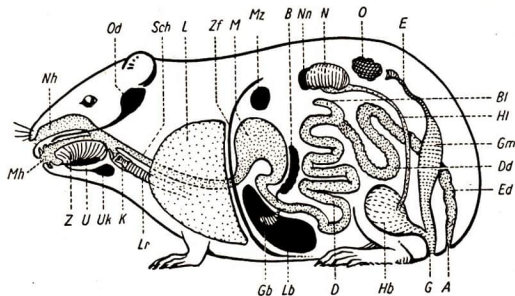


Abb. 80. Eingeweide eines Säugetieres (Meerschweinchen, schematisch).

A After, B Bauchspeicheldrüse, Bl Blinddarm, D Dünndarm, Dd Dickdarm, E Eileiter, Ed Enddarm, G Geschlechtsöffnung, Gb Gallenblase, Gm Gebärmutter, Hb Harnblase, Hl Harnleiter, K Kehlkopf, L Lunge, Lb Leber, Lr Lufttröhre, M Magen, Mh Mundhöhle, Mz Milz, N Niere, Nh Nasenhöhle, Nn Nebenniere, O Ovarium (Eierstock), Od Ohrspeicheldrüse, Sch Schlundrohr, U Unterzungendrüse, Uk Unterkieferdrüse, Z Zunge, Zf Zwerchfell

die rechte Vorkammer und von hier in die rechte Herzkammer. Sie pumpt es durch die Lungenarterien in die Lungen, in denen Sauerstoff aufgenommen und Kohlendioxyd abgegeben wird. Durch die Lungenvenen gelangt das sauerstoffreiche Blut wieder in den linken Vorhof und von da in die linke Herzkammer.

Die hochentwickelten *Augen* liegen geschützt in knöchernen Augenhöhlen des Schädels. Sie haben obere und untere Augenlider und eine verkümmerte Nickhaut. Die Linse ist sehr formveränderlich. Das *Gehörorgan* ist durch eine oft umfangreiche Ohrmuschel und einen äußeren Gehörgang ausgezeichnet, der durch das Trommelfell gegen das Mittelohr abgeschlossen ist. In der Paukenhöhle des Mittelohres finden sich drei Gehörknöchelchen: Hammer, Amboß und Steigbügel, die sich aus den Knorpeln des ersten und zweiten Kiemenbogens der Fische entwickelt haben. Diese übertragen die Schwingungen des Trommelfells auf das innere Ohr, die Schnecke. Mit dem inneren Ohr in enger Verbindung steht das *Gleichgewichtsorgan* mit den drei Bogengängen. Bei den meisten Säugern ist das *Geruchsorgan* besser entwickelt als bei allen übrigen Wirbeltieren, da die geruchwahrnehmende Oberfläche stark vergrößert ist. *Geschmacksorgane* trägt in großer Zahl die Zunge. Als ein wichtiges Sinnesorgan muß auch die Körperhaut bezeichnet werden. Sie vermittelt u. a. *Tast- und Temperaturempfindungen*.

Das *Gehirn* ist bei den Säugern am höchsten entwickelt. Zwar treten dieselben Gehirnteile wie bei den Fischen auf, aber das *Großhirn* wird außerordentlich umfangreich und überlagert weitgehend alle übrigen Gehirnteile (Zwischen-, Mittel-, Klein- und Nachhirn). Die Rindenschicht des Großhirns legt sich besonders bei höheren Säugern in Falten, dadurch nimmt die Oberfläche des Großhirns zu.

Säuger früherer Zeiten. Die Ergebnisse der Paläontologie zeigen, daß im Mittelalter der Erde (Trias, Jura, Kreide) die Reptilien stark entwickelt waren, die Säuger dagegen während dieses langen Zeitraumes erst eine geringe Rolle spielten. Unterkieferreste und Zähne kleiner Ur-Beuteltiere sind erhalten. Mit Beginn des Tertiärs erfolgte mit erstaunlicher Schnelligkeit die Entwicklung der Säugetiere, insbesondere der Huftiere, der Rüsseltiere und der Raubtiere. Eine ganze Anzahl der damaligen Formen ist heute ausgestorben. In Höhlen Mitteleuropas findet man nicht selten zusammen mit Spuren des Eiszeitmenschen Reste des **Höhlenbären** (*Ursus spelaeus*). Das gewaltige **Mammut** (*Elephas primigenius*) bewohnte die Tundren Asiens. Als sich dort in der Eiszeit eine dicke Eisschicht bildete, wurde es zum Teil auch nach Mitteleuropa abgedrängt. Gleichzeitig mit dem Mammut bewohnte das **Wollhaarige Nashorn** (*Rhinózeros antiquitátis*) den größten Teil der nördlichen Halbkugel. Im oberen Tertiär waren in Europa und Asien die **Säbeltiger** (*Machairodontidae*) heimisch. Sie waren mit ihren riesigen Eckzähnen zweifellos gefährliche Raubtiere. Etwa gleichzeitig lebte in Südamerika das **Riesenfaultier** (*Megathérium*), das die Größe eines Elefanten hatte. Die Entwicklung der **Affen** (*Primates*) führte ebenfalls zu Riesenformen (2,5 bis 3 m Körperhöhe), die aber in der Eiszeit ausstarben.

1. Unterklasse: Kloakentiere (*Monotremata*)

Die Kloakentiere vereinigen in sich *Reptilien-* und *Säugetiermerkmale*. Mit den *Reptilien* haben sie folgende Merkmale gemeinsam: 1. das Vorhandensein einer *Kloake*, d. h. Enddarm, Harn- und Geschlechtsorgane münden in einer einzigen Öffnung nach außen; 2. Besitz eines selbständigen Rabenschnabelbeins im Schultergürtel; 3. die Fortpflanzung durch dotterreiche Eier. *Säugetiermerkmale* sind: 1. die behaarte, mit Talg- und Schweißdrüsen versehene Haut, 2. der Bau des Schädels und 3. die Ernährung der Jungen durch einen milchartigen Nährstoff des Muttertieres.

Das etwa 60 cm lange **Schnabeltier** (*Ornithorhynchus anatinus*, Abb. 81) lebt in den Flüssen Ostaustraliens und Tasmaniens. Nach Art der Enten gründelt es mit seinem breiten, von einer nackten Haut überzogenen Schnabel nach kleinen Wassertieren, die es mit zahnartigen Hornplatten zermalmt. Nur bei Jungtieren treten echte Zähne auf, die später ausfallen. Das Schnabeltier ist ein hervorragender Schwimmer und Taucher.

Die kurzen, fünfzehigen Schwimmpfüße dienen mit ihren Schwimmhäuten als Paddel. Da die Füßestärke Krallen tragen, kann das



Abb. 81. Schnabeltier

Schnabeltier mit ihnen graben. Die Ohröffnungen werden beim Tauchen verschlossen.

Seinen Bau legt das Schnabeltier in Uferböschungen an. Darin legt das Weibchen zwei Eier ab. Die Jungen schlüpfen in sehr hilflosem Zustand aus. Beim „Säugen“ legt sich das Weibchen auf den Rücken, und aus einem Drüsenfeld der Bauchregion wird durch zahlreiche Öffnungen eine zähflüssige, eiweißhaltige Flüssigkeit abgesondert, die von den Jungen aufgenommen wird.

Zu den Kloakentieren gehören auch die **Ameisenigel** (*Echidna*) Australiens und Neuguineas. Ihr Körper ist mit Haaren und Stacheln bedeckt.

2. Unterklasse: Beuteltiere (*Marsupialia*)

Die Beuteltiere waren im Mittelalter der Erde überall verbreitet, heute findet man sie nur noch in *Australien* und vereinzelt in *Südamerika*. Alle Beuteltiere haben einen Beutel (Abb. 82), der die Zitzen der Milchdrüsen umgibt und durch zwei den Schambeinen aufsitzende Beutelknochen gestützt wird. Das bei der Geburt noch wenig entwickelte Junge findet in dem Brutbeutel der Mutter Schutz und Nahrung. Nach etwa sieben Monaten verläßt es erstmals den Beutel.

In Gestalt und Größe sind die Beuteltiere recht verschieden. Raubtierartige Gestalt und Lebensweise haben Beutewolf, Beutelmarder und Opossum. Die Flugbeutler vermögen, ähnlich wie die Flughörnchen, einen Gleitflug auszuführen. Das **Riesenkänguruh** (*Macropus giganteus*) ist eines der größten Tiere Australiens. Es erreicht fast die Größe eines Menschen. Mit den kräftigen Hinterbeinen vermag es bis zu 10 m weit zu springen. Der Schwanz schwingt bei jedem Sprung mit, berührt aber kaum den Boden. Beim Niedersprung gelangt das Tier auf die schräg nach vorn gestemmtten Hinterbeine. Die schwachen Vorderbeine mit ihren fünf gleichmäßig entwickelten Zehen berühren nur selten den Erdboden. In der Paarungszeit im Januar kämpfen die Männchen heftig um die Weibchen. Dabei schlagen sie einander mit den kräftigen Hinterbeinen und den starken Nägeln der 4. Zehe oft gefährliche Wunden.

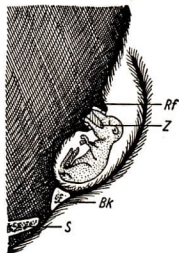


Abb. 82. Junges Beuteltier im Beutel. Rf Ringfalte, Z Zitze, Bk Beutelknochen, S Schambein

3. Unterklasse: Echte Säugetiere (*Placentalia*)

Die Jungen der höheren Säuger werden in wesentlich weiter entwickeltem Zustand geboren als die der Beuteltiere. Bis zur Geburt wird der Embryo im Mutterleib durch den Mutterkuchen (Plazenta) ernährt, mit dem er durch die Nabelschnur in Verbindung steht.

Ordnung: *Insektenfresser* (*Insectivora*)

Die Insektenfresser gehören zu den ältesten Säugetieren. Meist sind es kleinwüchsige Formen mit vielen Merkmalen einer verhältnismäßig niedrigen Entwicklungsstufe. Am *Schädel* fällt der unvollkommen ausgebildete harte Gaumen auf. Eigenartig ist das *Gebiß*. Die Zähne ähneln in ihrer spitzkegigen Form und in ihrer Anordnung oft den Reptilienzähnen, doch ist im Gegensatz zu diesen meist eine Unterscheidung in Schneide-, Eck- und Backenzähne möglich. Das ganze Gebiß ähnelt den Zacken einer Säge.

Die meisten Insektenfresser sind Sohlengänger, doch zeigen die *Gliedmaßen* vieler Arten Anpassungen an die besondere Lebensweise der

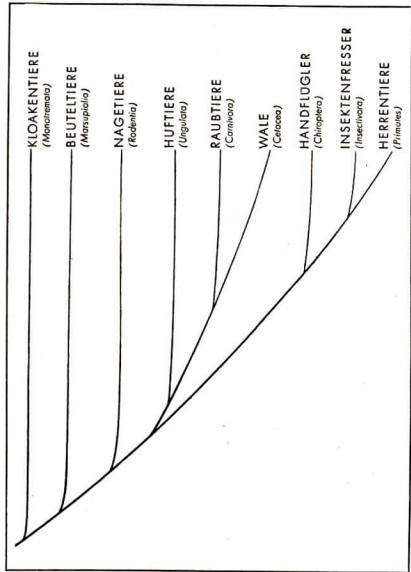


Abb. 83. Wahrscheinlicher Stammbaum der Säugetiere (schematisch)

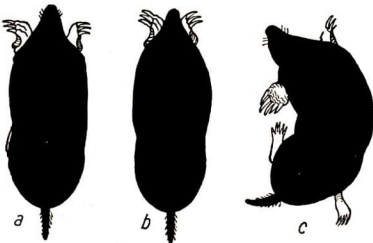


Abb. 84. Grabbewegung des Maulwurfs.
a Ruhestellung, b kurz nach Beginn des Grabens, c Grabbewegung wird durch Schlängelbewegung unterstützt

betreffenden Tiere; so werden sie beim Maulwurf zu Grabschaufeln (Abb. 84). Das *Großhirn* besitzt keine Furchen und Windungen und ist verhältnismäßig klein. Viele Insektenfresser halten einen *Winterschlaf*. Beim Igel beginnt er, sobald die Außentemperatur unter 15° sinkt. Fällt sie unter 5° , so bleibt die Körpertemperatur bei 6° . Steigt die Außentemperatur im Frühling über 17° , so erwacht der Winterschläfer. Die Atemfrequenz steigt dabei rasch von 6 bis 9 auf 40 bis 50 Atemzüge in der Minute, um dann zur Norm, 20 Atemzüge, zurückzukehren. In Mitteleuropa sind die Insektenfresser durch Igel, Maulwurf und Spitzmaus vertreten.

Ordnung: *Handflügler (Chiróptera)*

Die Fledermäuse sind die einzigen Säugetiere, die fliegen können und einen entsprechenden Körperbau entwickelt haben. Als Beispiel betrachten wir die **Großohrige Fledermaus** (*Plecótus auritus*). Das auffallendste Merkmal ist die *Flughaut*, die sich zwischen dem Rumpf, den Vorder- und Hintergliedmaßen und dem Schwanz ausspannt und durch verlängerte Knochen gestützt wird. Der Brustkorb ist sehr fest, da die völlig verknöcherten Rippen fest mit den Wirbeln verwachsen sind. Die mächtige Flugmuskulatur setzt an einem hohen Brustbeinkamm an. Auch dem *Gehör* fällt beim Fliegen eine wichtige Rolle zu. Mit einem besonders konstruierten Apparat wurde festgestellt, daß die Fledermaus bei ihrem Flug dauernd Töne von sich gibt, deren Schwingungszahl zweimal größer ist als die des höchsten Tones, den das menschliche Ohr wahrnehmen kann (Ultraschall). Diese Töne werden von Gegenständen zurückgeworfen (reflektiert). Die zurückgeworfenen Schallwellen kann die Fledermaus durch besondere Sinnesorgane wahrnehmen. So ist es zu verstehen, daß Fledermäuse mit verklebten Augen ein Zimmer, in dem Fäden kreuz und quer aufgespannt sind, durchfliegen können, ohne anzustoßen. Mit dem sehr spitzen *Gebiß* wird die Nahrung zerkleinert. Der Darm ist verhältnismäßig kurz. Die Fledermäuse vertilgen zahlreiche schädliche Insekten. Wenn im Herbst die Nahrung spärlicher wird und die Nächte kalt werden, verfällt die Fledermaus in Winterschlaf.

Im Mai oder Juni wird ein Junges geboren, das sich am Muttertier festklammert und sich im August selbständig macht.

Ordnung: *Nagetiere (Rodéntia)*

Das kennzeichnendste Merkmal der sehr vielgestaltigen Gruppe der Nagetiere sind die im Ober- und Unterkiefer zu *Nagezähnen* umgebildeten Schneidezähne. Sie sind größer als alle übrigen Zähne des Gebisses, gebogen und an der Schneide meißelförmig. Im Gegensatz zu den übrigen Zähnen wachsen die Nagezähne ständig. Ihre Vorderfläche trägt einen Schmelzbelag, der übrige Zahn besteht aus weicherem Zahnbein; da sich dieses rascher abnützt, bleibt die aus Schmelz bestehende Schneide dauernd scharf.

Manche Nager haben *Backentaschen*, die zum Einsammeln von Nahrung dienen (**Hamster**). Der Darm ist sehr lang, der Blinddarm sehr umfangreich.

Etwa die Hälfte der Nagetiere gehört zu den Familien der Mäuse. Diese Arten gehören zu den größten Schädlingen der menschlichen Wirtschaft. Sie vermehren sich schnell. **Ratten** und **Mäuse** sind dem Menschen über den ganzen Erdball gefolgt. Sie sind nicht nur Vorratsschädlinge, sondern auch Überträger von Krankheitserregern (Pestbazillen, Trichinen u.a.), deshalb werden sie durch Auslegung von Gift bekämpft. Der **Biber** ist heute stark zurückgedrängt, wird aber in einigen Schutzgebieten vor der völligen Ausrottung bewahrt (Elbeschutzgebiet). Zu den Nagetieren gehören auch Hasen, Kaninchen, Stachelschweine, Eichhörnchen, Flughörnchen u. a.

Ordnung: *Paarhufer* (*Artiodactyla*)

Die Paarhufer sind Huftiere, bei denen die 3. und 4. Zehe gleich stark entwickelt sind (Abb. 85). Die 1. Zehe fehlt stets, die 2. und 5. sind mehr oder weniger verkümmert. Alle Huftiere sind Hufspitzengänger, die Zehen werden von Hufen umgeben. Zu den Paarhufern gehören die schweineartigen Nichtwiederkäuer und die Wiederkäuer.

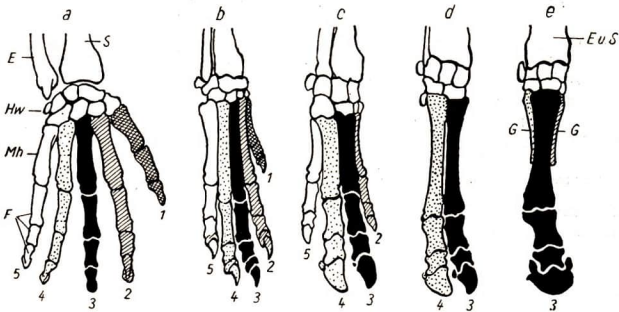


Abb. 85. Hand- bzw. Vorderfußskelett. a Mensch, b Hund, c Schwein, d Rind, e Pferd.

E Elle, F Finger, G Griffelbein, Hw Handwurzelknochen, Mh Mittelhandknochen, S Speiche

Schweineartige Nichtwiederkäuer (*Nonruminantia*). Verschiedene Arten von **Wildschweinen** leben in vielen Gegenden der Erde. Sie sind gute Läufer und Schwimmer. Nur die 3. und 4. Zehe berühren den Boden, während die kleinen Außenzehen als „Afterzehen“ nach hinten zeigen. Die Schweine sind Allesfresser mit vollständigem Gebiß. Die Backenzähne haben runde Höcker, die Eckzähne können sich zu kräftigen Hauern entwickeln. Die Zahl der Nachkommen ist sehr groß (7 bis 16, sogar bis 25 Junge). Unsere Hausschweine entstanden durch Züchtung mittel- und südeuropäischer sowie asiatischer Wildschweine.

Wiederkäuer (*Ruminantia*). Bau und Größe der Wiederkäuer sind außerordentlich verschieden. Die Stirn trägt oft *Hörner* oder *Geweih*. Bei **Rindern**, **Schafen** und **Ziegen** bildet die Haut über dem Stirnbein zwei Fortsätze, die an ihrer Oberfläche stark verhornen: die Hörner. In ihrem Innern verknöchern sie und verwachsen mit dem Stirnbein. Die Geweihbildung der **Rehe** und **Hirsche** geht ähnlich vonstatten, jedoch ist die Verhornung der Oberfläche bei ihnen nur sehr gering, und nur der knöcherne Fortsatz auf dem Stirnbein bleibt als Dauerbildung erhalten. Die darüberliegende, schwach verhornte Haut wird nach dem Abschluß der Geweihbildung zurückgebildet.

Das *Gebiß* (Abb. 127, S. 133) ist unvollständig: obere Schneidezähne fehlen meist. An ihre Stelle tritt eine knorpelige Kauleiste als Widerlager für die sechs unteren Schneidezähne. Die Backenzähne tragen halbmondförmig ausgezogene Höcker, die für ein Zermahlen der pflanzlichen Nahrung hervorragend geeignet sind. Sie wachsen entsprechend ihrer starken Abnutzung dauernd nach.

Der *Wiederkäuermagen* besteht aus Pansen, Netz-, Blätter- und Labmagen. Die Nahrung kommt zuerst in den Pansen, wo Bakterien durch einen Gärungsprozeß die Zellulose der Zellwände auflösen. Sie gelangt dann in kleinen Mengen in den *Netzmagen*, von wo sie, zu kleinen Kugeln geformt, durch Aufstoßen wieder in den Mund kommt. Nach dem Wiederkäuen wird sie zwischen zwei Falten der Speiseröhre, die eine Rinne bilden, in den *Blättermagen* und dann in den *Labmagen* geleitet. Erst hier beginnt die eigentliche Verdauung.

Die Wiederkäuer leben meist in größeren Rudeln, viele sind gute Läufer. Von den Menschen gezähmt und gezüchtet, wurden einige Arten zu Haustieren: Rind (Stammform: Ur), Schaf (Stammform: Mufflon), Ziege (Stammform: Bezoarziege), Kamele.

Die bekanntesten Wiederkäuer gehören zu folgenden Familien:

Kamele: Dromedar, Trampeltier, Lama.

Hirsche: Edelhirsch, Damhirsch, Wapitihirsch, Virginischer Hirsch, Elch, Reh, Rentier.

Antilopen: Kuhantilope, Saigaantilope, Springbock, Säbelantilope, Kudu oder Pferdeantilope, Gazelle, Elenantilope.

Ziegen: Bezoarziege, Schraubenziege, Gemse, Steinbock.

Schafe: Argalischaf, Mufflon, Steppenschaf.

Rinder: Büffel, Zebu, Yak, Auerochs oder Ur, Wisent, Bison.

Giraffen: Giraffe, Okapi.

Eines der wirtschaftlich wichtigsten Haustiere ist das **Rind**. Es wurden von ihm zahlreiche Rassen gezüchtet, die sich in bestimmten Gebieten je nach Klima, Höhenlage usw. eingebürgert haben. Stellenweise wird das Rind auch noch als *Zugtier* gebraucht, was allerdings die Güte des Fleisches und die Milchbildung

vermindert. Die größte wirtschaftliche Bedeutung hat für uns die *Milch*. Manche Kühe können täglich bis 20 l Milch geben. Durchschnittlich enthält die Milch:

85,7 % Wasser	4,3 % Fett	0,6 % Eiweiß
4,8 % Kasein	4,0 % Milchzucker	0,6 % Salze

Je nach Fettgehalt sind für 1 kg Butter 24 bis 28 l Vollmilch notwendig. Bei der Käsezubereitung gerinnt das Kasein durch den Zusatz des Labfermentes. Die zurückbleibende *Molke* enthält noch Salze, Zuckerreste und Eiweiß. Die Haut des Rindes wird zu Leder gegerbt, die Knochen werden zu Tischlerleim verarbeitet, und aus den Gedärmen stellt man Wursthüllen her.

Die wichtigsten *Rinderrassen* sind in Norddeutschland das Ostfriesische, das Oldenburger, das Schleswig-Holsteinische und das Holländer Rind, während in den höheren Lagen das Angler und Harzer Rind sowie die Schweizer Braunvieh- und Fleckvieh-Rassen gezüchtet werden. Vergleiche auch die Züchtungsergebnisse in der Sowjetunion (S. 181 bis 184).

Ordnung: *Unpaarhufer (Perissodactyla)*

Das Hauptmerkmal der Unpaarhufer ist die kräftige Entwicklung der 3. Zehe, welche die ganze Körperlast trägt. Die Ordnung umfaßt recht verschiedenartige Tiere: **Tapire, Nashörner, Pferde**. Das Pferd (*Équus caballus*) ist ein ausgesprochener Spitzengänger. Der *Huf* umgibt die 3. Zehe wie ein Schuh. Nur Hufrand und der sogenannte Strahl berühren den Boden. Die Sohle ist ausgehöhlt. Der 3. Mittelhand- bzw. Mittelfußknochen ist stark verlängert. Reste des 2. und 4. Mittelhand- bzw. Mittelfußknochens sind in Form von „Griffelbeinen“ erhalten (Abb. 85), die dazugehörige 2. und 4. Zehe sind rückgebildet. Im Gegensatz zum Rind trägt das Pferd sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer sechs Schneidezähne. Sie zeigen eine tütenförmig ins Zahnbein eingesenkte Schmelzfalte, die als „*Kunde*“ bezeichnet wird und eine Altersbestimmung des Pferdes ermöglicht. Die Backenzähne erhalten durch gewundene Schmelzfalten eine sehr raue Oberfläche.

Seit Jahrtausenden hat das Pferd, vor allem durch seine Beweglichkeit, Schnelligkeit und Ausdauer, eine große Bedeutung als Zug- und Reittier. Für manche Nomadenvölker ist das Pferd noch heute ein unentbehrliches Haustier. Es dient ihnen nicht nur als Reit- oder Zugtier, sondern liefert auch Fleisch und Milch. Gegenüber den schnelleren, zu größeren Kraftleistungen fähigen Kraftwagen und Traktoren verliert jedoch das Pferd als Reit- und Zugtier immer mehr an Bedeutung.

Ordnung: *Rüsseltiere (Proboscidea)*

Die Elefanten sind mit etwa 3,5 m Höhe und 30 dz Gewicht die größten Landtiere der Gegenwart. Ihr auffallendstes Merkmal ist der *Rüssel*. Dieser stellt eine Verlängerung von Nase und Oberlippe dar und dient als Geruchs-, Tast- und Greiforgan. Auch die Wasseraufnahme erfolgt mit dem Rüssel, der 8 bis 10 l Wasser aufsaugt und dann in den Mund spritzt. Die *Stoßzähne* sind umgebildete Schneide-

zähne des Oberkiefers. Sie bestehen aus einem vollständig gleichmäßigen Zahnbein. Im übrigen hat das große Tier oben und unten in jeder Kieferhälfte nur einen Zahn. Dieser Backenzahn wird nach Abnutzung durch einen sich nachschiebenden ersetzt. Die säulenförmigen *Beine* tragen an den fünf Zehenspitzen nur kleine Hufplatten. Der neugeborene Elefant ist am ganzen Körper stark behaart. Das *Fell* der erwachsenen Tiere ist dagegen meist abgescheuert und äußerst dünn. Nur die Schwanzspitze trägt eine Quaste aus drahtähnlichen Borsten. Das Junge wird durch Milchdrüsen, die sich zwischen den Vorderbeinen des Muttertieres befinden, gesäugt. Als Arbeitstier findet vor allem der **Indische Elefant** Verwendung.

Ordnung: *Wale (Cetacea)*

Die fischähnlichen Wale werden fälschlicherweise oft als Wal, „fische“ bezeichnet. Tatsächlich sind sie Säuger, die sich sekundär an das Leben im Wasser angepaßt haben. Die *Vordergliedmaßen* bilden riesige, ungegliederte seitliche Platten. Sie dienen wie bei den Fischen nur als Steuerorgane. Der *Schwanz* verbreitert sich zu zwei gewaltigen waagrecht stehenden Flügeln. Beim **Blauwal** (*Balaenoptera musculus*) wurden die Hintergliedmaßen im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung bis auf einen in der Muskulatur versteckten kleinen Oberschenkelknochen rückgebildet (Rudiment). Auch das Becken und das ursprünglich vorhandene Fell sind rudimentär geworden. Eine Speckschicht schützt das Tier vor Wärmeverlusten. Die verhältnismäßig dünne, wasserdichte Haut erinnert an ölgetränktes Leder. Die Nase liegt an der höchsten Stelle des Kopfes, sie dient nur noch als Luftweg, nicht als Sinnesorgan. Zum *Atemholen* kommen die Wale an die Oberfläche, dabei wird mit starkem Geräusch zunächst die verbrauchte Luft ausgestoßen, die in der kühleren Außenluft selbst in tropischen Meeren weiße Dampfwolken bildet. Dann wird mit mehreren tiefen Zügen die Lunge mit frischer Luft gefüllt. Durchschnittlich kommt der Blauwal alle fünf bis zehn Minuten an die Oberfläche, er kann aber bis zu einer Stunde in der Tiefe bleiben. Soweit überhaupt ein *Gebiß* vorhanden ist (*Zahnwale*, z. B. Delphin), sind die Zähne alle gleichartig. Bei den *Bartenwalen* fehlen Zähne ganz. Dafür bildet die Gaumenhaut die sogenannten *Barten*, elastische, bis 80 cm lange Hornplatten von der Form eines rechtwinkligen Dreiecks (Abb. 86). Der Blauwal hat bis 400 Barten. Sie bilden einen Seihapparat. Durch Erweiterung der Mundhöhle wird Wasser samt Beutetieren (Flügelschnecken, Krebse, kleine Fische) aufgenommen. Schließt

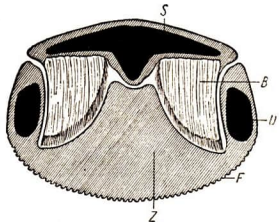


Abb. 86. Querschnitt durch den vorderen Teil des Kopfes eines Bartenwales.

B Barten, F Furchen der Haut, S Schädel, U Unterkiefer, Z Zunge

Zum *Atemholen* kommen die Wale an die Oberfläche, dabei wird mit starkem Geräusch zunächst die verbrauchte Luft ausgestoßen, die in der kühleren Außenluft selbst in tropischen Meeren weiße Dampfwolken bildet. Dann wird mit mehreren tiefen Zügen die Lunge mit frischer Luft gefüllt. Durchschnittlich kommt der Blauwal alle fünf bis zehn Minuten an die Oberfläche, er kann aber bis zu einer Stunde in der Tiefe bleiben. Soweit überhaupt ein *Gebiß* vorhanden ist (*Zahnwale*, z. B. Delphin), sind die Zähne alle gleichartig. Bei den *Bartenwalen* fehlen Zähne ganz. Dafür bildet die Gaumenhaut die sogenannten *Barten*, elastische, bis 80 cm lange Hornplatten von der Form eines rechtwinkligen Dreiecks (Abb. 86). Der Blauwal hat bis 400 Barten. Sie bilden einen Seihapparat. Durch Erweiterung der Mundhöhle wird Wasser samt Beutetieren (Flügelschnecken, Krebse, kleine Fische) aufgenommen. Schließt

sich der Mund, so legt sich die Zunge an den Gaumen, und das Wasser wird zwischen den Barten hindurchgepreßt. Dabei fängt sich die Beute in den Fransen der Barten. Der Wal hat keine Ohrmuscheln. Die Wände des Gehörganges sind völlig verwachsen. Die Schallwellen werden dem sehr empfindlichen Ohr durch den ganzen Körper zugeleitet.

Der Blauwal bringt nach einer Trächtigkeitsdauer von zehneinhalb Monaten ein einige Meter langes Junges zur Welt. Eigenartig ist die Geburt. Das Weibchen hebt den Hinterleib aus dem Wasser heraus und stößt das Junge aus; dieses fällt ins Wasser. Der kurze Aufenthalt in der Luft genügt, um die Lunge zu füllen und die Atemtätigkeit einzuleiten. Dann saugt es sich am Muttertier fest und wird von ihm fortgetragen. Es wird sieben Monate lang gesäugt.

Die Wale sind von großer wirtschaftlicher Bedeutung. In der Arktis werden vor allem *Finn-* und *Blauwal* gejagt. Ein 28 m langer Blauwal hat ein Gewicht von 130 t, aus ihm werden durchschnittlich 14 t Öl gewonnen. Im Nordatlantik ist der Wal durch die starke Verfolgung fast ausgerottet worden. Für die Fanggebiete in der Antarktis sind internationale Schonzeiten eingeführt worden.

Ordnung: *Raubtiere (Carnivora)*

Die Raubtiere ernähren sich vorwiegend von tierischer Kost. Sie lauern ihren Beutetieren entweder auf oder bringen sie durch Hetzjagd zur Strecke. Voraussetzung hierfür sind scharfe Sinnesorgane und körperliche Gewandtheit. Die Vordergliedmaßen enden mit fünf, die Hintergliedmaßen mit vier Zehen, die stets Krallen haben. Letztere sind bei Katzen einziehbar und spitz und dienen zum Ergreifen der Nahrung. Hunde und Katzen treten nur mit den Zehen auf. Die Zehenballen sind stark verhornt. Die Bären dagegen sind ausgesprochene Sohlengänger. Das *Raubtiergebiß* zeigt starke Eck- und Reißzähne und ist ein vollständiges Gebiß, das alle drei Zahnarten, Schneide-, Eck- und Backenzähne, aufweist (Abb. 87). Der walzenförmige Gelenkkopf des Unterkiefers schließt jede seitliche Bewegung aus.

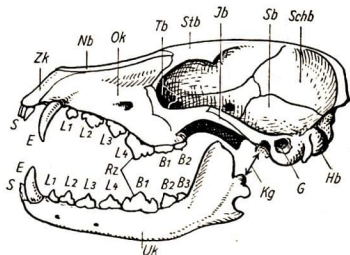


Abb. 87. Schädel und Gebiß des Fuchses.

B Molaren (Backenzähne), E Eckzahn, G Gehörgang, Hb Hinterhauptbein, Jb Jochbein, Kg Kiefergelenk, L Prämolaren, Nb Nasenbein, Ok Oberkiefer, Rz Reißzähne, S Schneidezähne, Sb Schläfenbein, Schb Scheitelbein, Stb Stirnbein, Tb Tränenbein, Uk Unterkiefer, Zk Zwischenkiefer

Die wichtigsten Familien und Gattungen der Raubtiere sind:

Hunde (<i>Cánidae</i>)	Verbreitungsgebiet:
Wolf (<i>Cánis lúpus</i>)	Nordeuropa, Nord- und Mittelasien
Schakal (<i>C. auréus</i>)	Afrika, Südasien, Balkanhalbinsel
Dingo (<i>C. dingo</i>)	Australien (von Asien eingeführt)
Füchse (<i>Vúlpes</i>)	Amerika, Europa, Afrika (Wüstenfuchs)
	Asien, Polarzone (Polarfuchs)
Bären (<i>Úrsidae</i>)	
Eisbär (<i>Úrsus marítimus</i>)	Küsten und Inseln des nördlichen Polar- meeres
Brauner Bär (<i>U. árclos</i>)	Europa, Asien
Baribal oder Schwarzer Bär (<i>U. americánu</i> s)	Ostasien, Nordamerika
Grislybär (<i>U. horribilis</i>)	Nordamerika
Kleinbären (<i>Procyónidae</i>)	
Waschbär (<i>Procyon</i>)	Amerika
Rüsselbär (<i>Násua</i>)	Südliches Nordamerika, Mittel- und Süd- amerika
Marder (<i>Mustélidae</i>)	
Braun- oder Edelmarder (<i>Mustéla martes</i>)	Europa, Westasien
Steinmarder (<i>M. foína</i>)	Europa, Asien
Zobel (<i>M. zibellína</i>)	Europa, Nordasien
Iltis (<i>Putóriu</i> s <i>putóriu</i> s)	Europa, Asien
Hermelin (<i>P. ermineu</i> s)	Europa, Asien
Wiesel (<i>P. nivális</i>)	Europa, Asien
Nerz (<i>P. lutréola</i>)	Nord- und Mitteleuropa, Nordamerika
Dachs (<i>Méles táxus</i>)	Europa, Asien
Fischotter (<i>Lútra lútra</i>)	Europa, Nordafrika
Vielfraß (<i>Gúlo gúlo</i>)	Skandinavien, Nordasien, Nordamerika
Schleichkatzen (<i>Vivérridae</i>)	
Zibetkatze (<i>Vivérra zibeta</i>)	Südasien, tropisches Afrika
Ginsterkatze (<i>Genétta</i>)	Afrika, Südwesteuropa
Mungo (<i>Múngo</i>)	Spanien, Afrika, Südasien
Ichneumon (<i>Herpéste</i> s <i>ichneúmon</i>)	Spanien, Nordafrika, Kleinasien

Hyänen (*Hyænidæ*)Gefleckte Hyäne (*Hyaëna
crocuta*)

Mittel- und Südafrika

Gestreifte Hyäne (*H. striata*)

Nord- und Mittelfrika, Südasien

Katzen (*Felidæ*)Löwe (*Felis leo*)

Innerafrika, mittlerer Euphrat

Tiger (*F. tigris*)

Asien

Puma (*F. concolor*)

Amerika

Jaguar (*F. onca*)

Amerika

Leopard oder Panther (*F. pardus*)

Afrika, Südasien

Wildkatze (*F. catus*)

Europa

Falbkatze (*F. acedta*)

Afrika

Luchs (*Lynx lynx*)Alpen, Karpathen, Kaukasus, Nord- und
Nordosteuropa**Ordnung: Robben oder Flossenfüßer (*Pinnipedia*)**

Die Robben sind Raubtiere, die durch ihren Aufenthalt im Wasser spindelförmige Gestalt und flossenförmige Vorder- und Hintergliedmaßen angenommen haben. Der bekannteste Flossenfüßer ist der **Seehund** (*Phoca vitulina*). Er bewohnt die Küstengewässer des Atlantischen Ozeans. Er bewegt sich auf dem Lande unbeholfen nach Art von Spannerräupen fort, dagegen ist er ein hervorragender Schwimmer und Taucher. Das glatte Fell vermindert die Reibung im Wasser. Ohrmuscheln fehlen. Nasenlöcher und Gehörgänge werden beim Tauchen verschlossen. Eine dicke Speckschicht verhindert eine zu starke Auskühlung des Körpers. Seine Hauptnahrung bilden Fische und Krebse, die er mit dem scharfen Raubtiergebiß ergreift.

**Ordnung: Herrentiere (*Primates*)**

Zu den Primaten gehören die *Halbaffen*, *Affen* und *Menschen*. Alle drei Gruppen haben Greifhände und ein vollständiges Gebiß.

Abb. 88. Halbaffe (Kragenlemure)

Die **Halbaffen** (*Prosimiae*, Abb. 88) haben einen raubtierähnlichen Kopf, ihre Schnauze ist langgestreckt. Das Gebiß erinnert an das der Insektenfresser (z. B. Igel). Alle sind ausgeprägte Baumbewohner. Mit ihren Händen und Füßen können sie hervorragend klettern. Ihre Daumen und großen Zehen sind stärker entwickelt als die der Affen. Mit den besonders großen Fingerbeeren klammern sie sich an Ästen fest. Ein dichter Pelz schützt sie gegen die Feuchtigkeit des Urwaldes. Die Nahrung besteht aus Früchten, Insekten und kleineren Wirbeltieren. Als Nachttiere haben sie riesige Augen. Die Mehrzahl der Arten kommt auf Madagaskar vor.

Die **Affen** (*Simiae*) Amerikas, die **Plattnasen** (*Platyrrhini*), unterscheiden sich von denen Afrikas und Asiens, den **Schmalnasen** (*Catarrhini*), durch eine breite Nasenscheidewand, wodurch die Nasenlöcher weit voneinander entfernt sind. Zu den **Plattnasen** Südamerikas gehören z. B. der **Kapuzineraffe** (*Cebus capucinus*), der **Brüllaffe** (*Mycetes seniculus*) und das **Seidenäffchen** (*Hapale jácchus*).

Unter den **Schmalnasen** unterscheidet man:

1. **Meerkatzenartige** (*Cercopithecidae*). Es handelt sich um *beschwänzte* Arten, die sich auf allen vieren bewegen. Viele besitzen auffallende *Gesäßschwienen*. Sie leben in Rudeln unter Führung eines Leitaffen und sind Allesfresser, die ihre Nahrung vorübergehend in den Backentaschen speichern können. Hierher gehören **Makaken** (z. B. *Macacus rhésus*, der Rhesusaffe) und **Paviane** (*Pápio*).

2. **Langarmaffen** oder **Gibbons** (*Hylobatidae*). Der **Gibbon** (*Hylobates*) hat ein menschenähnliches Gesicht und läuft häufig aufrecht. Einige Forscher zählen ihn zu den Menschenaffen. An die niederen Affen erinnern noch die

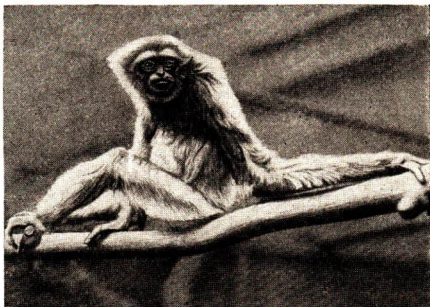


Abb. 89. Gibbon

nackten *Gesäßschwienen*. Die Gibbons (Abb. 89) sind Baumbtiere Südostasiens, die sich mit ihrem schlanken Körper und ihren sehr langen Armen von Ast zu Ast und von Baum zu Baum schwingen. Die schmalen, langfingerigen Hände werden dabei als gekrümmte Klammerhaken verwandt. Auch die Füße (Abb. 90 a) sind Greiforgane.

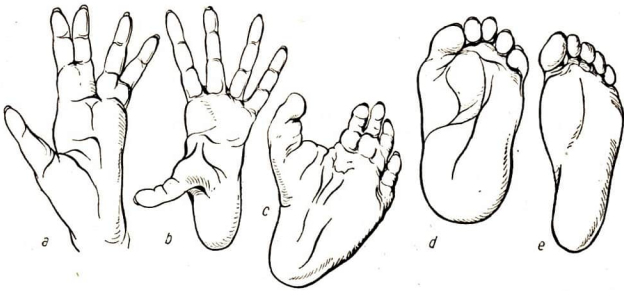
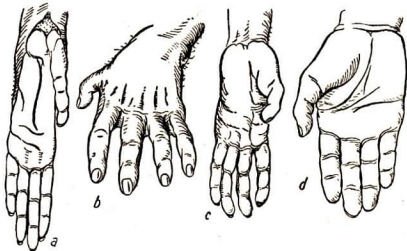


Abb. 90. Vergleich der Füße von Affen und Mensch. a Gibbon, b Orang, c Gorilla, d Berggorilla, e Mensch

Die **Menschenaffen** (*Anthropomorphae*) stimmen mit dem Menschen durch das ausdrucksvolle Mienenspiel des Gesichts, den aufrechten Gang, das Fehlen von Gesäßschwielen und das Fehlen eines Schwanzes überein. Die drei Arten, **Orang** (Abb. 91), **Gorilla** (Abb. 92), **Schimpanse** (Abb. 93) stehen allerdings zum Menschen



Hände von Affen und Mensch. a Gibbon, b Gorilla, c Orang, d Mensch

nicht in gleicher stammesgeschichtlicher Beziehung. Der Gorilla und noch mehr der Schimpanse sind dem Menschen näher verwandt als der Orang, jedoch hat sich der Mensch nicht etwa aus dem Schimpansen oder einem anderen Menschenaffen entwickelt. Mensch und Menschenaffen stammen vielmehr von gemeinsamen Ahnen ab. Zuerst hat sich der Orang, dann der Gorilla und zuletzt der Schimpanse aus dem gemeinsamen Stamm abgesondert.

Der Orang ist ein ausgeprägtes Bauntier. Der Daumen seiner Kletterhand ist wie bei allen Menschenaffen verhältnismäßig kurz. Die große Zehe läßt sich weit abspreizen. Der Fuß kann daher als Greifhand verwendet werden. Alte Orangmännchen haben große Backenwülste. Auch der Kehlsack gehört zu den Eigentümlichkeiten des Orangs. Das Gehirn dagegen kommt in seinem Bau dem des Menschen bereits nahe, wenn auch Gewicht und Volumen sowie die Faltung und damit die Oberfläche der Großhirnrinde viel geringer sind.

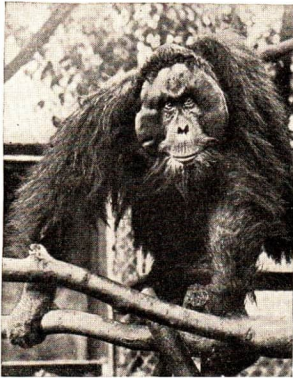


Abb. 91. Orang-Utan

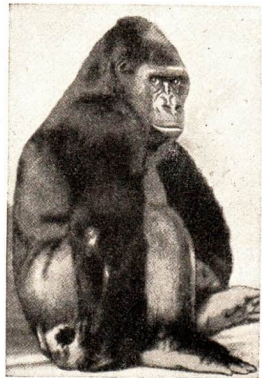


Abb. 92. Gorilla

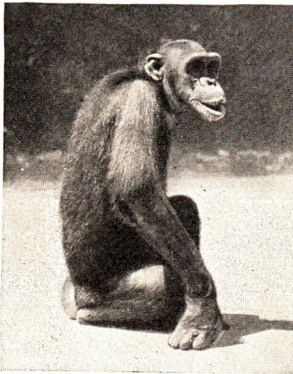


Abb. 93. Schimpanse

Der Schimpanse ist der menschenähnlichste Affe; in manchen Eigentümlichkeiten gleicht jedoch der Gorilla dem Menschen noch mehr als der Schimpanse. So ist der Gorillafuß (Abb. 90 c, d) dem Menschenfuß ähnlicher als der Schimpansenfuß, da der Gorilla, der ein Gewicht von 4 dz erreicht, in größerem Maße auf dem Boden lebt als der Schimpanse. Bei allen Menschenaffen sind die Arme viel länger als die Beine. Das Becken ist schmal und parallel zur Wirbelsäule gestellt, beim Menschen dagegen hat sich infolge seines aufrechten Ganges ein schüsselförmiges Becken ausgebildet. Der Schädel der Menschenaffen hat im Gegensatz zu dem des Menschen Augenwülste, eine fliehende Stirn und riesige Eckzähne. Das Kinn fehlt. In

ihrem Verhalten zeigen die Menschenaffen Eigenschaften, die über das hinausgehen, was uns von anderen Tieren bekannt ist; das Gedächtnis und damit auch die Fähigkeit der Nachahmung sind sehr gut entwickelt.

Übersicht (Fortsetzung v. S. 77):

4. Unterstamm **Wirbeltiere** oder **Schädeltiere** (*Vertēbrata* oder *Craniōta*)5. Klasse **Säugetiere** (*Mammālia*)

1. Unterklasse Kloaken- Schnabeltier, Ameisenigel
tiere (*Monotrēmata*)
 2. Unterklasse Beutel- Beutelwolf, Opossum, Beutelratte, Beutel-
tiere (*Marsupialia*) marder, Flugbeutler, Känguruh
 3. Unterklasse Echte
Säugetiere (*Placen-
talia*)
 - Ordnung Insekten- Familien: Spitzmäuse, Igel, Maulwürfe
fresser (*Insectivora*)
 - Ordnung Handflügler Familien: Fliegende Hunde, Fledermäuse
(*Chirōptera*)
 - Ordnung Nagetiere Familien: Hasen, Hörnchen, Biber, Schlaf-
(*Rodēntia*) mäuse, echte Mäuse, Wühlmäuse, Stachel-
schweine
 - Ordnung Paarhufer Familienübersicht s. S. 86
(*Artiodactyla*)
 - Ordnung Unpaarhufer Familien: Tapire, Nashörner, Pferde
(*Perissodactyla*)
 - Ordnung Rüsseltiere Elefanten
(*Proboscidea*)
 - Ordnung Wale Familien: Bartenwale, Zahnwale (Delphine)
(*Cetacea*)
 - Ordnung Raubtiere Familienübersicht s. S. 90
(*Carnivora*)
 - Ordnung Robben Familien: Seelöwen, Walrosse, Seehunde
(*Pinnipēdia*)
 - Ordnung Herrentiere Halbaffen: Maki, Lori
(*Primates*) Affen: 1. Plattnasen (Brüllaffe)
 2. Schmalnasen
 - a) Meerkatzen (Makaken, Paviane)
 - b) Langarmaffen (Gibbon)
 - c) Menschenaffen: Orang-Utan,
Gorilla, Schimpanse
- Menschen: Vormensch (*Pithecanthropus*)
Altmensch (*Neandertaler*)
Jetztmensch (*Homo sapiens*)

ZWEITER TEIL: Lebensfunktionen der Tiere

Die vergleichende Betrachtung der Organe der Tiere und ihrer Funktion setzt eine grundlegende Kenntnis des Baues der Tiere voraus. Es ist nötig, bei der Betrachtung der einzelnen Organe die entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhänge zu beachten, sonst wäre dieser Teil der allgemeinen Zoologie nur eine beziehungslose Aneinanderreihung von Einzelheiten. Auf diese Weise erkennen wir die allgemeinen Zusammenhänge innerhalb des ganzen Tierreichs und gewinnen Verständnis für die Besonderheiten der einzelnen Tierklassen.

A. VERGLEICHENDE ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE

1. Der Körper und seine Festigkeit

Nur kleine Tierarten haben keine **Skelett- und Stützsubstanzen**. Eine Festigung der Körper wird bei ihnen schon dadurch erreicht, daß zwischen den einzelnen Körperteilen das sogenannte *Bindegewebe* Verbindung und Stütze zugleich ist. Seine Zellen scheiden eine meist faserige Zwischenzellsubstanz aus. Auch der Druck der Leibeshöhlenflüssigkeit kann zur Erhöhung der Festigkeit beitragen (Spulwurm). Bei größeren Tierkörpern werden dagegen Stützorgane ausgebildet. Der *Hautmuskelschlauch* der Würmer dient neben der Bewegung auch dem Schutz und der Festigung des Körpers. Organe, die in erster Linie dem Stützen dienen, sind die Skelette. Ihrer Lage nach unterscheidet man äußere und innere Skelette.

Außenskelette. Manche *Amöben* besitzen Schalen, die entweder aus Fremdkörpern oder aus einer vom Protoplasma abgeschiedenen Stützsubstanz geformt sind. Die *Kammertierchen* bilden ein Gehäuse aus Kalk, einige *Geißeltierchen* sogar aus Zellulose. Die Außenskelette der Mehrzeller, die meist aus Hautabsonderungen bestehen, dienen dem Körper gleichzeitig als Schutz- und Stützorgane. Das Außenskelett der *Gliedertiere* besteht aus Chitin, einer organischen Substanz. Bei den höheren *Krebsen* wird die Chitindecke durch Kalkeinlagerungen noch verstärkt. Die ursprünglich bei allen Gliedertieren gleichmäßige Gliederung des Chitinpanzers in Ringe, die durch Gelenkhäute verbunden sind, ermöglicht die

Bewegung des Körpers. Der Chitinpanzer läßt beim Wachstum keine Dehnung zu, er wird durch periodische Häutung abgeworfen und durch einen neuen Panzer ersetzt. Typische Außenskelette sind ferner alle Schalen der *Muscheln*. Sie können durch Schließmuskeln fest geschlossen werden.

Innenskelette und Stützsubstanzen. Im Innern der Tierkörper bilden sich mannigfaltige Stützorgane aus, die eine entsprechende Festigkeit des Körpers gewährleisten, ohne seine Bewegungsfähigkeit einzuschränken. Von den Einzellern sind die *Strahlentierchen* mit einem inneren Gittergerüst ausgestattet. Die Innenskelette der Mehrzeller weisen die verschiedenartigsten Formen auf. Die *Schwämme* haben eine Stützsubstanz, in der nadelförmige oder mehrstrahlige Skeletteile aus Kalk- oder Kieselsubstanz bzw. einer hornähnlichen Masse verstreut angeordnet sind. Ähnlich ist das Skelett einiger *Hohltiere* aufgebaut. So entstehen bei den *Edelkorallen* durch Verkittung zahlreicher rotgefärbter Kalkkörper bäumchenartige Gebilde. Bei den *Stachelhäutern* sind meist plattenförmige Skeletteile unter der Haut abgelagert. Das Innenskelett der Wirbeltiere tritt in seiner einfachsten Form als elastische *Chorda* auf (s. S. 47). Beim *Lanzettfischchen* durchzieht sie zeitlebens den ganzen Körper, bei den *Wirbeltieren* wird sie durch Wirbelkörper mehr und mehr ersetzt. Der *Knorpel* der Wirbeltiere ist eine Bindegewebesubstanz mit verstreut eingelagerten Zellen. Ein völlig knorpeliges Skelett zeigen die *Knorpelfische*, z. B. die Haie. Die meisten *Fische* haben knöcherne Wirbel und werden daher als Knochenfische bezeichnet. *Kriechtiere*, *Vögel* und *Säuger* können ihre Köpfe nickend und drehend bewegen. Dies wird ermöglicht durch die besondere Ausbildung der beiden vorderen Halswirbel (Atlas und Epistropheus). Jede Tierart hat eine bestimmte Zahl Wirbel von verschiedener Beweglichkeit. Beim *Frosch* zählen wir neun, bei manchen *Schlangen* gegen 300 Wirbel. Zu einer festen Verschmelzung von Wirbeln kommt es bei den Lendenwirbeln der *Vögel* und bei den Kreuzbeinwirbeln der *Säuger*.

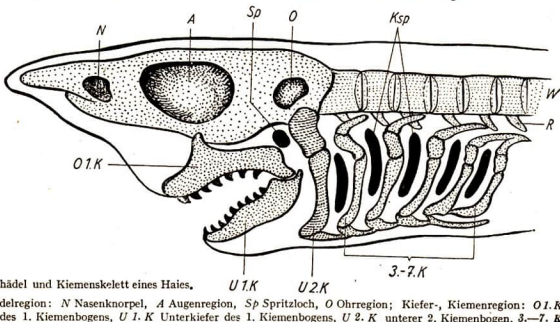


Abb. 94. Schädel und Kiemenskelett eines Haies.

Obere Schädelregion: N Nasenknochen, A Augenregion, Sp Spritzloch, O Ohrring; Kiefer-, Kiemenregion: O1.K Oberkiefer des 1. Kiemenbogens, U1.K Unterkiefer des 1. Kiemenbogens, U2.K unterer 2. Kiemenbogen, 3.-7.K Kiemenbogen mit dazwischenliegenden Ksp Kiemenknochen; Wirbelsäulenregion: W Wirbel, R Rippen



Abb. 95. Linke Vordergliedmaßen von Wirbeltieren: a Mensch, b Fledermaus, c Vogel, d Maulwurf, e Wal.

E Elle, H Handwurzelknochen, M Mittelhandknochen, O Oberarmknochen, S Speiche, 1 bis 5 Knochen der 5 Finger

Viele Knochen entstehen aus Knorpelteilen des jugendlichen noch wachsenden Tieres. Es sind dies *Ersatzknochen* im Gegensatz zu den *Deck- oder Hautknochen*, die sich aus Bindegewebe entwickeln.

Die *Schädelknochen* der höheren Wirbeltiere (Abb. 87, S. 89) lassen sich von den Knochen des Fischschädels (Abb. 94) ableiten; so ist es zu verstehen, daß bei allen diesen Tieren entsprechende Schädelknochen auftreten. Die Skelette der *paarigen Gliedmaßen* sind gemäß den verschiedenen Wohnräumen und Bewegungsarten außerordentlich formenreich. Aus flossenähnlichen Gliedmaßen fischartiger Vorfahren entwickelten sich im Laufe der Stammesgeschichte Beine, Flügel usw. Sie enden in gelenkig miteinander verbundenen Knochen der ursprünglich fünfstrahligen Endabschnitte (fünffingrige bzw. fünfzehige Hände und Füße, Abb. 95).

II. Bewegung

Die aktiven Bewegungen der Tiere beruhen auf der Fähigkeit des Plasmas oder besonderer Zellen, sich auf Reize hin zusammenzuziehen.

Bereits bei den *Einzellern* treten im Protoplasma zusammenziehbare Fasern auf, die meist im Dienste der Fortbewegung stehen. Bei den *Glockentierchen* ist der Stiel, der sich spiralig zusammenziehen kann, mit äußerst rasch reagierenden Plasmafäden ausgestattet. Schon bei primitiven Mehrzellern bilden sich Muskel-

zellen, die sich jeweils in ihrer Längsrichtung verkürzen können. Bei höherentwickelten Mehrzellern bilden diese Zellen zusammenhängende Gewebe und Organe, die wir *Muskeln* nennen. Die sich langsam bewegenden *Wirbellosen* (wurmartige Tiere, Schnecken) haben oft nur Muskeln mit glatten Fasern. Ebenso besitzen fast alle Eingeweidemuskeln der *Wirbeltiere* glatte Fasern. Bei vielen Mehrzellern treten *glatte* und *quergestreifte Muskelfasern* auf. In quergestreiften Fasern sind zwei Substanzen enthalten, von denen die eine das Licht einfach, die andere doppelt bricht (Abb. 96). Mit Hilfe dieser Muskeln können rasche Bewegungen, z. B. der Skeletteile der Krebse, Insekten und Wirbeltiere, ausgeführt werden. Die einheitlich gebauten glatten Muskeln können sich nur langsam zusammenziehen. Während sich die quergestreifte Beinmuskulatur des Frosches in 0,13 Sekunden zusammenzieht, dauert die Zusammenziehung der glatten Muskeln seines Darmes 75 Sekunden.

Schwimmen. Bei vielen kleinen im Wasser lebenden Organismen beobachten wir ein *passives* Schweben. Bei diesen Kleinlebewesen, dem *Plankton*, wird der Reibungswiderstand häufig durch lange Anhänge und Schwefortsätze erhöht. Oft wird durch Einlagerung von Gasräumen oder Fetttröpfchen die Wichte der Planktonten der des Wassers angeglichen und dadurch ein passives Schweben ermöglicht. Die *aktive* Schwimmbewegung beruht

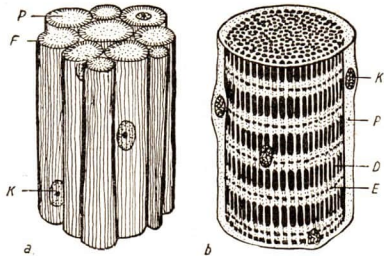


Abb. 96. Muskelfasern.

a Glatte Faser vom Blutegel, b quergestreifte Faser von einem Wirbeltier. D doppelt lichtbrechende Schicht, E einfach lichtbrechende Schicht, F Fibrillen, K Kern, P Protoplasma

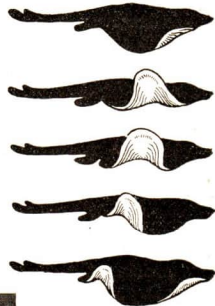
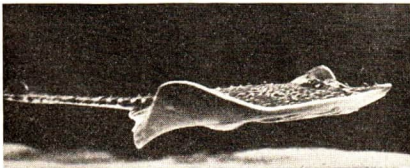


Abb. 97. Wellenförmige Schwimmbewegung des Rochens



auf dem Flimmern, Rückstoßen oder Rudern. Durch Geißeln oder Wimpern bewegen sich viele *Einzeller* fort. Auch viele *Larven* höherer Tiere bewegen sich noch mittels Wimperplatten oder Wimperkränzen fort, z. B. Larven einiger Korallenarten und mancher Ringelwürmer und Weichtiere. Durch Rückstoß bewegen sich z. B. Quallen und Tintenfische, durch Rudern Wasserflöhe und Pinguine. Langgestreckte Tiere (Aale, Schlangen) oder auch abgeplattete Tierarten (Strudelwürmer, Rochen, Abb. 97) bewegen sich meist durch wellenförmige Bewegung fort. Oft wird der Körper noch durch Flossensäume verbreitert. Das Hin- und Herschlagen der Schwanzflosse bewegt die Fische vorwärts, die Ruderbewegung der Brust- und Bauchflossen dient der Steuerung.

Kriechen. Bei der Kriechbewegung berührt der Körper den Boden unmittelbar, besondere Bewegungsorgane fehlen oft. Die primitivsten Kriechbewegungen durch Scheinfüßchen finden wir bei den Amöben. Die typische Kriechbewegung wurmartiger Tiere, z. B. des Regenwurms, erfolgt durch abwechselndes Strecken und Zusammenziehen seines Hautmuskelschlauches (s. S. 28). Die Bewegung der *Reptilien* beruht auf wellenartigem Ausbiegen von Rumpf und Schwanz nach beiden Seiten aus der geraden Körperachse heraus (Abb. 98). Oft werden diese Kriechbewegungen durch die paarigen Gliedmaßen unterstützt. Die *Schlangen* steigern die Schlängelbewegung durch ihre zahlreichen Rippen, deren Enden mit aufrichtbaren Bauchschuppen in Verbindung stehen (Abb. 72, S. 68).

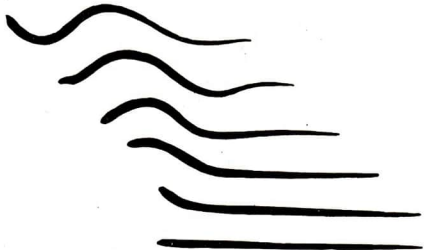


Abb. 98. Schlängelnde Bewegung der Blindschleiche

Laufen. Das Laufen ermöglicht eine raschere Art der Fortbewegung als das Kriechen. Die paarigen Gliedmaßen heben den Rumpf vom Boden ab. Sie werden durch starke Muskeln bewegt. Ein kräftiges Rumpfskelett dient als Ansatz für die Bewegungsmuskulatur. Bei laufenden Wirbeltieren ist die Wirbelsäule bogenartig geformt und dadurch zugleich fest und elastisch. Die Reibung mit dem Boden nimmt von den Sohlengängern über die Zehengänger bis zu den Spitzengängern ab (Abb. 99), entsprechend ist eine Zunahme der Geschwindigkeit zu verzeichnen, z. B. *Bär* – *Hund* – *Pferd*. Je länger die Gliedmaßen sind, desto größer ist im allgemeinen die Möglichkeit zu schnellem Lauf.

Bei den meisten Säugern werden verschiedene *Gangarten* unterschieden. Beim Schritt berühren die vier Hufe abwechselnd den Boden. Im Trab bewegen

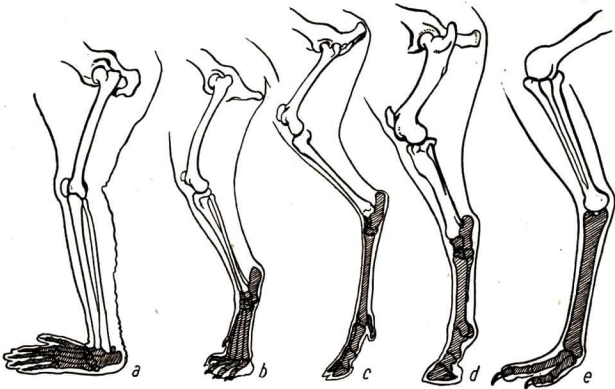


Abb. 99. Skelett der Hinterbeine.

a Pavian — Sohlengänger, b Hund — Zehengänger, c Reh — Spitzengänger (Zweihufer), d Pferd — Spitzengänger (Einhufer), e Strauß — Laufvögel

z. B. Katze und Pferd die diagonal stehenden Beine gleichzeitig. Im Galopp erfolgt der Lauf sprungartig von den Hinterbeinen auf die Vorderbeine (z. B. Hase oder Hund). Das Dromedar bewegt sich im Paßgang, d. h. die Gliedmaßen derselben Seite bewegen sich gleichzeitig. Eine besondere Form der Fortbewegung ist das *Klettern* in Bäumen. Für diese Bewegung haben sich bei den Tieren Kletterfüße, Krallen und Greiffüße ausgebildet (Abb. 100).

Graben und Bohren. Im Erdreich lebende Tiere sind durch gestreckten, walzenförmigen Körperbau und Umbildung der Extremitäten zu Grabwerkzeugen ihrer Lebens-

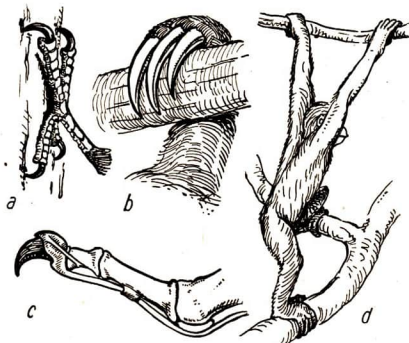


Abb. 100. Klettern. a Kletterfuß eines Spechtes, b Sichelkrallen des Faul-tiers, c Katzenkrallen, d Greifhände und -füße eines Affen

weise angepaßt. So erklären sich die starke, gedrungene Grabhand des *Maulwurfes* mit den breiten Scharrkralen und das kräftige, breite Grabbein der *Maulwurfsgrille* (Konvergenz, s. S. 150).

Am Strand finden wir zur Ebbezeit den *Sandwurm*, der sich wie die Regenwürmer mit dem keilförmigen Kopfe in das Erdreich gearbeitet hat. Eine ähnliche Tätigkeit finden wir bei *Bohrmuscheln*, deren Drüsen Säure absondern, die das Kalkgestein zu lösen vermag. Manche Schnecken bohren sich mit Raspeln ein, die an ihrem Vorderende sitzen.

Fliegen. Vielgestaltig sind die Flugorgane der Tiere. Die Flügel der Insekten sind zarte, durch Adern versteifte Hautplatten. Die Flügel der Vögel dagegen sind Extremitäten mit einem knöchernen Skelett. Die ursprüngliche Flugbewegung ist der *Gleitsprung*. Die Tiere spannen ihre Flughäute aus und lassen sich von erhöhter Lage herabgleiten. So kann sich der Flattermaki, ein Halbaffe, 65 m weit gleiten lassen und verliert dabei je 5 m Strecke nur 1 m Höhe. Die fliegenden Fische schnellen dagegen aus dem Wasser hoch, erreichen eine Höhe bis zu 5 m und gleiten bis 200 m durch die Luft.

Erst die Ausbildung von Flügeln und Flugmuskeln ermöglicht eine aktive Flugbewegung. Beim Flug aus eigener Kraft ist eine große Kraftentfaltung notwendig, weil der Auftrieb in der Luft sehr gering ist. Eine einfache Flugart ist

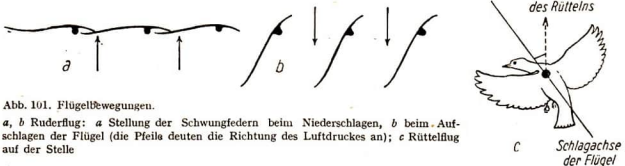


Abb. 101. Flügeltbewegungen.

a, b Ruderflug: a Stellung der Schwunghedern beim Niederschlagen, b beim Aufschlagen der Flügel (die Pfeile deuten die Richtung des Luftdruckes an); c Rüttelflug auf der Stelle

der *Flatterflug*, wie wir ihn z. B. bei den *Heuschrecken* finden, die nach dem Sprung durch schwirrende Bewegung der Flügel weiterfliegen. Beim *Schwirrfly* beschreiben die Flügel flachliegende Achten, wie z. B. bei den Schwärmen und Kolibris, die sich an einer bestimmten Stelle in der Luft zu halten vermögen. Ebenso können größere Vögel, wie die Falken, sich durch den *Rüttelfly* (Abb. 101 c) an einer Stelle in der Luft halten. Der *Ruderflug* (Abb. 101 a, b) entsteht durch ein rhythmisches Auf- und Niederschlagen der Flügel. Der *Segelfly*, z. B. des Bussards oder der Möwe, erfolgt ohne Flügelschlagen in Aufwindgebieten. Der Vogelkörper zeigt eine weitgehende Spezialisierung im Bau des Skeletts, der Befiederung und auch der inneren Organe (s. S. 70). Im Fluge nimmt der Körper Stromlinienform an. Kräftig ist die Flugmuskulatur, die z. B. bei der Taube ein Viertel und bei der Möwe ein Achtel des Gesamtkörpergewichts ausmacht.

Insektenflug und Vogelflug zeigen große Unterschiede in der Zahl der *Flügel-schläge*:

Storch	1 $\frac{3}{4}$ Schläge je Sek.	Kolibri	50 Schläge je Sek.
Krähe	4 „ „ „	Marienkäfer	80 „ „ „
Taube	9 „ „ „	Honigbiene .. bis 200	„ „ „
Kohlweißling	9 „ „ „	Stechmücke	300 „ „ „

Die *Fluggeschwindigkeit* richtet sich nach Körpergröße, Flügelbau und Flugbewegung. Beim Storch hat man eine Geschwindigkeit von 40 bis 45 km/h, beim Finken 52 km/h und bei der Schwalbe 120 km/h gemessen. Der Storch vermag z. B. in 5 Tagen eine Entfernung von 1200 km, das Rotkehlchen in 20 Tagen 1100 km zurückzulegen.

III. Stoffwechsel

Jedes Tier nimmt seine Nährstoffe von außen auf, verarbeitet sie im Innern und scheidet die unbrauchbaren Stoffe nach außen ab. Der Stoffwechsel im Körperinnern umfaßt zwei Vorgänge: den Aufbau körpereigener Stoffe und die Gewinnung von Energie für den Ablauf der Lebensvorgänge. Danach unterscheiden wir den *Bau-* und den *Betriebsstoffwechsel*. Im Baustoffwechsel werden Nahrungsstoffe in Körperstoffe umgesetzt und zum Anbau oder zur Erhaltung verwendet. Im Betriebsstoffwechsel gewinnt der Körper die für die Lebensvorgänge notwendigen Energiemengen durch Abbau aufgenommener Stoffe.

Aufnahme und Verarbeitung der Nahrung. Viele *Einzeller* und die *Schwämme* *strudeln* Nahrungsteilchen mit Hilfe von Geißeln oder Wimpern herbei. Auch die *Muscheln* erzeugen mit Wimperbewegungen einen Wasserstrom und filtern die Nahrung wie durch eine Reuse. Die Arme der *Hohltiere* und *Tintenfische* dienen als Fangwerkzeuge. Bei den Erdfrässern passieren Unmengen von Sand, Schlamm oder Erde den Darm, wo die wenigen verdaulichen Stoffe aufgenommen werden. Zu den Erdfrässern gehören die *Seewalzen*, manche *Seeigel*, der *Sandwurm* der Wattenmeere und als Landbewohner der *Regenwurm*, der dadurch die Humusbildung und die Durchlüftung des Ackerbodens fördert.

Die *Zerkleinerung* der Nahrung erfolgt auf die verschiedenartigste Weise. Kauwerkzeuge finden wir schon bei Borstenwürmern, Weichtieren und Stachelhäutern. Die Schnecken haben eine Reibplatte, die meisten Seeigel kreisförmig angeordnete Zahngelüste, die Mundgliedmaßen der Insekten weisen sehr unterschiedliche Formen auf (s. S. 37). Eine Sonderstellung nehmen die *Parasiten* ein, die die sie umgebende bereits gelöste Nahrung auf osmotischem Wege aufnehmen. Infolgedessen konnten sich Mundwerkzeuge und Verdauungsorgane um- und zurückbilden; sie fehlen in einigen Fällen sogar ganz (Bandwurm). Die meisten Wirbeltiere besitzen *Zähne* (Abb. 102). Diese entstehen aus Vorstülpungen der Lederhaut, die das Zahnbein bilden, während die Schmelzschicht der Oberhaut entstammt. Bei Fischen, Amphibien und Reptilien findet ein dauernder

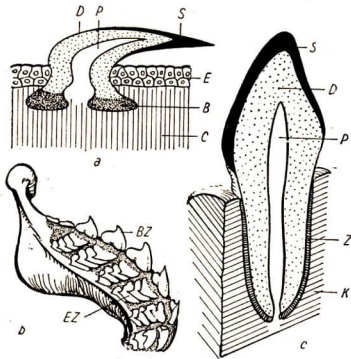


Abb. 102. Entwicklung der Zähne.

a Zahnähnliche Hautschuppe (Plakoidschuppe) eines Haies, b linker Unterkiefer des Blauhaies, c Eckzahn des Menschen.

B Basalplatte, BZ Beißzahn, C Lederhaut (Corium), D Dentin, E Oberhaut (Epidermis), EZ Ersatzzähne, K Kiefer, P Zahnhöhle (Pulpa), S Schmelz, Z Zementschicht

Zahnwechsel statt, während die Zähne der Säugetiere nur einmal gewechselt werden. Bei Schildkröten, Vögeln und Schnabeltieren haben sich die Zähne im Laufe der Entwicklung rückgebildet. Eine Sonderform bilden die von Kanälen durchzogenen *Giftzähne* der Schlangen. Beigeschlossenem Maul sind diese Zähne, die ihr Gift aus der zur Giftdrüse gewordenen Mundspeicheldrüse beziehen, zurückgeklappt.

Beimachen auf dem Landelebenden Tieren wird die *Verdauung* schon außerhalb des Mundes durch ausgeschiedene Verdauungssäfte eingeleitet (Spinnen, Laufkäfer). Bei anderen setzt sie im Mund ein. Die Speiseröhre ist vielfach zu einem *Kropfer* erweitert, in dem die Nahrung gespeichert

und eingeweicht wird. Im *Magen* wird die Verdauung fortgesetzt, im *Darm* beendet. Besondere Wirkstoffe, die *Fermente*, sorgen für die Aufspaltung der Nahrungstoffe, ohne selbst chemisch verändert zu werden. Sie wirken also als Katalysator. Bei den *pflanzenfressenden* Tieren, die auf eine intensive Ausnutzung der nährstoffärmeren Kost angewiesen sind, erreicht der Darm eine beträchtliche Länge. Beim Rind beispielsweise beträgt er das 20fache, beim Menschen dagegen das 5fache und bei der Fledermaus das Doppelte der Körperlänge.

Die Atmung. Im Körper der Tiere wird die Nahrung unter Energiegewinn oxydiert. Dazu ist Sauerstoff nötig. Gleichzeitig muß das bei der Oxydation entstehende Kohlendioxyd aus dem Körper entfernt werden. Bei den Schwämmen und Hohltieren werden Außen- und Innenblatt ständig von frischem, sauerstoffreichem Wasser umspült. Viele Feuchtlufttiere, wie z. B. der Regenwurm, atmen durch die *Haut*. Auch Aale nehmen an Land mehrere Stunden hindurch Sauerstoff durch die Haut auf; der Wasserfrosch deckt die Hälfte seines Sauerstoffbedarfs auf dieselbe Weise. Als besondere Atmungsorgane sind bei vielen Wirbellosen aus- oder eingestülpte Hautsäcke vorhanden (Abb. 103). *Hautkiemen* finden wir z. B. bei Weichtieren und Krebsen, es sind dünnwandige, vom Blut durchströmte und vom Wasser umspülte Hautgebilde (a). Einstülpungen der äußeren Haut sind die *Tracheenlungen* der Spinnen, gefächerte, nach außen geöffnete Hohlräume. Die *Tracheen* der Insekten stellen ein sich nach außen öffnendes, verästeltes System dar, das mit seinen feinsten Verzweigungen alle inneren Organe umspinnt (c). Bei

der Tracheenatmung wird der Sauerstoff den Geweben und Zellen auf dem Wege über die in den Tracheenendungen vorhandene Gewebeflüssigkeit direkt zugeführt. Die Wirbeltiere atmen entweder durch *Kiem*en oder durch *Lungen*, die sich beide aus Teilen des Vorderdarmes entwickelt haben. Beim Lanzettfischchen

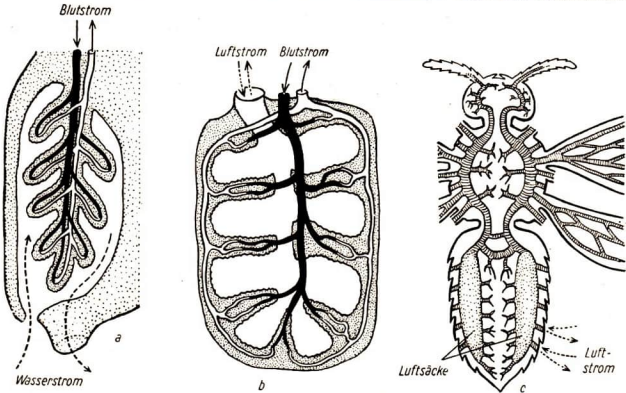


Abb. 103. Atmungsorgane.

a Kieme eines Tintenfisches, b Lunge eines Kriechtieres, c Tracheen eines Insektes

wird das sauerstoffreiche Wasser durch den sehr langen *Kiemendarm* und die Kiemenspalten gespült. Die Kiemenspalten sind Durchbrüche von der Höhle des Kiemendarmes zum Außenwasser. Die Zahl der Kiemenspalten bei den Fischen wird in der Entwicklungsreihe von acht auf fünf reduziert, die jedoch nicht immer alle durchbrechen. Die Oberfläche der die Spalten begrenzenden Kiemebögen ist durch die Bildung von Kiemblättchen stark vergrößert. Die Lunge ist bei den Lurchen sackartig, bei den Eidechsen bereits gekammert (b). Für die Vögel sind Lungenpfefen, für die Säuger Lungenbläschen, an denen der Gasaustausch erfolgt, charakteristisch.

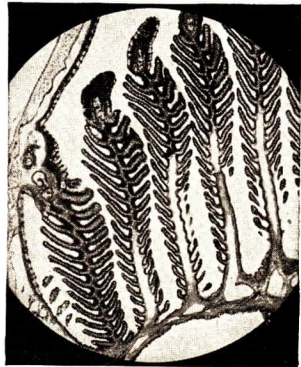


Abb. 103a. Kiemen von der Larve des Neunauges, schwach vergrößert (Mikrofoto)

Das Blut und sein Kreislauf. Alle Körperteile werden mit den aufgenommenen Nährstoffen und dem eingeatmeten Sauerstoff versorgt. Gleichzeitig werden die Abbauprodukte ausgeschieden. Dazu dienen besondere Einrichtungen. Bei kleineren Zellverbänden erfolgt die Weitergabe der Stoffe von Zelle zu Zelle (*Osmose*). Bei vielen Würmern und den Stachelhäutern werden die Nährstoffe durch eine Flüssigkeit, die *Lymphe*, im Körper verteilt. Sie befindet sich in den kleinen Hohlräumen zwischen den Geweben und wird durch Flimmerhaare oder Muskelbewegungen weitergetrieben.

Bei den Anneliden tritt zum erstenmal in der Entwicklungsreihe Blut auf, das durch einen kontraktilen Abschnitt des Blutgefäßsystems in Kreislauf gebracht wird. Bei einigen Tieren, z. B. bei den Insekten, bewegt sich das Blut auch außerhalb der Adern. Sie haben einen **offenen Blutkreislauf**. Bei den Ringelwürmern und Wirbeltieren kommt es zur Ausbildung eines in sich zusammenhängenden Gefäßsystems, dem sogenannten **geschlossenen Blutkreislauf**. Wir finden ihn bereits beim *Lanzettfischchen*. Es besitzt zwar noch kein Zentralherz, doch sind die in die Kiemenarterienbögen eingeschalteten kleinen „*Kiemenherzen*“ befähigt, das Blut in die Kiemengefäße zu pumpen. Es fließt dann durch die paarigen Aortenwurzeln in die unpaare Aorta und weiter nach hinten in die feinen Darmgefäße, gelangt von dort durch die Pfortader zur Leber und wieder nach vorn zur Kiemenarterie. Die Fische besitzen ein *Herz*, das aus Vorkammer und Kammer besteht. Von hier gelangt das Blut durch die Kiemen (Abb. 103a) und die Aortenwurzeln in die Aorta und durch die Venen schließlich auf dem Wege durch Niere und Leber zur Vorkammer zurück (Abb. 104 a).

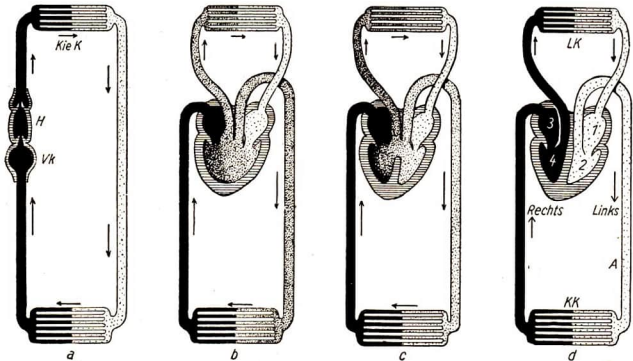


Abb. 104. Blutkreislauf. a Fisch, b Lurch, c Kriechtier, d Vogel und Säugetier.

A Schlagader (Arterie), H Herzkammer, KK Körperkreislauf, KiK Kiemenkreislauf, LK Lungenkreislauf, V Vene, V_k Herzvorkammer, 1 und 3 linke und rechte Vorkammer, 2 und 4 linke und rechte Herzkammer

Alle übrigen Wirbeltiere lassen dagegen einen gesonderten **Lungen- und Körperkreislauf** erkennen, der eine weitere Kammerung des Herzens bedingt. Die *Amphibien* zeigen bereits eine rechte und eine linke Vorkammer (b). Die rechte enthält venöses Blut, das aus dem Körper kommt. Es ist dunkel und stärker mit Kohlendioxyd angereichert. Die linke Vorkammer enthält arterielles, hellrotes Lungenblut. In der Herzkammer erfolgt die Mischung des Blutes. Bei den *Reptilien* ist die Herzkammer durch Muskelstränge zwar noch unvollkommen getrennt (c), aber die Mischung von Körper- und Lungenblut wird dadurch erschwert. Die *Vögel* und *Säuger* zeigen eine vollkommene Trennung von arteriellem und venösem Blut durch vollkommene Trennung von linker und rechter Herzkammer (d). So führt bei den Warmblütern die Aorta nur arterielles Blut.

Stoffausscheidung. Der

Körper scheidet die Abfallprodukte des Stoffwechsels, vor allem Kohlendioxyd, Wasser und Harnstoff, wieder aus. Die Abgabe von Kohlendioxyd und Wasserdampf erfolgt vornehmlich durch die Atmungsorgane. Harnstoff und andere Salze sind die Endprodukte komplizierter Stoffumsätze und bilden, in Wasser gelöst, den Harn. Der Kot besteht aus abgestoßenen Deckzellen (Epithelien) des Darms, abgestorbenen Darmbakterien und unverdauten Resten von Pflanzenzellen. Die Darmepithelien können bis zu 25%, die Darmbakterien bis zu 50% der Trockenmasse des Kotes ausmachen.

Die einfachsten Ausscheidungsorgane haben die Einzeller in Form *kontraktiler Vakuolen*. Niedere Würmer be-

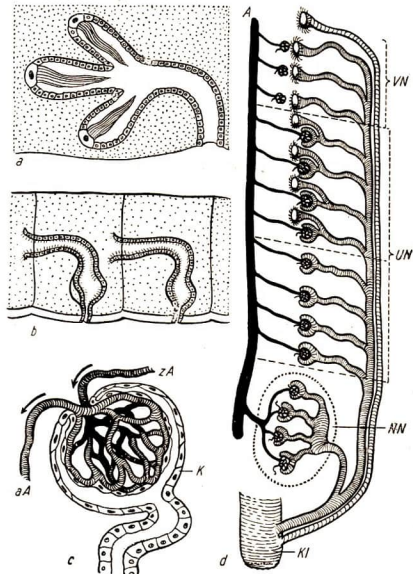


Abb. 105. Ausscheidungsorgane. a Protonephridien, b Nephridien, c Kapsel am Anfang eines Ur- oder Nachkrienenkanälchens, d Nierenorgan der Wirbeltiere. A Arterie, aA abführende, zA zuführende Arterie, K Kapselwand, KI Kloake, NN Nachniere, UN Urniere, VN Vorniere

sitzen nach außen führende Kanälchen, an deren blindgeschlossenen innerem Ende sich Ausscheidungszellen befinden (*Protonephridien*, Abb. 105 a). Ein schlagender Wimperschopf in ihnen befördert die Exkretflüssigkeit nach außen. Die Ringelwürmer haben paarig in den Leibessegmenten gelegene trichterförmige Organe (*Nephridien*, b), die im nächstfolgenden Segment nach außen führen.

Bei Fischen, Amphibien und Reptilien bilden sich während der Individualentwicklung nacheinander zwei Nierenorgane aus: die *Vorniere* als embryonales und die *Urnier* als bleibendes Ausscheidungsorgan. Die *Vorniere* besteht aus segmental angeordneten Kanälchen mit Wimpertrichtern. Die *Urnier* zeigt ebenfalls eine segmentale Anordnung. Die ableitenden Harnkanälchen beginnen jedoch nicht mehr mit offenen Wimpertrichtern, sondern mit becherartig eingedrückten Kapseln, den *Malpighischen Körperchen*, die mit Arteriengefäßknäueln ausgefüllt sind (c). Zwei Harnleiter, die unterhalb der Wirbelsäule liegen, nehmen den Harn auf. Auch bei Vögeln und Säugern werden Vorniere und Urnieren ausgebildet, jedoch sind bei ihnen beide lediglich embryonale Ausscheidungsorgane, während als bleibendes Ausscheidungsorgan eine dritte Niere, die sogenannte *Nachnieren*, angelegt wird (d). Sie ist nicht mehr segmental gebaut. Die Rindenschicht enthält zahlreiche Kapseln und Kapillaren. Nach innen schließt sich die Markschiebt an, die sich aus langen Kanälchen zusammensetzt. Im Nierenbecken wird der Harn aufgefangen und durch den Harnleiter zur Harnblase geführt. Bei den Vögeln besteht der Harn vorwiegend aus fester Harnsäure; bei ihnen ist die Harnblase rückgebildet.

Die niederen Wirbeltiere haben für die Ausscheidung flüssiger und fester Stoffwechselprodukte dieselbe Ausführöffnung (Kloake). Bei den meisten Säugetieren sind die Ausführwege getrennt, es kommt zur Ausbildung eines Afteres.

IV. Sinnesorgane

Mit den Sinnesorganen nehmen die Tiere Reize aus ihrer Umgebung auf. Die Sinneszellen sind jeweils nur für einen bestimmten Reiz besonders empfindlich. Wir teilen die verschiedenen Sinnesorgane nach der Art ihrer besonderen Ansprechbarkeit auf Reize ein:

Tastorgane. Bei fast allen Tieren sind Tastsinneszellen über den ganzen Körper verbreitet. Oft sind sie an besonderen, hervorragenden Körperteilen, wie Fühlern und Gliedmaßen, in größerer Anzahl vorhanden. Bei Wirbeltieren sind Tastkörperchen in der Lederhaut stellenweise dicht angeordnet.

Gleichgewichtsorgane. Veränderungen der eigenen Lage werden von vielen Tieren mit besonderen Sinnesorganen, den *Statozysten*, wahrgenommen (Abb. 106 a). Es sind meist nach innen versenkte, mit bewimperten Sinneszellen ausgekleidete Hohlräume, in denen feste Körper lagern. Manche Tiere bilden diese Körperchen selbst, andere Tiere (Krebse) nehmen winzige Steinchen in die Hohlräume auf. Durch Änderung der Körperlage werden diese Gleichgewichts-

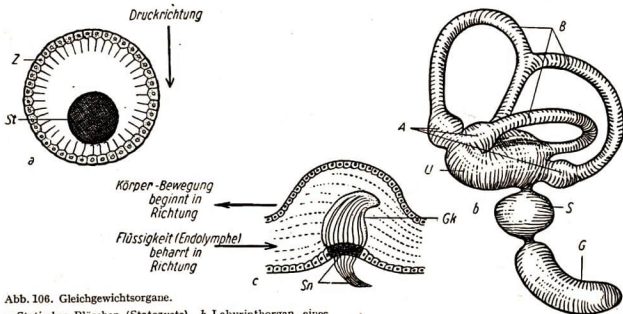


Abb. 106. Gleichgewichtsorgane.

a Statisches Bläschen (Statocyste), b Labyrinthorgan eines Vogels, c Verhalten des Gleichgewichtsorgans in der Ampulle eines Bogenganges, d Labyrinthorgan des Kaninchens; rechts die 3 Ebenen der Bogengänge.

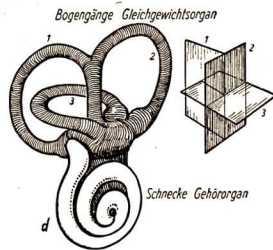
A Ampullen, B Bogengänge, G Gehörgang, Gk Gallertkuppel, S Sacculus, Sn Sinneszellen mit Nervenfasern, St Statolith, U Utriculus, Z Zellen mit Sinneshaaren

körperchen verschoben, andere Sinneshaare gereizt, und so wird die Lageänderung wahrgenommen. Diesen Organen entsprechen im Kopf der Wirbeltiere die komplizierten **Labyrinthorgane**, die vor allem aus drei senkrecht aufeinanderstehenden, mit Flüssigkeit gefüllten Bogengängen bestehen (b, d). Durch das Beharrungsvermögen der Flüssigkeit bei Bewegungen werden im Innern der Gänge, in ampullenartigen Erweiterungen, kleine Gallertkegel zur Seite gebogen (c). Dadurch werden in der Kegelbasis Sinneshaarbüschel gereizt, die Bewegungsänderungen wahrgenommen und Ausgleichsbewegungen ausgelöst.

Gehörorgane. Mit diesen Organen werden Schallwellen aufgenommen. Außer bei einigen Insekten, z. B. beim Heupferd im Vorderbein, finden wir echte Hörorgane bei luftatmenden Wirbeltieren, bei denen im Ohr ein Teil des Labyrinthes zur *Schnecke*, dem eigentlichen Hörorgan, geworden ist.

Temperaturorgane. Viele Tiere haben einen Temperatursinn, mit dessen Hilfe sie die für sie günstige Temperatur, ihr Temperaturoptimum, aufzusuchen vermögen. Die Temperaturwahrnehmung erfolgt durch Nervenendungen, die in der Haut verteilt sind.

Lichtsinnorgane. Bei einfach gebauten Tieren finden wir schon die Fähigkeit, durch Sehflecke oder einzelne Sehzellen Hell und Dunkel zu unterscheiden, wie z. B. beim Regenwurm (Abb. 107a). Meist liegen die Sehzellen am vorderen



Schnecke Gehörorgan

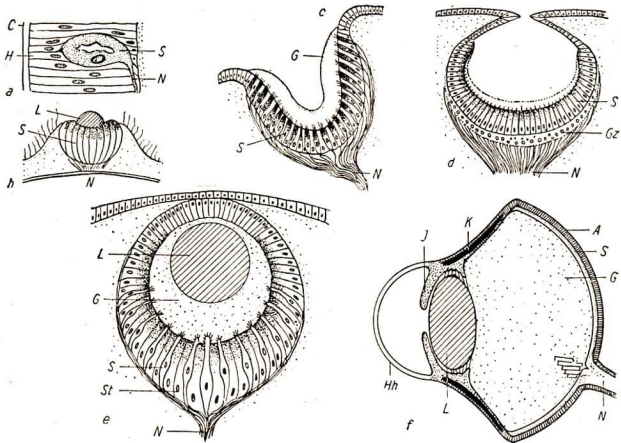


Abb. 107. Entwicklung des Auges.

a Sehzelle in der Haut des Regenwurmes, b Augenbecher einer Qualle, c Auge einer Napfschnecke, d eines Tintenfisches (*Nautilus*), e einer Weinbergschnecke, f einer Eule.

A Aderhaut, C Cuticula, G Glaskörper, Gz Ganglienzellen, H Haut, Hh Hornhaut, I Iris, K Knochenring, L Linse, N Nerv, S Sinneszellen, St Stützzellen

Körperende. Oft werden Sehzellen von Farbstoffzellen umgeben, die das seitliche Licht abschirmen. Aus solchen Zellen setzen sich z. B. die *Augenbecher* der Hohltiere (Abb. 107b) und des Lanzettfischchens wie auch die *Grubenaugen* mancher Schnecken (c) zusammen, die ein Richtungs- und Bewegungssehen ermöglichen. Das *Kameraauge* vieler Würmer und Weichtiere (d) liefert wie eine *Camera obscura* ein umgekehrtes Bild, das durch Verkleinerung der Augenöffnung an Schärfe zunimmt. Ein wesentlicher Fortschritt ist das *Linsenaue*, das ein Bildsehen ermöglicht und z. B. bereits bei einigen Medusen, Borstenwürmern und Spinnen zu finden ist. Hochentwickelte Linsenaugen besitzen die meisten Tintenfische und die Wirbeltiere (d, f). Bei ihnen sind verschiedene Hilfseinrichtungen (Lid, Iris usw.) entstanden, die einen besseren Schutz und eine bessere Lichtausnützung gewährleisten. Bei Insekten sind zahlreiche solcher Einzelaugen mit Linsen zu zusammengesetzten Augen, den *Facettenaugen*, vereint (Abb. 38, S. 36).

Chemische Sinnesorgane. Zu den chemischen Sinnesorganen gehören die Geruchs- und Geschmacksorgane. Mit ihnen nehmen die Tiere gasförmige und flüssige Reizstoffe wahr. Schon Wirbellose haben einen *Geruchssinn*, so die Strudelwürmer (s. S. 22), die Weichtiere und vor allem die Insekten, die vielfach auf weite Entfernungen hin von Duftstoffen angelockt werden. Die

Geruchssinneszellen befinden sich an verschiedenen Körperteilen; bei den Ringelwürmern sind sie über den ganzen Körper verteilt, bei Schnecken und Insekten vornehmlich in den Fühlern und den Tastern. Die Entwicklung des Riechorgans der Wirbeltiere führt von der Riechgrube bis zu den paarigen Knochenhöhlen der Nase, deren faltige Wandungen zum Teil mit der Riechschleimhaut ausgekleidet sind.

Die *Geschmacksorgane* dienen der Prüfung der Nahrung. Das Geschmacksorgan befindet sich meist in der Mundhöhle oder deren Umgebung. Die Wirbeltiere zeigen Geschmacksknospen, das sind Ansammlungen von Geschmackshärchen tragenden Sinneszellen, die von feinen Nervenendungen umspinnen werden (Abb. 108). Bei Fischen liegen solche Geschmacksknospen auch an den Lippen, den Barteln und den Kiemenbögen verstreut. Bei Landtieren sind sie meist auf der Zunge konzentriert.

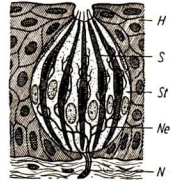


Abb. 108. Geschmacksknospe.
H Hautzellen, S Sinneszellen,
St Stützzellen, Ne Nervengelecht, N Nerv

V. Nervensystem

Die von den Sinneszellen ausgehenden Erregungen werden durch die langen Fortsätze (*Neuriten*) der Nerven- oder Ganglienzellen zu den Muskeln und Drüsen weitergeleitet. Die Gesamtheit aller Nervenzellen mit ihren Fortsätzen bildet das Nervensystem. Es verbindet die Sinnesorgane mit allen anderen Organen des Körpers.

Das einfachste Nervensystem besteht aus netzförmig miteinander verbundenen Nervenzellen (*diffuses Nervensystem*), die die von außen kommenden Reize überall am Körper aufnehmen und zu den Muskeln und Drüsen leiten. Wir finden es bei *Hohltieren*. Bei den meisten Tieren kommt es zur Bildung von *Nervenzentren*, zu denen die Reize geleitet werden, und von denen aus die Anregungen zu den Muskeln gehen. So entstehen in immer zunehmender Vervollkommenheit die *Zentralnervensysteme* (Abb. 109). *Anneliden* und *Gliedertiere* haben ein strickleiterförmiges Nervensystem. Es besteht aus einem im Kopf liegen-

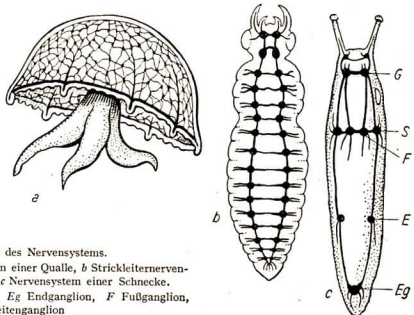


Abb. 109. Entwicklung des Nervensystems.

a Diffuses Nervensystem einer Qualle, b Strickleiternnervensystem eines Insektes, c Nervensystem einer Schnecke.

E Eingeweidganglion, Eg Endganglion, F Fußganglion, G Gehirnganglion, S Seitenganglion

den paarigen Oberschlundganglion, von dem aus zwei Längsfasern auf der Bauchseite durch den Körper laufen. Jedes Segment weist zwei, oft einander berührende Ganglienknoten auf, die sprossartig die beiden Längsfasern verbinden. So entsteht in jedem Segment ein eigenes Nervenzentrum.

Die *Wirbeltiere* haben ein zentrales Nervensystem, bei dem die segmentale Gliederung an den abgehenden Nerven noch klar zu erkennen ist. Bemerkenswert ist die unterschiedliche Entwicklung der bei allen Wirbeltieren vorhandenen fünf Hauptteile des Gehirns (Abb. 110): *Vorderhirn*, *Zwischenhirn*, *Mittelhirn*, *Kleinhirn* und *Nachhirn* (verlängertes Mark). Die *Fische* haben ein verhältnismäßig einfach gebautes Hirn. In ihrem Vorderhirn enden die Geruchsnerven und bilden das Riechzentrum. Ähnlich ist im Mittelhirn ein Sehzentrum entstanden. Durch das Kleinhirn werden das Zusammenspiel der Bewegungen und das Gleichgewicht reguliert. Das Gehirn der *Amphibien* weist bereits eine Längsteilung des Vorderhirns in zwei *Hemisphären* auf. Die *Reptilien* zeigen eine starke

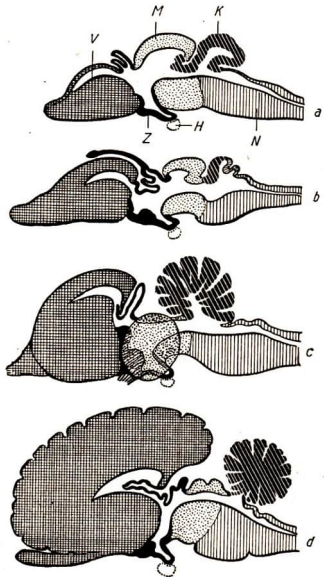


Abb. 110. Entwicklung des Gehirns.

a Fisch, b Lurch, c Vogel, d Säugetier.

V Vorderhirn, Z Zwischenhirn, M Mittelhirn, K Kleinhirn, N Nachhirn, H Hypophyse

Weiterentwicklung der Hemisphären des Vorderhirns durch Herausbildung einer äußeren, grauen Rindenschicht und einer inneren, weißen Substanz. Bei den *Vögeln* finden wir eine starke Ausprägung des Vorder- und des Kleinhirns sowie des im Mittelhirndach gelagerten Sehentrums. Bei den *Säugetieren* beobachten wir eine noch stärkere Entwicklung der beiden Hemisphären des Vorder- und des Kleinhirns. Das Vorderhirn, das bei den Säugetieren mit Recht als *Großhirn* bezeichnet werden kann, überdeckt mit seinen Lappen alle anderen Hirnteile. Das Großhirn zeigt bis zum Menschen hinauf eine immer stärkere Entfaltung durch Vergrößerung der Hemisphären, durch Furchenbildung und vielseitige Abwandlungen. Vom Gehirn aus laufen unmittelbar oder durch das Rückenmark Nervenstränge zu wichtigen Teilen des Rumpfes. Die Eingeweide werden von besonderen Nerven versorgt, den *Eingeweidenerven*, deren System mit den anderen Nerven in nur loser Verbindung steht (*autonomes Nervensystem*).

VI. Verhaltensweisen der Tiere

Zwischen der Reizleitung bei Pflanzen und Tieren besteht ein grundsätzlicher Unterschied. Bei den Pflanzen erfolgt die Reizleitung durch bestimmte Wirkstoffe (Hormone), die mit dem Wasser zu den pflanzlichen Organen geleitet werden. Bei den Tieren dagegen werden Reize in den Nerven weitergeleitet.

Die verschiedenen Organe des Körpers werden durch ein Zentralnervensystem miteinander in Beziehung gebracht und ihre Tätigkeiten aufeinander abgestimmt. Die von der Haut und den Sinnesorganen von außen nach innen laufende Reizleitung erfolgt durch *sensible* Nerven. Dagegen wird die vom Zentralnervensystem zu den Muskeln geleitete Erregung von den *motorischen* Nerven übertragen. Den Erregungsablauf von sensiblen Nerven zu motorischen Nerven bezeichnet man als **Reflex**. In vielen Fällen sind zwischen dem sensiblen und dem motorischen Nerv noch andere Nerven (Schaltneurone) eingeschaltet. Wenn mehrere Reflexe in gesetzmäßiger Weise zusammenwirken, entsteht eine *Reflexkette*. Stößt man einen ruhenden Käfer an, so beginnt er, seine sechs Beine in ganz bestimmter Reihenfolge zu bewegen. Jedes einzelne Bein arbeitet für sich reflektorisch, alle zusammen in einer Reflexkette. Genau so ist es bei den Kaubewegungen der Krebse, der Spinnen und vieler anderer Tiere. Alle Reflexe sind angeboren. Sie gehören zur Wesensart eines Tieres ebenso wie seine Größe, seine Gestalt und Farbe, seine Ernährung usw. Am ersten Tag des Lebens laufen sie genau so ab wie am letzten, darum kann man bei vielen Tieren voraussagen, wie sie auf einen bestimmten Reiz reagieren.

Wir können beobachten, daß Zweck und Sinn der von den Tieren ausgeführten Handlungen ihnen nicht bewußt sind. Dennoch sind diese Handlungen, die triebhaft zur Ausführung kommen, für die Erhaltung der Art oftmals unerlässlich. Diese **Instinkthandlungen** entspringen einem angeborenen Drang und erfolgen innerhalb bestimmter Verhältnisse auf bestimmte Wahrnehmungen hin. Die meisten Instinkte lassen sich nicht auf Reflexketten zurückführen; sie sind vielmehr einheitliche, angeborene Verhaltensweisen.

Besonders eindrucksvoll erkennt man an der in Mexiko beheimateten *Yuccamotte* (*Pronuba*

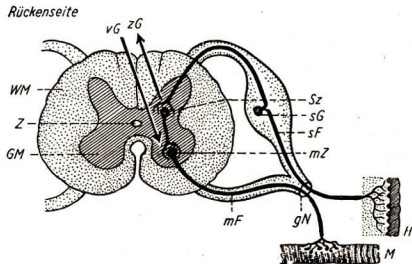


Abb. 111. Reflexbogen im Rückenmark eines Wirbeltieres.

mF Motorischer Nerv, *sF* sensibler Nerv, *GM* graue Masse, *sG* sensible Ganglienzelle, *vG* vom Gehirn, *zG* zum Gehirn, *H* Haut mit freier Nervenendung, *M* Muskel mit Endbäumchen der Nervenfasern, *gN* gemischter Nerv, *Sz* Schalt-nervenzelle, *WM* weiße Masse, *Z* Zentralkanal, *mZ* motorische Zelle

yuccasella), wie das Ergebnis von Instinkthandlungen der Erhaltung der Art dient. Das befruchtete Weibchen der Yuccamotte fliegt zu einer Yuccablüte und formt aus Blütenstaub ein Klümpchen, mit dem es zu einer anderen Blüte fliegt. Dort legt es mit Hilfe seines spitzen Legebohrers sieben bis acht Eier in den Fruchtknoten zwischen die Keimzellen der Pflanze. Dann klettert die Motte am Griffel entlang und stopft das mitgebrachte Pollenklümpchen in die trichterförmige Narbe. Dadurch ist die Blüte befruchtet und gleichzeitig die Ernährung der im Fruchtknoten entstehenden Räupchen, die sich von einem Teil der Samen ernähren, gewährleistet.

Das Ziel ihrer Handlungsweise ist der Yuccamotte nicht bekannt; die für die Arterhaltung notwendigen Handlungen laufen unbewußt ab.

Als Beweis dafür, daß Instinkthandlungen nicht auf überlegtem Handeln beruhen, können auch jene instinktiven Verhaltensweisen dienen, die zu einem sinnlosen oder unvollständigen Ergebnis führen können. So legen *Schmeißfliegen* in der Regel ihre Eier auf faules Fleisch, wodurch die Ernährung der Maden gesichert ist. Da aber allein der Geruch von faulem Fleisch die Fliegen anlockt und zur Eiablage bringt, fliegt sie genau so auf die Aaspflanze (*Stapelia hirsuta*) und legt dort ihre Eier ab. Hier geht die Nachkommenschaft natürlich zugrunde.

Ebenso deutlich zeigt uns der folgende Versuch mit *Prozessionsraupen*, wie der starre Ablauf einer Instinkthandlung zu sinnlosen Ergebnissen führt, wenn er unter ungewöhnlichen Bedingungen erfolgt. Die Raupen des *Prozessionsspinners* (*Thaumetopoea prozessionea*) zeichnen sich dadurch aus, daß sie wie zu einer Prozession geordnet abends vom Nest zum Futterplatz und beim Anbruch des Morgens genau so wieder zurückwandern. Diese kriechende Raupenkette wird von keinem bestimmten Leittier geführt. Zwingt man jedoch das an der Spitze kriechende Tier dazu, sich dem letzten anzuschließen, wodurch die ganze Prozession zu einem Kreis geschlossen wird, so wandern sämtliche Raupen unentwegt sogar tagelang im Kreis, ohne zu ihrem Ziel zu gelangen. Der gleiche Versuch gelingt auch mit der *Wanderameise* (*Eciton schmitti*).

Bei vielen Tieren findet man Handlungsketten, die sich aus einer Menge angeborener Instinkthandlungen zusammensetzen. Bei den höheren Tieren sind zwischen ihnen einzelne Tätigkeiten eingeschaltet, die auf erfahrungsmäßigem Handeln beruhen. So tragen *Raben* vor dem eigentlichen Nestbau instinktiv die verschiedenartigsten Stoffe, darunter auch solche, die zum Nestbau ungeeignet sind, an verschiedene Stellen und schieben die Gegenstände hin und her, bis sie sich an der Unterlage festhaken. Daraufhin werden immer geeignetere Nestbaustoffe herbeigetragen, und das Nest wird schließlich in die Höhe gebaut. Hier läßt sich also eine Fähigkeit feststellen, die auf einem raschen Erlernen beruht. Eine solche Aufeinanderfolge von instinktmäßig angeborenen und individuell erworbenen Handlungen wird als *Verschränkung* bezeichnet und ist vor allem bei dem Verhalten höherer Tiere zu finden. Dabei lösen äußere Reize die mannigfaltigen Tätigkeiten, wie z. B. Ernährung, Nestbau, Brutpflege usw., aus.

Handlungen, die durch innere Reize ausgelöst werden, bezeichnet man als triebhaft. Manche **Triebe**, wie z. B. der *Hunger*, sind bei allen Tieren vorhanden, lösen aber überall unterschiedliche Reaktionen aus. Da die Instinkthandlungen angeboren sind und vererbt werden, können sie für jede bestimmte Art als kennzeichnende Merkmale gelten.

Mannigfaltige Beispiele für instinktives Handeln lassen sich aus dem Leben der *staatenbildenden Insekten* aufführen. Wir wissen, daß die Tätigkeiten einer Honigbiene im Bienenstaate entsprechend ihrer Altersstufe verschieden sind. Ihre Mundspeicheldrüse ist in den ersten Tagen nach dem Schlüpfen stark entwickelt. Daher kann man sie während dieser Zeit als Nährbiene bezeichnen. Darauf erfolgt bei beginnender Funktion der Wachsdrüsen das Stadium der Baubiene. Ebenso sind die anderen Tätigkeiten, wie Fächeln, Sammeln von Pollen, Nektar und Wasser, an die Entwicklungsstufe bestimmter Organe gebunden.

Das große Gebiet der Instinkte ist noch verhältnismäßig wenig erforscht. Offensichtlich ist aber, daß sich in der Stammesentwicklung Instinkthandlungen nach denselben Gesetzen entwickeln wie Organe. Weiterhin läßt sich beobachten, daß bei Tieren mit *hoch spezialisierten Instinkten* nur eine *geringe Lernfähigkeit* vorhanden ist, während umgekehrt bei den Wirbeltieren eine starke Herausbildung der Lernfähigkeit parallel geht mit einer *Rückbildung der Instinkthandlungen*.

Bei oftmaliger Wiederholung von Reizen ändert sich die Reaktion des Tieres. Ein *Glockentierchen* zieht sich bei plötzlichen Erschütterungen zusammen und streckt sich allmählich wieder. Folgen neue, gleichartige Erschütterungen, so reagiert das Tier schwächer und schließlich gar nicht mehr. Es hat sich *an den Reiz gewöhnt*. Der Außenreiz bleibt derselbe, die Reaktion auf diesen Reiz wird jedoch von innen her gehemmt und hört schließlich ganz auf.

Erinnerung und *Gedächtnis* sind bei den verschiedenen Tierarten verschieden stark ausgebildet. Jagt man eine *Fliege* von einer Speiseschüssel weg, so kehrt sie, vom Duft angelockt, immer wieder zurück. Sie lernt also nichts. Dagegen zeigten mit Hühnern angestellte Futtersuche, daß diese Tiere ein Erinnerungsvermögen haben. Quadrate zweier Farben wurden schachbrettartig nebeneinandergesetzt. Auf die einen kamen Körner, auf die anderen nicht genießbare Nachbildungen. Nach kurzer Zeit pickten die Hühner nur noch auf der einen Farbe. Zu der Erinnerung an die Farbe kommt die *Verknüpfung* von Farbe und Futter. Derartige Verknüpfungen (Assoziationen) kommen besonders bei den Wirbeltieren recht häufig vor. An Aquarienfischen, Stubenvögeln, Haustieren können sie täglich beobachtet werden, denn alle diese Tiere *lernen*, zu bestimmten Zeiten das Futter zu erwarten, sie lernen, aus Bewegungen des Menschen auf die Futtergabe zu schließen. In diesen einfachen Fällen sind Zeit–Futter bzw. Bewegung–Futter verknüpft.

Aufschlußreiche Versuche zur Erforschung der Funktion der Gehirntätigkeit machte der sowjetische Forscher *Iwan Petrowitsch Pawlow* (1849–1936). Er fütterte einen Hund. Bei der Berührung des Futters mit der Mundschleimhaut erfolgte als *unbedingter Reflex* eine Speichelabsonderung.

Im Anschluß an diesen unbedingten Reflex veranlaßte *Pawlow* durch geeignete Versuchsbedingungen die Ausbildung neuer, *bedingter Reflexe*. Wenn er während des Fressens mehrfach einen anderen Sinnesreiz (z. B. ein Lichtsignal, einen Glockenton usw.) auf das Tier einwirken ließ, so wurde nach einigen Versuchen die Speichelabsonderung allein schon durch diesen Sinnesreiz ausgelöst. Für den Ablauf der bedingten Reflexe sind demnach früher erfahrene Reize die Voraussetzung. *Pawlow* hat diese Methode der bedingten Reflexe weitgehend ausgebaut und zahlreiche Versuche gemacht. Er hat auf diese Weise einen exakten Weg gefunden, die Leistungen des Großhirns zu erforschen und erkannte auch die psychischen Leistungen der Tiere letzten Endes als bedingte Reflexe.

VII. Zusammenwirken der Organe

Der einheitliche Organismus der Mehrzeller gliedert sich in Organe, die in wechselseitiger Abhängigkeit voneinander arbeiten.

Das einheitliche Zusammenwirken der Organe miteinander und ihre Wechselwirkung werden teils auf *nervösem*, teils auf *chemischem* Wege gesteuert. Das **Nervensystem** reguliert das Zusammenwirken der Organe. Dabei sind neben den im Zentralnervensystem verlaufenden Bahnen noch andere beteiligt. Sie bilden in ihrer Gesamtheit das Eingeweidennervensystem. Dieses steuert ohne Einschaltung des Zentralnervensystems u. a. die Funktionen von Herz, Lunge und Darm und die Funktion der Blutgefäße.

Die chemischen Regulationen werden durch das Blut vermittelt. Die wichtigste Rolle bei der chemischen Steuerung spielen die **Drüsen mit innerer Sekretion** (Abb. 113). Es sind Drüsen ohne Ausfuhrkanäle, deren Absonderungen ins Blut dringen und an bestimmten Körperteilen, oftmals weit von ihrem Entstehungsort entfernt, wirksam werden. Diese Wirkstoffe, die die chemischen Anreize bewirken, werden **Hormone** genannt. Wir kennen solche bereits bei Krebsen, bei denen sie Farbstoffänderungen hervorrufen und bei Insekten, wo sie Häutung und Metamorphose auslösen. Bei sehr vielen Tierarten tritt ein und dasselbe Hormon auf; es ist also nicht artspezifisch. Dies gilt z. B. für das Hormon *Thyroxin* der *Schilddrüse*, die am Kehlkopf sitzt. Bei den Vögeln hat es einen Einfluß auf die Mauser und den Wandertrieb. Bei Kaulquappen kann man durch Thyroxin die Metamorphose vorzeitig erzwingen. Die Wasserform des Axolotls kann durch Thyroxingaben in die Landform umgewandelt werden. Bei den Winter-

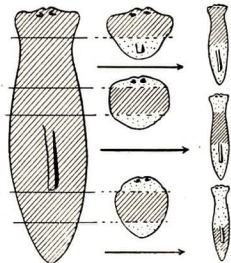


Abb. 112. Regeneration bei einem Strudelwurm

schlafen unter den Säugern regelt es den stark herabgesetzten Stoffwechsel im Winter. Spritzt man z. B. einer Fledermaus im Winterschlaf Thyroxin ein, so erwacht sie im strengsten Winter und beginnt zu fliegen.

Der *Hirnanhang* (*Hypophyse*) sondert mehrere Hormone ab. Sie regeln die Funktion vieler anderer Hormondrüsen. So wird z. B. die Entwicklung und die Tätigkeit der *Keimdrüsen* von der Hypophyse gesteuert. Die Keimdrüsen wiederum bedingen mit den von ihnen gebildeten Hormonen die Ausbildung der sekundären Geschlechtsmerkmale.

Unter den Hormondrüsen, aber auch unter anderen Organen besteht eine *Wechselwirkung* (Korrelation). So arbeiten die Sinnes- und Nervenorgane, die Atmungs- und Kreislauforgane und die Ausscheidungsorgane und Fortpflanzungsorgane miteinander.

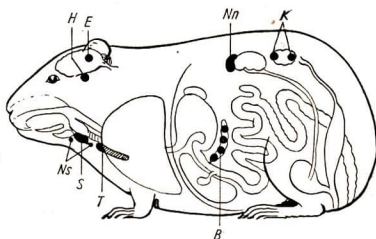


Abb. 113. Drüsen mit innerer Sekretion.

B Bauchspeicheldrüse, E Epiphyse, H Hypophyse, K weibliche Keimdrüsen, Nn Nebennieren, Ns Nebenschilddrüsen, S Schilddrüse, T Thymus

Verschiedene Organe übernehmen oft noch Nebenfunktionen, es tritt somit eine *Funktionserweiterung* ein. So leiten z. B. die Nephridien der Ringelwürmer neben den Exkretstoffen auch die Geschlechtsprodukte nach außen. Es kann auch ein *Funktionswechsel* stattfinden, wie z. B. bei der Umbildung der Schwimmblase zum Atmungsorgan der Lungenfische. Bildet sich ein Organ, das keine Funktion mehr ausübt, bis zu einem geringen Rest zurück, so bezeichnet man es als *rudimentär*, wie z. B. den Beckengürtel und den Oberschenkelknochen des Blauwals.

Die Fähigkeit, verlorengegangene Teile zu ersetzen, nennt man **Regenerationsvermögen**. Sie ist keine Leistung eines einzelnen Organs, sondern des gesamten Organismus. Je differenzierter ein Tier ist, desto geringer ist im allgemeinen sein Regenerationsvermögen. Unter den Plattwürmern haben die Planarien eine erstaunliche Regenerationsfähigkeit (Abb. 112). Die Regenwürmer können abgetrennte Teile ergänzen (s. S. 28). Der abgeschnittene Arm eines Seesternes vermag sich zu einem fünfstrahligen Tier zu vervollständigen. Bei den Molchen können noch Beine und bei den Reptilien kann noch der Schwanz ergänzt werden. Bei den Säugern schwindet die Regenerationsfähigkeit bis auf das Verheilen von Knochenbrüchen und Wunden, das Nachwachsen der Haare usw.

In unseren vergleichend anatomischen Betrachtungen haben wir eine steigende Organisationshöhe von den Einzellern bis zu den höheren Wirbeltieren beobachten können. Sie entwickelte sich in Wechselwirkung mit einer zunehmenden Arbeitsteilung zwischen den Organen. Die Spezialisierung der einzelnen Organe macht es unmöglich, daß beim Ausfall eines Organs seine Funktion von einem anderen übernommen werden kann. Versagt ein lebenswichtiges Organ, z. B. das Herz, so stirbt der Organismus, auch wenn alle anderen Organe funktionsfähig sind. Hierdurch unterscheidet sich das Tier von der Pflanze, wo der Organtod nicht den Tod des Organismus zur Folge hat (Beispiel: Abfall aller Blätter im Herbst). Der tierische Organismus ist also in all seinen Teilen und Funktionen ein einheitliches, untrennbares Gebilde. Immer wird die Funktion seiner Teile von der Gesetzmäßigkeit des Ganzen beherrscht.

B. FORTPFLANZUNG

Das Dasein des Individuums wird entweder durch eine Teilung (Einzeller) oder durch den Tod (Mehrzeller) beendet. Der *Tod* ist der natürliche Abschluß des individuellen Lebens aller mehrzelligen Tiere. Trotzdem bleibt durch die *Fortpflanzung* im allgemeinen die Art erhalten. Durch die Fortpflanzung bringen die Lebewesen neue Organismen gleicher Art hervor. Das geht auf mannigfache Weise vor sich, doch lassen sich zwei grundsätzlich verschiedene Vorgänge der Fortpflanzung unterscheiden. Bei der *ungeschlechtlichen* oder vegetativen Fortpflanzung entstehen in einem Organismus zu bestimmten Zeiten neue Lebewesen aus einzelnen Körperzellen oder Zellgruppen. Bei der *geschlechtlichen Fortpflanzung* vereinen sich zwei verschiedenartige Keimzellen, so daß sich ein neues Lebewesen entwickeln kann. In einzelnen Fällen kann die Entwicklung weiblicher Keimzellen auch ohne Befruchtung erfolgen, z. B. bei Stabheuschrecken, Blattläusen usw. (*Jungfernzeugung* oder *Parthenogenese*).

I. Ungeschlechtliche Fortpflanzung

Diese Art der Erhaltung des Lebens ist im Tierreich auf einige wenige Tiergruppen beschränkt. Am einfachsten ist sie bei den meisten Arten der **Einzeller** (*Protozoa*). Bei ihnen *teilt* sich das Tier, wenn es eine bestimmte Größe erreicht hat, in zwei Tochterzellen. Dabei teilt sich zunächst der Zellkern und anschließend das Protoplasma. Die Tochterzellen trennen sich und wachsen zur Größe der Mutterzelle heran, worauf eine neue Teilung erfolgt. Unter günstigen Lebensumständen können sich die Einzeller sehr schnell vermehren. Bei der Züchtung von Pantoffeltierchen entstanden in 13 Jahren aus einem Tier 8400 Generationen.

Auch bei den **Vielzellern** (*Metazóa*) gibt es ungeschlechtliche Fortpflanzung. Einige festsitzende Hohltiere, wie Seerosen und manche Korallen, bekommen von Zeit zu Zeit quer über die Mundöffnung einen rinnenförmigen Einschnitt, der sich immer mehr vertieft und schließlich den ganzen Tierkörper teilt. Bei anderen Vielzellern vermehren sich bestimmte Zellen innerhalb des Körpers. An diesen Stellen bildet sich ein Auswuchs, eine Art Knospe. Nach einer gewissen Zeit löst sich diese ab und wird selbständig: ein neues Tier ist entstanden. Die Hydren (s. S. 19) treiben an den Seiten ihres Körpers oft gleichzeitig mehrere Knospen aus, die zu neuen Polypen heranwachsen. Wir nennen diese Art der Fortpflanzung *Knospung* oder *Sprossung*. Bestimmte niedere Vertreter der Chordatiere, wie die Salpen (z. B. *Salpa democrática*), vermehren sich ebenfalls durch Sprossung.

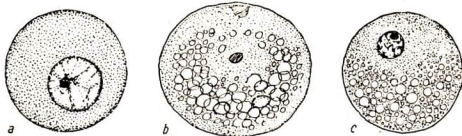
II. Geschlechtliche Fortpflanzung

Zwei Arten von *Keimzellen*, nämlich Ei- und Samenzellen, entstehen meist getrennt in weiblichen und männlichen Tieren. Nur wenige Arten entwickeln in ihrem Körper beide zugleich. Solche *Zwitter* sind manche Strudelwürmer, Saugwürmer, Ringelwürmer und Schnecken (s. S. 21—23, 28, 40).

Die weiblichen **Eizellen** (Abb. 114) sind verhältnismäßig groß und unbeweglich. Sie enthalten meist Reservestoffe (Dotter) und sind oft kugelig oder oval

Abb. 114. Eizellen.

- a dotterarm (Seeigel),
- b dotterreich (Wasserfloh)
- c dotterreich (Schnecke)



geformt. Meistens haben sie besondere Schutzhüllen, die durch Einlagerung von Chitin, Horn oder Kalk recht fest sein können (Abb. 120, S. 124). Die Menge des aufgespeicherten Nährstoffes bestimmt die Größe der Eizellen; groß sind sie bei den meisten Wirbeltieren, besonders bei den Vögeln. Es gibt aber auch mikroskopisch kleine Eier. Der Körper des weiblichen Tieres bildet die Eier in einem besonderen Organ aus, dem *Eierstock*. Von hier aus werden sie einzeln oder in größeren Mengen ausgestoßen. Größere zusammenhängende Eimassen, wie sie Wasserschnecken, Fische und Lurche hervorbringen, werden *Laich* genannt.

Die männlichen Keimzellen oder **Samenzellen** sind klein und beweglich. Als sie im Jahre 1617 entdeckt wurden, hielt man sie für selbständige Tiere und nannte sie daher auch Samentierchen (*Spermatozóa*). Die mikroskopisch kleinen Samenfäden (0,01 bis 0,04 mm) haben bei den verschiedenen Arten der Tiere unterschiedliche Gestalt (Abb. 115). Fädige Formen herrschen vor. Die Samen-

zellen bestehen aus einem Kopfstück, einem kleinen Mittelstück und einem Schwanzfaden, der die Zelle durch schlängelnde Bewegungen vorwärts treibt. Sie entstehen in den männlichen Geschlechtsorganen, den *Hoden*. Dort bilden sie sich aus besonderen Ur-Samenzellen. Dabei wird das Plasma zum Schwanzfaden und der Kern zum Kopfstück der männlichen Keimzelle. Die Samenzellen werden in einer ungeheuren Zahl erzeugt und sind meist nur einige Tage lebensfähig.

III. Befruchtung

Immer verschmilzt nur eine Samenzelle mit einer Eizelle. Ihre Vereinigung nennen wir *Befruchtung*. Zum ersten Male wurde sie von *Oskar Hertwig* im Jahre 1875 beobachtet, der Eier und Samenflüssigkeit von Seeigeln mischte und das Verhalten der Keimzellen unter dem Mikroskop beobachtete. Viele andere Untersuchungen ergaben, daß die Befruchtung bei allen Tieren ähnlich verläuft (Abb. 116).

Zuerst umschwärmen viele Samenzellen die Eizelle und versuchen, sich in sie einzubohren. An einer

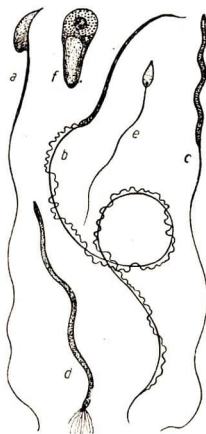


Abb. 115. Samenzellen.

a Ratte, b Käfer, c Zitterrochen, d Deckelschnecke, e Qualle, f Spulwurm

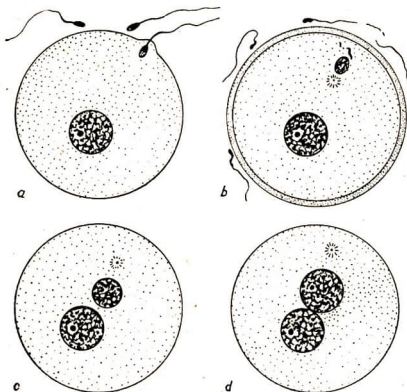


Abb. 116. Befruchtungsvorgang (Schema).

a Eindringen eines Spermias, b Abwurf des Schwanzes und Bildung einer Oberflächenhaut der Eizelle, c Näherung der beiden Kerne, d die Kerne vor der Verschmelzung

Stelle des Eies entsteht eine kleine Vorwölbung, hier vermag eine Samenzelle in das Ei einzudringen. Unmittelbar darauf bildet das Ei an seiner Oberfläche ein feines Häutchen. Dadurch wird das Eindringen anderer Samenzellen verhindert. Wenige Minuten später löst sich der Schwanz des Samenfadens ab. Ein im Mittelstück des Samenfadens liegendes Körperchen, das *Zentralkörperchen*, wird zum Ausgangspunkt einer Strahlenbildung im Plasma. Kurz nach dem Eindringen wandern die beiden Zellkerne aufeinander zu, der kleinere, männliche rückt schneller vor und wird dabei durch Flüssigkeitsaufnahme größer. Dann legen sich die beiden Kerne aneinander und verschmelzen. Damit ist die Befruchtung vollzogen. Die Entwicklung der befruchteten Eizelle beginnt.

Bei den meisten *Wassertieren* entleeren die Männchen und die Weibchen den Inhalt ihrer Keimdrüsen ins Wasser. Hier schwimmen Eizellen und Spermien frei umher. Dabei können Zufälligkeiten, wie Wasserströmungen, die Vereinigung der Zellen verhindern. Vielfach werden aber die Samenzellen von chemischen Ausscheidungen der Eier angezogen, so daß eine Befruchtung erfolgen kann. Bei fest-sitzenden und langsam beweglichen Wassertieren (Würmern, Muscheln, Stachelhäutern) leben Männchen und Weibchen dicht nebeneinander, wodurch das Zusammenkommen der Keimzellen erleichtert wird. Tiere mit größerer Eigenbewegung, wie z. B. die Fische, suchen zur Laichzeit oft in ungeheuren Schwärmen bestimmte Orte auf. Zuweilen bilden Männchen und Weibchen zur Zeit der Eibablage Paare. Dann legen die Weibchen, z. B. der Lachse und Forellen, die Eier in eine Laichgrube, und die Männchen lassen ihre Samenflüssigkeit, die „Milch“, darüberfließen. Auch bei Fröschen erfolgt die Besamung außerhalb des mütterlichen Tieres.

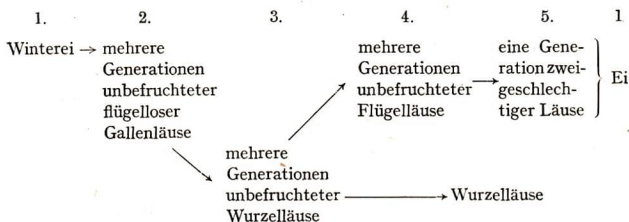
Bei den *Landtieren* kommen die beiden Keimzellen auf andere Weise zusammen. Bei einer engen Berührung der Tiere, die *Paarung* genannt wird, gelangen die männlichen Keimzellen in die weiblichen Geschlechtsorgane, wo die Befruchtung erfolgt. Vielfach besitzen die männlichen Tiere zur Einführung der Samenzellen in den weiblichen Körper noch besondere Begattungs- oder Kopulationsorgane. Bei einem Teil der Landtiere werden die befruchteten Eizellen abgelegt (Reptilien, Vögel), bei dem anderen erfolgt die Entwicklung der Keimlinge im Mutterleib (Säugetiere).

IV. Generationswechsel der Tiere

Der Generationswechsel der Pflanzen (z. B. Moose, Farne) besteht aus der regelmäßigen Folge einer geschlechtlichen und einer ungeschlechtlichen Generation. Beide besitzen meist eine verschiedene Zahl von Chromosomen, z. B. haben der Vorkeim den einfachen und die Farnpflanze den doppelten Chromosomensatz. Auch bei manchen Tieren, z. B. Quallen (S. 20) und Manteltieren (S. 48), tritt ein **Generationswechsel** zwischen einer *geschlechtlichen* und einer *ungeschlechtlichen* Generation auf, bei dem aber kein Unterschied in der Chromosomenzahl vorliegt (*Metagenese*).

Bei den *Wasserflöhen* (*Daphniden*) entstehen aus überwinterten Eiern im Frühjahr nur Weibchen. Diese legen Eier, aus denen ohne Befruchtung wieder weibliche Tiere entstehen (Parthenogenese). So folgen in einem Sommer mehrere weibliche Generationen aufeinander. Erst im Herbst treten auch männliche Tiere auf, deren Samen die Eier der letzten weiblichen Generationen befruchten. Als *Dauereier* überwintern diese, und aus ihnen kommen im Frühjahr wieder Weibchen. Es bestehen keine großen Verschiedenheiten im Körperbau und in der Lebensweise der eingeschlechtigen und der zweigeschlechtigen Generation. Einen derartigen Wechsel von Generationen, die ausschließlich aus Weibchen bestehen und sich *eingeschlechtig* (parthenogenetisch) durch unbefruchtete Eier fortpflanzen, mit anderen, die aus Männchen und Weibchen bestehen und sich *zweigeschlechtig* durch befruchtete Eier fortpflanzen, nennt man **Wechselzeugung** (*Heterogonie*). Die Wechselzeugung führt bei günstigen äußeren Lebensumständen (Sommer) zu einer sehr starken Vermehrung der Tiere. Bei manchen *Gallwespen* folgt regelmäßig eine zweigeschlechtige Generation auf eine eingeschlechtige, bei anderen (Rosengallwespe) treten männliche Tiere ganz selten auf. Unter den *Stabheuschrecken* gibt es sogar Arten, bei denen männliche Tiere noch nicht bekannt sind und die Fortpflanzung nur durch unbefruchtete Eier erfolgt.

Wichtig ist die Kenntnis der Generationsfolge bei den für den Weinbau sehr schädlichen *Rebläusen* (s. S. 135): 1. Aus den befruchteten Winteriern schlüpft die erste *flügellose Generation*. Sie kriecht zu den Blättern und wird zur Gallenlaus. 2. Die Gallenläuse entwickeln mehrere *eingeschlechtige weibliche Generationen*. 3. In Mitteleuropa wandern diese Gallenläuse nach und nach zu den Wurzeln, bilden an ihnen durch das Saugen knollenähnliche Verdickungen und vermehren sich ebenfalls *eingeschlechtig*. 4. Ein Teil der Wurzelläuse überwintert, andere bilden *geflügelte* Läuse. 5. Nach einigen eingeschlechtigen Generationen der Flügelläuse treten schließlich auch *Männchen* auf, die im Herbst die weiblichen Tiere befruchten. Jedes dieser Weibchen legt nur ein Ei unter die Rinde des Rebstockes. Folgendes Schema veranschaulicht die *Wechselzeugung*:



C. ENTWICKLUNG

I. Furchung

Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich durch Zellteilungen das vielzellige Tier. Der erste Abschnitt dieser Entwicklung ist die **Furchung** (Abb. 117). Auf der Oberfläche des Eies werden die nun folgenden Zellteilungen durch Furchungen erkennbar. Der Verlauf ist abhängig von der Menge der im Ei liegenden Reservestoffe. Alle *dotterarmen Eier* schnüren sich nach einer Kernteilung mitten durch. Nach kurzer Zeit erfolgt eine zweite Teilung in einer zur ersten senkrechten Richtung. Weitere Teilungen führen zu einem 8-, 16-, 32- usw.-zelligem Stadium. So entsteht ein Zellhaufen, der die Gestalt einer Maulbeerfrucht hat und daher **Maulbeerkeim** (*Morula*) genannt wird. Bei dieser Art Furchung entstehen nahezu gleichgroße Zellen. Sie verläuft *gleichmäßig* und findet sich bei Schwämmen, Hohltieren, einigen Würmern, Seeigeln, beim Lanzettfischchen und bei den Säugern.

Bei *dotterreichen* Eiern liegt der Reservestoff meist an dem einen Ende des Eies, am sogenannten vegetativen Pol. Dann verläuft die Teilung *ungleichmäßig*: am vegetativen Pol entstehen größere, am entgegengesetzten animalen Pol kleinere Furchungszellen. Die Eier einiger Würmer, der Weichtiere, der Halbschädler und der Lurche furchen sich in dieser Weise.

Bei *sehr dotterreichen Eiern* verhindert die Masse des Dotters eine vollkommene Durchschnürung, so daß die Teilungen nur am animalen Pol stattfinden können. Der Maulbeerkeim liegt dann wie eine flache Scheibe auf der Dottermasse.

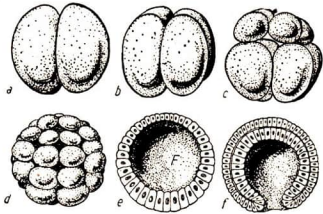


Abb. 117. Furchung des Lanzettfischchens.

a Zweizellenstadium, b Vierzellenstadium, c Achtzellenstadium, d Maulbeerkeim (*Morula*), e Blasenkeim (*Blastula*), f Becherkeim (*Gastrula*). F Furchungshöhle

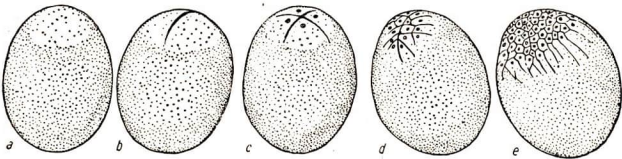


Abb. 118. Scheibenfurchung eines Fisches.

a Ungefurchtes Ei, b Zweizellenstadium, c Vierzellenstadium, d späteres Furchungsstadium, e Maulbeerkeim

Wir sprechen dann von einer **Scheibenfurchung** (Abb. 118). Sie findet sich bei Knochenfischen, Kriechtieren, Vögeln und beim Schnabeltier.

In den Eiern der Insekten ist der Dotter nahezu gleichmäßig verteilt. Es finden daher viele Kernteilungen statt, ohne daß es zu Einschnürungen kommen kann. Die Kerne wandern allmählich an die Oberfläche des Eies, umgeben sich mit Plasmateilen, und der Dotter bleibt auf das Innere des Eies beschränkt: **Oberflächenfurchung**.

II. Keimblattbildung

Nach der Furchung weichen die Zellen des Maulbeerkeimes auseinander, und so entsteht im Innern ein Hohlraum, um den die Zellen meist in einer Schicht angeordnet sind. Wir sprechen jetzt von einem **Blasenkeim** (*Blástula*, Abb. 117 u. 10, S. 16). Später stülpt sich ein Teil des *Blasenkeimes* am vegetativen Pol ein und wird zum Urdarm. Es kommt zur Bildung des zweischichtigen **Becherkeimes** (*Gástrula*, Abb. 10). Durch diese Einstülpung geht die Entwicklung der Tiere vor allem nach innen vor sich. Dagegen entfalten sich die Pflanzen schon in der Anlage ihrer Keimblätter und der Wurzel innerhalb des Samens wie auch im späteren Wachstum immer nach außen.

Die Entwicklung der befruchteten Eizelle zum Blasen- und Becherkeim ist bei allen Vielzellern ähnlich. Einige Tierformen bleiben zeitlebens auf dieser Entwicklungsstufe stehen. Die Kugelalge *Volvox* gleicht in ihrem Bau dem Blasenkeim. Die *Hohltiere* entsprechen mit ihren beiden Zellschichten dem Becherkeim. Bei ihnen besteht zwischen Außen- und Innenblatt eine Arbeitsteilung, das eine dient dem Schutz des Tierkörpers und das andere übernimmt die Verdauung der aufgenommenen Nahrung (s. S. 18). Die beiden Schichten der Gastrula werden auch



Abb. 119. Blastula und Gastrula des Frosches.

a Blasenkeim von unten, b Becherkeim von unten, c Becherkeim im Längsschnitt. A Außenblatt, I Innenblatt, F Furchungshöhle, U Urmund

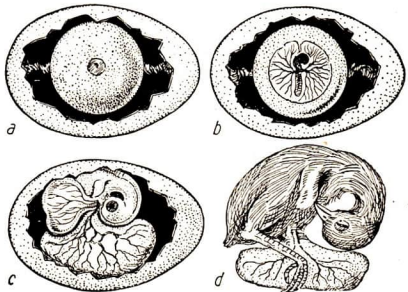


Abb. 120. Entwicklung des Vogeleies.

a Keimscheibe auf Dotter, b Embryo im ersten Entwicklungsstadium mit Blutgefäßen auf dem Dotter, c größerer Embryo mit Dottersack und Harnsack, d Abschluß der Entwicklung im Ei (Schale entfernt), vom Dottersack nur noch ein Rest vorhanden

Außenblatt (*Éktoderm*) und **Innenblatt** (*Éntoderm*) genannt. Das Entoderm bildet den *Urdarm*, seine Öffnung heißt *Urmund*. Zu diesen beiden Keimblättern kommt bei den übrigen Tieren noch ein **Mittelblatt** (*Mésoderm*), das

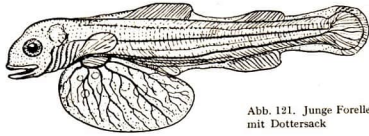


Abb. 121. Junge Forelle mit Dottersack

sich aus Aussackungen oder Wucherungen des inneren Keimblattes bildet.

Reicher Dottergehalt der Eier verursacht recht erhebliche Abweichungen von der eben geschilderten Gastrulation. Die dotterreichen Zellen am vegetativen Pol verhindern eine Einstülpung zum Becherkeim. Daher wachsen z. B. bei der Froschentwicklung die dotterarmen Zellen über die dotterreichen hinweg, die dann das Innere des Keimlings ausfüllen, so daß die Keimblätter keine einfachen Zellschichten mehr sind (Abb. 119). Bei der Scheibenfurchung wächst von der Keimscheibe aus eine gefäßreiche Haut um den Dotter, der allmählich aufgezehrt wird (Abb. 120). Junge Fische schlüpfen aus der Eischale aus, wenn der Dottervorrat noch nicht aufgebraucht ist (Abb. 121). Er hängt als Dottersack an dem Jungtier

III. Bildung der Organe

Aus den drei Keimblättern entstehen die Organe des tierischen Körpers. Der Keimling, der auch **Embryo** genannt wird, wächst heran. Dabei bildet

das **Außenblatt**: die Haut und ihre Anhangsgebilde (z. B. Chitin, Haare, Nägel, Federn, Schuppen, Drüsen), die Mundhöhle, den Zahnschmelz, den Endabschnitt des Darmes, das Nervensystem und die Sinnesorgane;

das **Mittelblatt**: Bindegewebe, Knorpel, Knochen, Muskeln, die Blutgefäße mit dem Herzen, die Ausscheidungs- und die Fortpflanzungsorgane;

das **Innenblatt**: das Darmrohr mit Magen, Leber und Bauchspeicheldrüse und die Lungen.

Während bei der Keimesentwicklung der Fische und Amphibien der Keimling frei auf dem Dotter liegt, wird er bei Reptilien, Vögeln und Säugern von besonderen Häuten, welche als Embryonalhüllen bezeichnet werden, umhüllt. Vom Kopf und vom Ende des Keimlings aus umwächst ihn die zuerst beim Schaf entdeckte **Schafhaut** (*Amnion*). Sie bildet eine Höhle (Amnionhöhle), die mit eiweißhaltiger Flüssigkeit, dem Fruchtwasser, gefüllt ist (Abb. 122a). Dabei entsteht ein **Dottergang**, durch den die Nährstoffe in die Verdauungsorgane des werdenden Tieres gelangen. Bei einem Teil der Säugetiere und beim Menschen entsteht die Amnionhöhle dadurch, daß innerhalb des Keimes ein Hohlraum auftritt. Vom hinteren Ende des Darmes wächst zwischen Schafhaut und Dottersack noch eine zweite Ausstülpung heraus, der **Harnsack** (*Allantois*), in dem sich die Ausscheidungsstoffe des Keimlings sammeln (b). Der ganze werdende Körper ist bei den Säugern zusammen mit der Schafhaut und dem Harnsack noch von einer **Außenhülle** (*Chórion*) umgeben (c).

Schafhaut und Fruchtwasser bilden sich nur bei den landbewohnenden Wirbeltieren. Durch sie ist der Keimling vor der Gefahr des Austrocknens und vor Erschütterungen, also vor Beschädigungen, Wachstumsstörungen und Mißbildungen geschützt. Die Lurche und Fische haben derartige Bildungen nicht, sie legen ihre Eier ins Wasser.

Die Weibchen der Säuger haben ein besonderes Organ, in dem der Keimling heranwächst. Es wird **Gebärmutter** (*Uterus*) genannt. Von der Hülle des Embryos wachsen Zotten in die Wand der Gebärmutter. Damit wird eine Verbindung mit dem mütterlichen Körper hergestellt. Der so entstehende **Mutterkuchen** (*Plazenta*) wird zum Ernährungsorgan des Embryos (Abb. 122d). Die Blutgefäße des mütterlichen Tieres sind nur durch dünne Häute von denen des Keimlings getrennt, so daß dieser osmotisch Nährstoffe und Sauerstoff empfangen

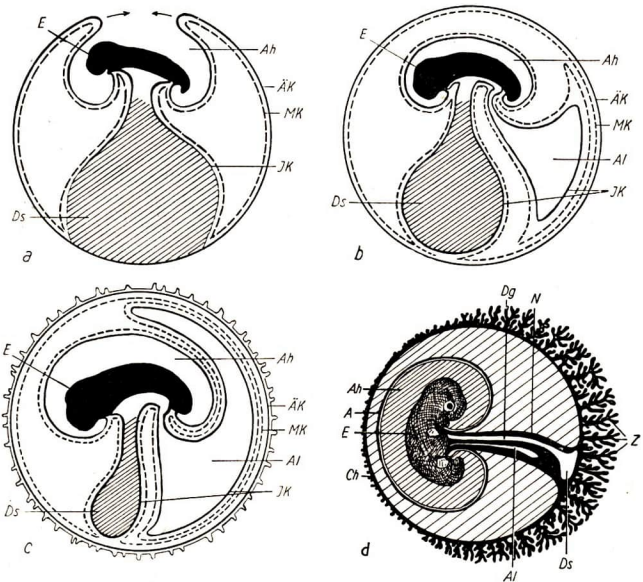


Abb. 122. Embryonalentwicklung bei Säugetieren.

a Wachstum der Schafhaut (*Amnion*), b Ausbildung des Harnsackes (*Allantois*), c Beginn der Zottenbildung in der Außenhülle (*Chorion*), d Bildung von Nabelstrang und Plazenta.

A Amnion, Ah Amnionhöhle, Al Allantois, ÄK äußeres Keimblatt, Ch Chorion, Dg Dottergang, Ds Dottersack, E Embryo, IK inneres Keimblatt, MK mittleres Keimblatt, N Nabelstrang, Z Zotten der Plazenta

und Abfallstoffe ausscheiden kann. Die Verbindung zwischen Mutterkuchen und Embryo stellt die **Nabelschnur** her (s. S. 78).

Die **Geburt** des jungen Tieres erfolgt meist, wenn im werdenden Säugetier alle Organe so weit entwickelt sind, daß es selbständig leben kann (Abb. 123). Dabei werden die Muskeln der Gebärmutter durch Nervenschöße und Hormone erregt, sie ziehen sich rhythmisch zusammen und drücken das junge Tier aus dem mütterlichen Körper heraus. Der Mutterkuchen wird als sogenannte **Nachgeburt** ausgestoßen.

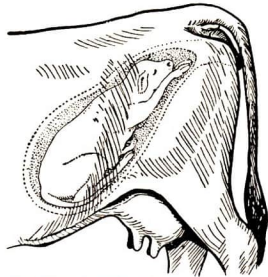


Abb. 123. Lage des Kalbes in der Kuh vor der Geburt

IV. Jugendformen und Brutpflege

Bei fast allen eierlegenden Tieren ist die Entwicklung innerhalb der Eischale beendet, wenn der Dottervorrat aufgebraucht ist. Dann werden die Schalen gesprengt, das junge Tier verläßt die schützenden Hüllen. In Gestalt und Lebensweise unterscheiden sich die Jungen oft erheblich von den erwachsenen Tieren. So

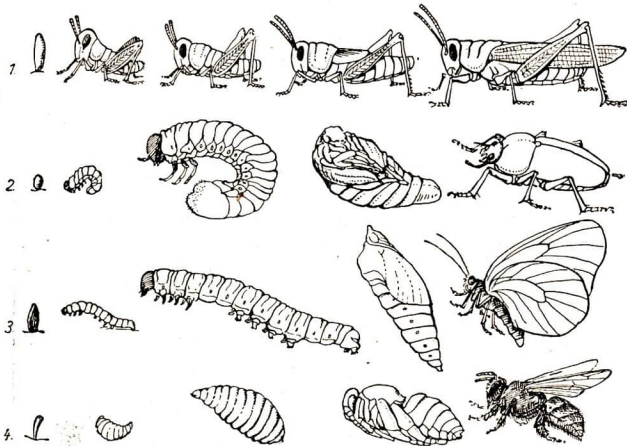


Abb. 124. Unvollkommene (1. Reihe) und vollkommene (2., 3. und 4. Reihe) Verwandlung bei Insekten.
1. Reihe: Heuschrecke, 2. Reihe: Käfer, 3. Reihe: Schmetterling, 4. Reihe: Biene

sieht der Engerling anders aus als der Maikäfer und die Kaulquappe anders als der Frosch. Diese Entwicklungsformen heißen **Larven**. Innerhalb der einzelnen Tierstämme haben die Larven oft einen einheitlichen Körperbau. Das Larvenstadium weist auf verwandtschaftliche Beziehungen zwischen Arten hin, deren erwachsene Formen verschieden gebaut sind. Die Entenmuschel z.B. müssen wir trotz ihrer seßhaften Lebensweise auf Grund ihrer Larvenformen zu den Kleinkrebsen rechnen.

Larven, die sich vom ausgewachsenen Tier unterscheiden, machen in ihrer Entwicklung eine Umwandlung (Metamorphose) durch. Bei den Insekten unterscheidet man eine unvollkommene und eine vollkommene Verwandlung (Abb. 124). Von *unvollkommener* Verwandlung spricht man, wenn die Jugendform durch mehrere Häutungen allmählich zum fertigen Tier wird. Bei der *vollkommenen* Metamorphose der Insekten folgt auf die Larvenzeit das Stadium der **Puppe**. Die Larven sind in diesen Fällen vom fertigen Tier sehr verschieden, so der Engerling vom Käfer, die Raupe vom Schmetterling, die Made von der Fliege oder der Biene. Während der Puppenruhe erfolgt eine weitgehende Umorganisation des äußeren und inneren Baues. Bei manchen Puppen kann man äußerlich einige freie Körperteile, z. B. Beine, unterscheiden (Käfer), bei anderen nur schwache Erhebungen, z. B. der Flügel (Schmetterlinge); bei den sogenannten Tönnchenpuppen ist aus der Madenhaut eine feste Hülle geworden, die alle Organe verdeckt (Fliege).

Viele Tiere überlassen nach der Eiablage ihre Nachkommenschaft sich selbst. Bei anderen dagegen erkennen wir ausgeprägte Fürsorgeinstinkte für die Nachkommen. Die mannigfaltigen Erscheinungen der **Brutpflege** (Abb. 125) zeigen verschiedene Stufen. Auf der untersten Stufe werden die Eier an den für die Larven günstigen Stellen abgelegt, z. B. an *geeigneten Futterplätzen* (Weinbergsschnecke, Abb. 125a, Schlangen u. a.), oder sie werden angeheftet, wie die vieler Schmetterlinge, Fliegen, Schlupfwespen, Läuse.

Die nächsthöhere Stufe der Brutpflege ist die *Bereitstellung von Nahrung* für die Jungtiere. Das tun z. B. die Mistkäfer (Abb. 125b). Besonders hochentwickelt ist diese Fürsorge bei den Hautflüglern. Bei Wespen, Hummeln, Bienen und

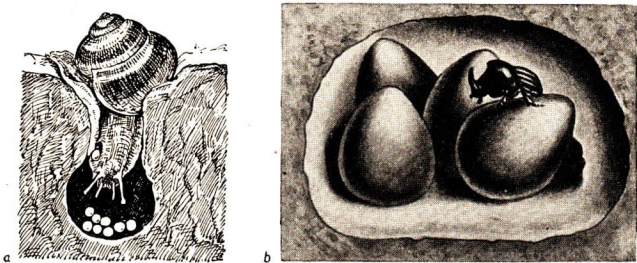


Abb. 125. Brutpflege. a Eierlegende Weinbergsschnecke, b Spanischer Mondkäfer auf seinen Kotpillen, in denen die Entwicklung erfolgt (etwas vergr.)

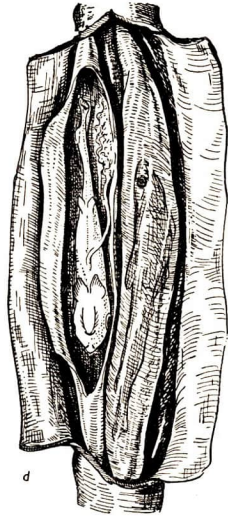
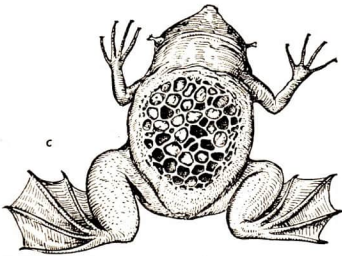


Abb. 125. Brutpflege

c Wabenkröte

d Lebendgebärender Hai (ein Uterus geöffnet, der andere durchscheinend gezeichnet)

e Nest der Beutelmeise

f Zahnkarpfen (*Semotilus*) mit Laichgrube

Ameisen übernehmen viele Tiere in ausgeprägter Arbeitsteilung die Brutpflege. Besonders günstig für die Entwicklung der Nachkommen ist die Anlage von *Bauten*, in denen die junge Brut bewacht und oft sogar gefüttert wird. Bekannt ist, daß das Stichlingsmännchen die Eier im selbstgebauten Nest und die Jungen noch mehrere Tage nach dem Schlüpfen bewacht. Manche Fische nehmen die Eier sogar ins Maul und tragen auch die Jungen dort noch einige Tage umher, ohne etwas zu fressen (Maulbrüter). Andere Tiere haben besondere Brutsäckchen, in denen sich die Jungtiere aufhalten und dort vom Körpersaft des mütterlichen Tieres ernährt werden (Wabenkröte, Abb. 125c). Die Anlage von Bauten zum Schutz und zur Pflege der Nachkommen kann man vor allem bei Vögeln beobachten (Abb. 125e).

Bei den lebendgebärenden Tieren ist der Schutz der Nachkommen am weitesten entwickelt. Die Eier durchlaufen ihre ganze Entwicklung im Schutz des mütterlichen Körpers. Die Weibchen mancher Tierarten behalten die Eier längere Zeit in ihrem Körper, wo die Jungen unter Aufzehrung des Dottervorrates heranwachsen. Sie verlassen den schützenden Körper erst, wenn sie weitgehend entwickelt sind. So gebären manche Arten von Haien, von denen einige sogar Mutterkuchen ausbilden (Abb. 125d), ferner zahlreiche Kleinfische (Zahnkarpfen), die Kreuzotter und die Bergeidechse (*Lacerta vivipara*) lebende Junge. Auch bei den Gliedertieren kommt Lebendgebären vor (viele Skorpione, Blattläuse). Alle Säuger – mit Ausnahme der Kloakentiere – gebären lebende Junge (Abb. 123). Ihre Nachkommenfürsorge erstreckt sich noch weiter: Die Jungen werden durch die Milch der Mutter so lange ernährt, bis sie fähig sind, sich selbst Nahrung zu suchen.

Die Anzahl der Nachkommen. Die Schmarotzer machen bis zur Reife einen recht umständlichen Entwicklungsgang durch. Sie legen sehr viele Eier. So entwickelt ein Bandwurm schätzungsweise 100 Millionen Eier, ein Spulwurm 60 Millionen. Sehr groß ist die Zahl der Eier bei Wassertieren: Stör jährlich 3 bis 6 Millionen, Karpfen 1 bis 2 Millionen, Kröte 10000. Tiere, die ihre Jungen ausbrüten, haben weit weniger Eier: Stichling 100, Wabenkröte 60, Rebhuhn (Nestflüchter) 15, Buchfink (Nesthocker) 4 bis 5. Bei den Säugern ist die Zahl der Jungen im allgemeinen am niedrigsten. Je größer die Gefahren für die Eier und die heranwachsenden Jungen sind, desto mehr Eier werden im allgemeinen abgelegt bzw. Junge gezeugt.

Auch bei sehr großer Eierzahl oder bester Brutpflege bleibt die Individuenzahl der einzelnen Tierarten auf längere Zeit hinaus meist ziemlich gleich. Raubtieren, Schmarotzern und Krankheiten fallen alljährlich viele Tiere zum Opfer. Kälte, Austrocknung der Gewässer, Dürre auf dem Lande vernichten in kurzer Zeit Tausende und aber Tausende von Tieren aller Arten. Durch diejenigen Tiere, die ihrer Umgebung am besten angepaßt sind, werden die Arten erhalten und weiterentwickelt.

DRITTER TEIL: Das Tier und seine Umwelt

Die **Ökologie** untersucht die Wechselbeziehungen der Tiere zu ihrer Umwelt. Zur Umwelt gehören *Klima, Pflanzen, andere Tiere* und vor allem der *Wohnbereich*. Alle Organismen bilden in ihren Wechselbeziehungen untereinander und in ihrer Abhängigkeit von den Lebensbedingungen ihres Wohngebietes eine mehr oder weniger geschlossene *Lebensgemeinschaft*. In diese greift bewußt oder unbewußt der Mensch ein, dessen Tätigkeit das Leben fast aller Tiere, besonders aber das der Haustiere, wesentlich beeinflußt hat.

A. WECHSELBEZIEHUNGEN ZWISCHEN TIER UND PFLANZE

Allein die Pflanzen besitzen die Fähigkeit, anorganische Verbindungen in organische zu verwandeln, d. h. zu assimilieren (vgl. Lehrbuch der Botanik, S. 52). Alle Tiere dagegen ernähren sich von organischen Stoffen und sind somit entweder als **Pflanzenfresser** direkt oder als **Fleischfresser** indirekt vom Pflanzenreich abhängig. Tiere oder Pflanzen, die in ihrem Stoffwechsel von anderen Lebewesen abhängig sind, werden als **heterotroph** bezeichnet; alle anderen Organismen (grüne Pflanzen, einige Bakterien) führen eine **autotrophe** Lebensweise. Die drei organischen Hauptverbindungen des tierischen Stoffwechsels sind *Eiweiße, Fette und Kohlenhydrate*. Diese nehmen die Tiere mit der Nahrung auf. Im Innern wird die Nahrung mechanisch und chemisch aufgeschlossen. Dadurch werden dem Organismus vor allem die Elemente

Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor

zugeführt. Wasser als Baustoff und Transportmittel sowie einige Salze ergänzen die für den Körperaufbau notwendigen Elemente. Tiere leben in jedem Fall direkt oder indirekt von der Energie, die die Pflanzen durch die Assimilation des Kohlenstoffes aus dem Kohlendioxyd der Luft gewonnen und aufgespeichert haben. Das Tier baut große Mengen organischer Stoffe ab, die von der Pflanze ergänzt und dadurch wieder dem Kreislauf der Natur zugeführt werden (Abb. 126). Diese Tatsachen bestimmen die vielseitigen Wechselbeziehungen zwischen Tier und Pflanze.

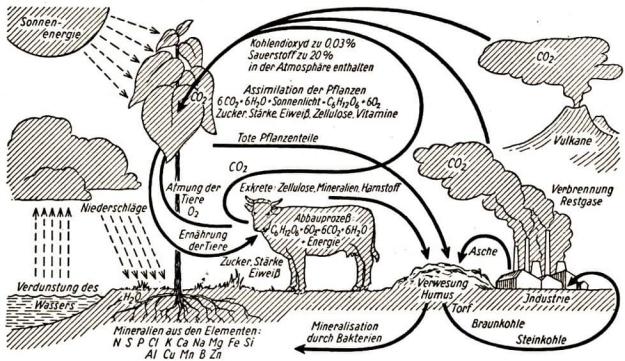


Abb. 126. Der Kreislauf des Kohlenstoffs und seiner Assimilationsprodukte

I. Tiere als Pflanzenfresser

Ausschließliche Pflanzenfresser haben Organe, die für die Aufnahme und Verdauung der pflanzlichen Nahrung besonders geeignet sind. So dient z. B. die Zunge des Rindes oder der Giraffe als Greiforgan für Gras und Blattwerk. Das Gebiß der Nager, der Elefanten und der Huftiere sowie die kauenden Mundgliedmaßen der Insekten sind lediglich zur Zerkleinerung von Pflanzennahrung geeignet. Den Schnecken dient eine Reibplatte (*Rádula*), auf der zahlreiche Chitinzähnnchen (bis 20000) in Längs- und Querreihen raspelartig angeordnet sind, zur Zerkleinerung der pflanzlichen Nahrung (Abb. 127).

Von den Säugern haben die Allesfresser, die Fleischfresser und auch einige Pflanzenfresser (z. B. Pferd, Hase) einen Magen, der sich als einfache, höhlenartige Erweiterung des Darmkanals entwickelt hat. Bei den Wiederkäuern hat sich ein in vier Kammern geteilter Magen herausgebildet, dadurch wird eine bessere Aufschließung der Zellulose erreicht (Abb. 128). Die Nager und manche Vögel haben in ihren Blinddärmen lange *Gärkammern*, in denen sich große Mengen von Bakterien befinden. Diese lösen die Zellulose auf, so daß die Verdauungssäfte an den Inhalt der Pflanzenzellen gelangen. Die Tiere müssen bedeutende Mengen von Pflanzen aufnehmen, da pflanzliche Stoffe im allgemeinen einen geringeren Nährwert als tierische haben. So verbraucht z. B. eine Seidenraupe vom Schlüpfen aus dem Ei bis zum Puppenstadium an Futter das 4600fache ihres Eigengewichts, dagegen eine Schlupfwespenlarve nur das 5fache. Um bei

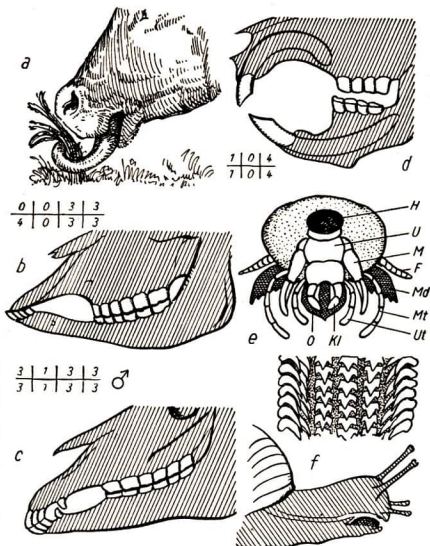


Abb. 127. Mundwerkzeuge pflanzenfressender Tiere.

a Greifzunge der Rinder, b Gebiß der Rinder, c Gebiß der Pferde, d Nagergebiss (Biber), e die beißenden Mundteile einer Grille (Kopf von hinten), f Zungenwulst mit Reibplatte (Radula) bei der Weinbergschnecke; darüber: Stück einer Radula, stark vergrößert.

F Fühler, H Hinterhauptloch, Ki Kauladen, M vordere Maxille, Md Mandibel, Mt Maxillentaster, O Oberlippe, U Unterlippe, Ut Unterlippentaster. Die Zahlen geben die Zahnformeln der rechten Kopfseite an

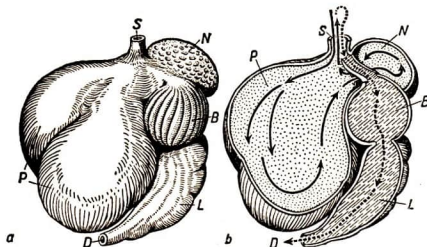


Abb. 128. Wiederkäuermagen.

a Ansicht, b aufgeschnitten. (Die Pfeile deuten den Weg an, den die Nahrung nimmt.)

S Speiseröhre, P Pansen, N Netzmagen, B Blättermagen, L Labmagen, D Dünndarm

Karpfen durch Verfütterung pflanzlicher Nahrung eine bestimmte Gewichtszunahme zu erreichen, verfüttert der Fischzüchter eine doppelt so große Futtermenge, als wenn er Nahrung tierischer Herkunft verfüttern würde.

Schutzmittel der Pflanzen. Viele pflanzenfressende Tiere haben sich in ihrer Ernährungsweise auf bestimmte Pflanzen, Pflanzenteile oder Pflanzenprodukte spezialisiert.

Viele Pflanzen sind gegen Tierfraß durch mannigfaltige Schutzmittel geschützt: Dornen, Stacheln, Haargebilde, Brennhare. Andere Pflanzen bilden Bitterstoffe, ätherische Öle, Gifte, Kristallnadeln (Raphiden) oder Gummisäfte aus, andere, wie das Nickende Leimkraut und die Pechnelke, sondern unterhalb der Blüte eine klebrige Masse ab. Dort kleben emporkriechende Insekten fest. Es gibt aber immer Tiere, die diese Abwehrmittel überwinden, manche haben sich ihnen sogar angepaßt. So ist eine bestimmte Blattkäferart gefeit gegen das starke Gift der Tollkirschenpflanze. Die Raupen des Wolfsmilchschwärmers nähren sich ausschließlich von den giftigen Blättern der Wolfsmilch, die des Kleinen Fuchses von denen der Brennessel. Der dichte Haarbestand auf dem Laub der Königskerze bildet kein Hindernis für die schneckenähnlichen Larven des Wollkrautblattschabers. Viele Tiere können sich also durch *Anpassung* auch die mit Giften, Gerbsäuren, Behaarung usw. versehenen Pflanzen nutzbar machen.

Minierer, Skelettierer und Blatt-

schneider.

Eine besonders eigenartige pflanzliche Ernährung finden wir bei den Larven der Miniermotten und Minierfliegen. Die Eier dieser *Minierer* (Abb. 129) entwickeln sich unter der Blattoberhaut zu raupenähnlichen Larven, die dort einen Gang fressen. Vielfach ist das Blattwerk von Kirschbäumen, Birken, Springkraut u. a. von solchen Schmarotzern befallen. In diesen Pflanzen finden sie neben der Nahrung Unterschlupf und Schutz gegen Nässe, Trockenheit und kleine Temperaturschwankungen. Ähnlich arbeiten die sogenannten *Skelettierer*, die lediglich das Aderwerk des Blattes übriglassen. Vielfach kann man Heckenrosenbüsche finden, bei denen aus den Laubblättern kreisrunde oder elliptische Teile herausgeschnitten sind. Die bei uns häufige *Rosen-Blattschneiderbiene* (Abb. 130)

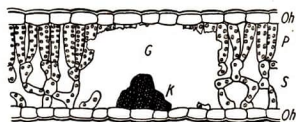
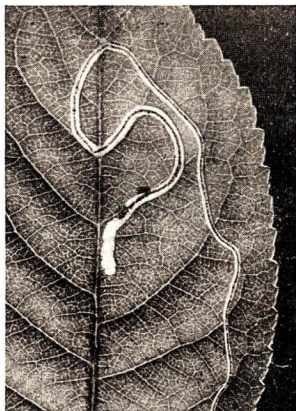
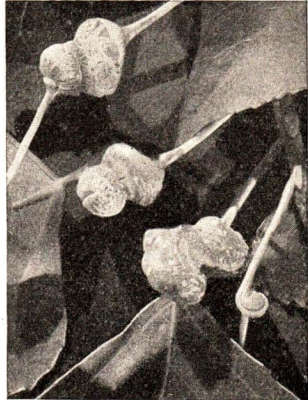


Abb. 129. Oben Mine der Larve der Obstbaumminiermotte, unten Querschnitt eines Blattes mit Gangmine (stark vergrößert).

G Gangmine, K Kotstrang, Oh Oberhaut, obere und untere, P Palisadenzellschicht, S Schwammgewebe



Abb. 130. Fraßstellen der Blattschneiderbiene

Abb. 131. Stielgallen der Pappel, hervorgerufen durch eine Blattlaus (*Pemphigus spirothecae*)

hat mit ihren scharfen Kiefern diese Stücke herausgebissen und damit die Zellen ihrer Neströhre ausgekleidet.

Pflanzengallen. Zu den eigenartigsten Wohngemeinschaften zwischen Pflanze und Tier gehören die *Pflanzengallen*. Nicht nur Gallwespen, sondern auch Gallmücken, Blattläuse, Schildläuse, Gallmilben, Rundwürmer u. a. legen ihre Eier bzw. Jungen in Stempeln, Blättern, Blüten oder Früchten ab. Durch die Verletzung des Pflanzengewebes und vor allem durch das Wachstum der Larven treten Hemmungen oder Wucherungen im Gewebe auf. Dabei wirken die Stoffwechselprodukte dieser Larven als auslösende Fermente (s. S. 104). Auf diese Weise findet das wachsende Insekt bei der Pflanze Nahrung und Wohnung. Die Nahrung des Schmarotzers besteht entweder aus dem Gewebe oder aus den Säften der Wirtspflanze. Die Formen der Gallen sind je nach Pflanze und Gallenerzeuger verschieden (Abb. 131). Allein auf die Eiche legen über sechzig Gallwespenarten ihre Eier, dadurch entstehen über hundert verschiedene Gallenformen. Bekannt sind die Gallenbildungen der wilden Rose mit den „Schlafäpfeln“. Auf Fichten findet sich sehr häufig die anfangs grüne, später verholzte Galle der Fichtengallau.

Pflanzensaftsauger und ihre Bekämpfung. Viele Landinsekten, wie z. B. die Zikaden, Pflanzenläuse und Blattwanzen, ernähren sich ausschließlich von Pflanzensäften. Ihre Mundwerkzeuge sind weitgehend an die saugende Nahrungsaufnahme angepaßt. Manche säftesaugende Insekten fügen den Pflanzen sehr

beträchtlichen *Schaden* zu. Die sich rasch vermehrende *Blutlaus* (Abb. 132) ist in einigen Gegenden ein gefährlicher Schädling unserer Apfelbäume. Durch Bepinseln der befallenen Stellen mit einer einprozentigen Schellack-Spiritusbeseugung, Ausschneiden und Teeren der Wunden, Spritzen mit Nikotin-Spiritusbeseugung und durch Ausstreuen von Tabakstaub auf den freigelegten Wurzelhals im Winter wird dieser Schädling wirksam bekämpft. Häufig anzutreffen sind die an jungen Blättern und Trieben saugenden *Blattläuse*, die sich außerordentlich schnell vermehren. Ein Weibchen kann in einem Sommer mehrere Millionen Nachkommen haben. Sie werden durch Spritzen mit Seifenlösung, Nikotin- und Kresolseifenlösung oder durch Kontaktgifte (DDT-Präparate, Viton, E 605) bekämpft.

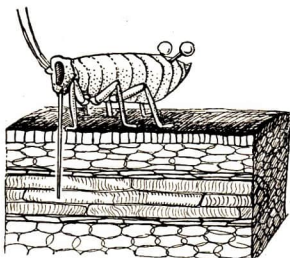


Abb. 132. Blutlaus, im Leitbündel saugend (halbschematisch)

II. Tiere und Blüten

Eine einseitige Spezialisierung der Ernährungsweise zeigen neben den Pflanzensaftsaugern auch die *Nektarsauger*. Während jene jedoch durchweg Parasiten sind, stehen die Nektarsauger zur Pflanze in einer *Wechselbeziehung*, die für beide vorteilhaft ist. Die Insekten bestäuben die Blüten der von ihnen besuchten Pflanzen, so daß diese fruchten können. Ohne diese Pollenübertragung würden die Obstbäume keine Früchte tragen.

Am Ausgang des Erdaltertums (*Paläozoikum*) standen Blüten und Insekten auf einer niedrigen Entwicklungsstufe. Im Mittelalter der Erde (*Mesozoikum*) entwickelten sich beide beträchtlich weiter. So traten in der Juraformation die ersten Schmetterlinge und Hautflügler auf. Sie befliegen die Blüten der Pflanzen und holten dort ihre Nahrung. Dabei trugen die Tiere den Blütenstaub von einer Blüte zur anderen. Vorher wurden die Pflanzen durch den Wind bestäubt, nun begann der Übergang von der *Windbestäubung* zur *Tierbestäubung*. Tier und Blüte haben sich im Laufe einer langen Entwicklungszeit gegenseitig im Bau weitgehend einander angepaßt; einige Tierarten bestäuben sogar lediglich bestimmte Gruppen von Pflanzen. Heute werden etwa 90 % aller Arten von Blütenpflanzen durch Tiere bestäubt.

Je nach den Bestäubern unterscheidet man folgende „Tierblütler“: **Insektenblütler** (Abb. 133), **Schneckenblütler**, **Vogelblütler**, **Fledermausblütler**. In Australien bestäuben sogar kleine Beuteltaschenratten die Blüten mancher Pflanzen.

Die Mundwerkzeuge der Nektar und Blütenstaub sammelnden Insekten sind verschiedenartig gebaut. Bei den meisten Insekten erfolgt die Aufnahme des Nektars mit Hilfe eines Rüssels. Infolge der unterschiedlichen Rüssellänge

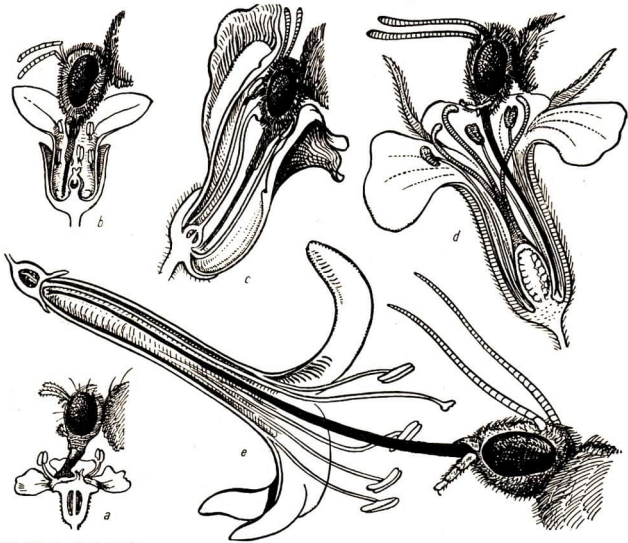


Abb. 133. Insektenbestäubung.

a Fliege auf einer Doldenblüte, *b* Honigbiene auf einer Blüte des Seidelbastes, *c* Erdhummel auf einer Blüte des Löwenmaules, *d* Tagfalter auf einer Blüte der Kornrade, *e* Nachtfalter an einer Blüte des Waldgeißblattes

können Insekten nur auf bestimmten Blüten Nektar saugen. So spricht man z. B. von „Bienenblumen“, deren Nektar mit einem 7 mm langen Rüssel erreichbar ist (Weißklee, Hornklee), der Nektar von „Hummelblumen“ dagegen ist nur mit einem Hummelrüssel von 9 bis 20 mm Länge zu erreichen (Rotklee, Eisenhut). Befinden sich die Nektarstellen am Grunde besonders langer Röhrenblüten oder Blütensporne (Nachtlichtnelke, Waldgeißblatt), so sind sie nur den Schmetterlingen zugänglich. Tagfalter haben 7 bis 20 mm (Bläuling 7 bis 8 mm, Kohlweißling 16 mm, Schwalbenschwanz 18 bis 20 mm) lange Rüssel, manche einheimische Schwärmer weisen 15 bis 18 mm lange Rüssel auf, Ligusterschwärmer solche von 36 bis 42 mm, Windenschwärmer sogar von 66 bis 80 mm Länge. Die Schwärmer halten sich vor der Blüte schwebend in der Luft, während sie den Rüssel in die Blüten versenken. Die Mehrzahl der Insekten sammelt nicht, sondern stillt lediglich den Hunger. Zu ihnen gehören neben den Faltern Fliegen und Käfer. Behaarte Körperteile, z. B. die Unterseite des Hinterleibes bei der Mauerbiene, Tapezierbiene und der Wollbiene oder die Hinterbeine der Honigbiene, Pelzbiene, Hummel und Erdbiene *übertragen den Blütenstaub*.

III. Tiere als Verbreiter von Pflanzen

Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Tieren bestehen auch bei der Verbreitung der *Samen* und *Früchte*. Klebrige Sporen (Mutterkornpilz, Stinkmorchel) und klebrige Samen (Herbstzeitlose, Zaunrübe) bleiben an Tieren haften und werden dadurch verbreitet.

Die vielgestaltigen *Klettfrüchte* (Odermennig, Klette, Klebkraut) hängen mit Widerhaken, Borsten und Stacheln an Vögeln und Säugetieren fest und werden dadurch verbreitet. Durch *Beeren*, *Nüsse* oder *fleischige Anhängsel*, die den Samen umgeben, werden Tiere angelockt. Diese fressen die Früchte; die darin enthaltenen Samen passieren unversehrt den Darmkanal. Dadurch ist die Verbreitung der Samen über große Gebiete gesichert. Manche Vögel, wie Wacholderdrossel, Misteldrossel oder Distelfink, tragen ihre Namen nach den Pflanzen, die sie am häufigsten aufsuchen. *Nußartige* Samen und Früchte werden meist durch Eichelhäher, Tauben, Eichhörnchen, Hamster, Dachs usw. verbreitet, denen beim Sammeln häufig Früchte verlorengehen. Auch die Ameisen tragen zur Samenverbreitung vieler Pflanzen bei. Sie schleppen die Samen von Schellkraut, Veilchen, Haselwurz und von manchen Wolfsmilchgewächsen wegen eines fleischigen, ölhaltigen Anhängsels in ihren Bau. Aus diesem Grunde sind die Ameisenstraßen oft von derartigen Pflanzen eingesäumt.

IV. Symbiose zwischen Tieren und Pflanzen

Ein Zusammenleben verschiedenartiger Organismen, das für beide Partner (*Symbionten*) vorteilhaft ist, wird als *Symbiose* bezeichnet. Neben rein pflanzlichen und rein tierischen Symbiosen gibt es auch solche, bei denen Tiere und Pflanzen in Symbiose leben. Zwischen Symbiose und Parasitismus gibt es zahlreiche Zwischenstufen.

Symbiose zwischen Ameisen und Pilzen. Eine bemerkenswerte Form der Symbiose findet man zwischen den in amerikanischen Tropenwäldern lebenden *Blattschneiderameisen* und kleinen Pilzen. Von Zeit zu Zeit ziehen die Ameisen in großen Scharen aus, bringen grüne Blatteile in das Nest und zerkauen sie. Auf diesem Brei wachsen nach einiger Zeit kleine Pilze, deren Sporenträger die einzige Nahrung dieser Ameisen bilden. Ähnliche „*Pilzgärten*“ legen

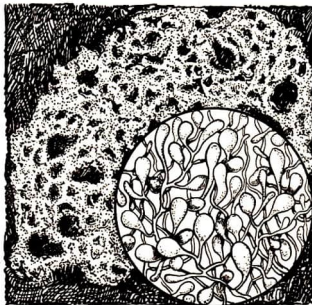


Abb. 134. Pilzgarten der Blattschneiderameise (im Kreis stärker vergrößert)

die *Termiten* in den Kammern ihres Baues an. In den gleichmäßig warmen Höhlen, wo sie durch die Insekten regelmäßig gedüngt werden, gedeihen die Pilze gut. Die Ameisen ernten dann die Sporenträger der Pilze. Bei Gründungen neuer Staaten werden Sporen der alten Pilzkulturen mitgenommen und damit am neuen Ort „Pilzgärten“ (Abb. 134) angelegt.

Algen als Symbionten. Einzellige grüne Algen leben vielfach in Körperzellen von Ein- und Mehrzellern. Der Wirt entzieht ihnen gewisse Nährstoffe und Sauerstoff; sie selbst verbrauchen einen Teil des entstehenden Kohlendioxyds und der Abfallstoffe. So leben z. B. *Wurzelfüßer*, *Süßwasserschwämme*, die *Hydra* und *Strudelwürmer* in Symbiose mit Algen, die den Körper des Wirtes grün färben (Schutzfarbe).

Verdauungssymbiosen. In den Blinddärmen der Tiere und in den Vormägen der Wiederkäuer leben *Bakterien* und *Hefepilze*. Diese pflanzlichen Mikroorganismen verändern oder zerstören die Zellulosewände der pflanzlichen Zellen, so daß die Zersetzungsprodukte dann durch die Verdauungssäfte der Tiere weiterverarbeitet werden können. Die Bakterien selbst finden dabei Schutz und Nahrung.

Auch viele *Insekten*, wie z. B. Blattwanzen und Zikaden, beherbergen solche Symbionten. Hefepilzsymbionten treten in den Darmblindsäcken des Brotkäfers, des Borkenkäfers und der Rüsselkäfer auf. Blattläuse beherbergen in einem besonderen Organ in der Nähe des Mitteldarms zahlreiche Hefepilze, die wohl bei der Verarbeitung der aufgesogenen Pflanzensäfte eine Rolle spielen.

Bei einer Symbiose zwischen Tier und Pflanze haben meist die Tiere den größeren Nutzen, da ihre Verdauung durch die Einwirkung der genannten Symbionten wesentlich vereinfacht wird. Die Pflanzen finden beim Tier Schutz und in gewissem Umfange auch Nahrung, da sie die Stoffwechselprodukte der Tiere für die eigene Ernährung verwenden.

B. DIE BEZIEHUNGEN DER TIERE ZUEINANDER

Kein Tier verbringt sein Leben ganz allein für sich. Zu seiner Existenz bedarf es nicht nur der Pflanzen, sondern auch anderer Tiere. Der Fortpflanzungstrieb führt die Geschlechter zueinander; die Brutpflege verbindet die Generationen. Manche Arten leben in enger Symbiose miteinander. Viele Tiere gehen auf Tierfarg aus, andere schützen sich gemeinsam gegen ihre Verfolger, wieder andere leben als Schmarotzer in Wirtstieren. In den Wechselverhältnissen der Tiere können wir zwei Grundformen des Zusammenlebens erkennen:

1. Gemeinschaft im Tierreich,
2. Gegensätze im Tierreich.

I. Gemeinschaft im Tierreich

a) Die Paarungsgemeinschaft der Tiere

Fortpflanzung und *Brutpflege* sind die stärksten Triebe, die die Tiere zusammenführen. Diese Bindungen erscheinen manchmal so eng, daß viele Menschen fälschlicherweise geneigt sind, ihre Begriffe von Ehe- und Familienleben auf die Tiere zu übertragen. Bei den Tieren gesellen sich die Geschlechter meist lediglich zur Zeit der Fortpflanzung. Nur bei manchen Arten der höheren Wirbeltiere leben Männchen und Weibchen längere Zeit zusammen. So bleiben Sing- und Raubvögel, Störche und Papageien auch während der Brutperiode paarweise beieinander. Schon im nächsten Jahre zieht aber der Storch seine Jungen bisweilen mit einem anderen Weibchen auf, und nicht selten führt auch die Schwalbin die zweite Brut mit einem anderen Partner als die erste durch. Nur einige Enten und Gänsevögel bleiben meist viele Jahre zusammen. Bei den Säugern ist ein langdauerndes Zusammenleben der Geschlechter selten (Nashörner, Zwergantilopen, wahrscheinlich auch Menschenaffen).

b) Tierfamilien

Bei den Tieren gibt es keine Familie im Sinne der menschlichen Gesellschaft. Zwar bleiben bei manchen Arten die Jungen einige Zeit mit den Alten zusammen, aber meist nur, solange sie von ihnen abhängig sind. Auch von Mutterliebe im menschlichen Sinne spricht man bei Tieren nicht. Ein Grasmückenjunges, das zufällig auf den *Nestrand* geraten ist, kann dort elend verhungern, weil die Instinkthandlungen der Fütterung bei den Eltern nur durch den Anblick eines in der *Nestmulde* sitzenden Jungen ausgelöst werden (s. S. 113). Wenn sich die Generationen getrennt haben, hört die instinktive Bindung aneinander auf. Darum ist es nicht verwunderlich, daß viele Tiere nach beendeter Brutpflege ihre Jungen fressen, wie die Stichlingsmännchen oder lebendgebärende Zierfische. Bei den Säugern kommt *Kannibalismus* selten vor. Bei den Affen bleiben die Jungen sogar mehrere Jahre mit den Alten zusammen.

c) Schwärme und Herden

Bei vielen Wirbeltieren ist ein ausgesprochener *Herdentrieb* vorhanden. Der Herdentrieb führt die Tiere zu Schwärmen und Herden zusammen. Jungfische leben oft in Schwärmen, manche Arten bleiben auch in ausgewachsenem Zustand beieinander. Die großen Schwärme der Schwalben, Stare, Enten, Störche usw. finden sich nur im Herbst zusammen. Die Pflanzenfresser unter den Säugern bilden vielfach Herden. In ihnen kommt es zu einer ausgesprochenen Ordnung, fast regelmäßig werden diese Tiergemeinschaften von einem Leittier geführt. Es ist ein altes, erfahrenes Männchen oder Weibchen, dem sich die Jungtiere beiderlei Geschlechts unterordnen. Das Leittier führt die Herde zur Wasserstelle, zur Salzlecke, zu den Futterplätzen. Die Tiere verständigen sich durch ihr



Abb. 135. Tierherde in der afrikanischen Steppe (Zebras, Wasserböcke und Gnus)

Verhalten, besonders durch Laute (Warnrufe), und wehren Feinde gemeinsam ab. So nehmen die Wildrinder ihre Jungen in die Mitte, und die alten Männchen der Paviane verteidigen ihre Weibchen und Jungtiere mit äußerster Erbitterung selbst gegen Leoparden.

Die Zahl der in einer Herde lebenden Tiere ist recht verschieden. Hirsche, Gamsen und Wölfe schließen sich zu Rudeln von nur wenigen Individuen zusammen. Zu kleinen Herden vereinigen sich auch die Wildpferde Asiens. Jeweils 70 bis 100 Brüllaffen, Paviane oder Meerkatzen bilden eine Affenherde. Die Huftierherden der afrikanischen Steppen (Abb. 135) bestehen aus vielen tausend Tieren. Zu den Antilopen, Gnus und Gazellen gesellen sich noch Zebras, Giraffen und Strauße.

d) Tierstaaten

Unter den Insekten hat der Geselligkeitstrieb zu einer anderen Form der Gemeinschaft, zum sogenannten Tierstaat geführt. Eine Reihe von Entwicklungsstufen führt von der einzellebenden Erdbiene zu den hochorganisierten Staatenbildungen der Ameisen und Termiten.

Die Tapezierbiene (*Osmia papaveris*, Abb. 136) ist eine *einzellebende Erdbiene*. Sie legt in ein Erdloch nur *ein* Ei, das, mit Pollen und Honig versehen, sich selbst über-

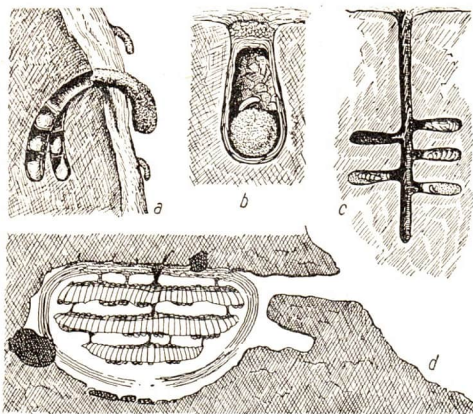


Abb. 136. Nester einiger Hautflügler.

a Wand-Pelzbiene (*Anthophora parietina*), b Tapezierbiene (*Osmia papaveris*), c Schmalbiene (*Halictus malachurus*), d Waldwespe (*Vespa rufa*), Erdnest

lassen bleibt. Die Pelzbienen (*Anthophora*) bauen in Lehmwände ebenfalls Einzelhöhlen, verteidigen sich aber gemeinsam. Bei den Mörtelbienen (*Chalicodoma*) und anderen Arten versorgen die Weibchen die Brut; mit den ausschlüpfenden Jungbienen kommen sie aber nicht zusammen. Den Anfang einer Staatenbildung finden wir bei der Schmalbiene (*Halictus*). Das überwinternde Weibchen der Schmalbiene baut in die Erde einen Schacht und, von ihm ausgehend, Brutkammern, in die Nahrung gebracht wird. In jede Kammer wird ein Ei gelegt. Die ausschlüpfenden Jungen verstreuen sich nicht, sondern bewohnen weiterhin das Nest, legen ebenso wie die alten Weibchen neue Brutkammern an und versorgen die Larven. Die Tiere führen diese Arbeit gleichzeitig nebeneinander durch. Damit ist der wichtigste Schritt zur Staatenbildung getan.



Abb. 137. Nest der Feldwespe (*Polistes*)

Die einfachsten Tierstaaten sind *Sommerstaaten*. Ein Weibchen überwintert und beginnt im Frühling mit der Anlage eines neuen Staates. Die Zahl der zu einem Staat gehörenden Tiere ist verschieden. Bei der Feldwespe (*Polistes*, Abb. 137) sind es ein paar Dutzend, bei der gemeinen Wespe (*Vespa vulgaris*) und bei der Hornisse (*Vespa crabro*) einige hundert; die Hummelstaaten (*Bombus*-Arten) zählen 300 bis 400 und die Staaten der deutschen Wespe (*Vespa germanica*) bis 4000 Tiere.

In den Tropen und teilweise schon in Südeuropa gibt es Wespen- und Hummelarten, die ihre Nester mehrere Jahre hindurch ununterbrochen bewohnen. In Mitteleuropa bilden die Honigbiene (*Apis mellifica*) und Ameisen (z. B. Rote Waldameise, *Formica rufa*) *Dauerstaaten*. Bei unserer Honigbiene ist das einzige Weibchen, die Königin, die Erzeugerin des ganzen aus 20000 bis 80000 Tieren bestehenden Volkes. Die Hauptmasse des Staates bilden die „Arbeiterinnen“. Sie gehen wie die sogenannte Königin aus befruchteten Eiern hervor. Durch eine andere Fütterung entwickeln sich bei ihnen jedoch keine Eierstöcke. Die Männchen, „Drohnen“, treten zu wenigen Hunderten erst im Mai auf und werden im Herbst aus dem Bienenstock hinausgedrängt. Jede Arbeitsbiene führt im Laufe ihres Lebens auf Grund angeborener Instinkte nacheinander eine Reihe von Arbeiten durch: zunächst reinigt sie die Zellen, dann füttert sie die alten Larven mit Blütenstaub aus Vorratzzellen. Am 6. Tag entwickelt sich bei ihr eine Speicheldrüse, mit deren Futtersaft sie die jungen Larven füttert. Nach Ausbildung von Wachsdrüsen baut sie Waben. Nach 20 Tagen wird sie zur Flug- und Sammelbiene; nach 35 Tagen stirbt die Arbeitsbiene im Sommer ab. Die Arbeitsleistungen hängen mit der körperlichen Entwicklung und der Ausbildung neuer Instinkte zusammen und tragen immer zur Erhaltung des ganzen Staates bei. Entfernt man aus einem Stock alle Sammelbienen, so fliegen schon die jüngeren Tiere aus; vernichtet man alle jungen Bienen, so nimmt ein Teil der Sammelbienen wieder die Brutpflege auf, und ihre Wachsdrüsen werden wieder tätig.

Noch größer als die Staaten der Bienen sind die Staaten mancher Ameisenarten. Diese Tierverbände umfassen manchmal mehr als eine Million Arbeitstiere. Bei tropischen Arten kommen zu den weiblichen, den männlichen und Arbeitstieren noch sogenannte Soldaten, deren Kiefer besonders stark sind. Da in den großen Ameisenbauten mehrere eier-

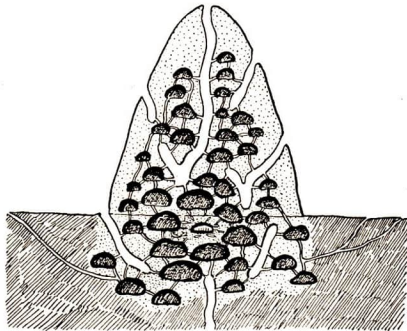


Abb. 138. Termitenbau im Schnitt mit Königinzelle (Mitte)

legende Weibchen nebeneinander leben, besteht der Ameisenstaat im Gegensatz zu dem Bienenstaat nicht mehr lediglich aus Geschwistern. – In der Insektenordnung der Gleichflügler (*Isóptera*) bilden die Termiten Staaten (Abb. 138). Auch bei ihnen treten Soldaten auf. Die Termiten legen große Bauten aus Erde und Holz an. Die Angehörigen einer australischen Termitenart errichten bis zu 6 m hohe Bauten aus Erde und Holz.

Der Zusammenschluß der Tiere zu Schwärmen, Herden oder Staaten ermöglicht ihnen Leistungen, die sie als Einzeltiere nicht hätten ausführen können. Durch die Bildung von Schwärmen, Herden und Tierstaaten überwinden Tiere viele Gefahren. Wir dürfen aber in den Tierstaaten nicht etwa die Vorbilder der menschlichen Gesellschaft sehen oder uns diese durch Umbildung aus Tiergesellschaften hervorgegangen denken. Die menschliche Gesellschaft entstand nicht durch das blinde Wirken irgendwelcher Instinkte, sondern sie entwickelte sich aus den gegenseitigen Beziehungen, die sich durch die gemeinschaftliche Arbeit zwischen den Menschen herausbildeten.

e) Tierstöcke

Bei den bisher betrachteten Tiergesellschaften haben die Einzelwesen ihre Individualität nicht aufgegeben. Anders ist es bei der Bildung von Tierstöcken. Wir wissen, daß bei den Polypen durch Sprossung Tochtertiere entstehen, die eine Zeitlang mit den Alttieren verwachsen bleiben und sich dann ablösen. Wenn diese Abtrennung unterbleibt, kommt es zur Bildung von Tierstöcken, in denen die Tochtertiere körperlich verbunden bleiben und ihre Lebensleistungen gemeinsam vollbringen. In vielen Fällen tritt bei diesen Tierstöcken eine Arbeitsteilung innerhalb der einzelnen Tiere ein. Sie nehmen verschiedene Gestalt an und werden zu Freßpolypen, Fangpolypen, Wehrpolypen, Schutz- und Geschlechtspolypen. Ein noch stärkerer Zusammenschluß ist bei den *Röhren- oder Staatsquallen* festzustellen. Ein Teil der durch Knospung entstehenden Individuen entwickelt sich zu großen Schirmglocken, die den Stock tragen und fortbewegen. Andere Teile des Stockes nehmen die Nahrung auf, wieder andere sind als langverzweigte Nesselarme zu Tast- und Schutzorganen umgeformt. In diesen hochspezialisierten Tierstöcken übt das einzelne Individuum nur noch die Funktionen eines Organs aus.

f) Symbiose

In vielen Fällen hat sich zwischen einzelnen Tieren aus verschiedenen Arten ein symbiotisches Zusammenleben entwickelt. Hierfür lassen sich von einer losen Verbindung bis zu einem untrennbaren Zusammenleben Beispiele anführen.

Für ein untrennbares Zusammenleben bietet die **Gelbe Ameise** (*Lasius flavus*) ein gutes Beispiel. Ihre Nahrung besteht fast ausschließlich aus den Ausscheidungen von **Wurzelläusen**. Die Wurzelläuse saugen unterirdisch an Wurzeln von Gräsern und anderen Pflanzen und werden von den Ameisen gepflegt und gezüchtet. Nach dem dem Wirtswechsel dienenden Flug dieser Pflanzenschmarotzer

werden die Wurzelläuse von den Ameisen eingefangen, ihrer Flügel beraubt und an Wurzeln angesetzt.

Andere Ameisengäste sind die **Keulenkäfer** (*Claviger testaceus*). Sie sondern auf dem Rücken zwischen Drüsenhaaren einen Saft ab, der von den Ameisen verzehrt wird. Ameisen und Käfer haben sich so weitgehend aneinander angepaßt, daß sich die Mundwerkzeuge des Käfers rückgebildet haben und er von den Ameisen gefüttert werden muß.

Der **Einsiedlerkreb**s (*Pagurus*) führt fast stets eine **Seerose** (*Sagartia*) auf seinem Schneckenhaus mit. Der Krebs wird durch die Nesselkapseln des Polypen gegen Feinde geschützt, der Polyp hat Anteil an der Nahrung des Krebses. Wenn man im Seewasseraquarium den Krebs aus seiner Schale vertreibt und zum Umzug zwingt, verpflanzt er seine Seerose auf die neue Schale. Dem Menschen gelingt es dagegen meist nur schwer, die Seerose unverletzt von ihrem Untergrund zu lösen, da sie durch Festsaugen stärksten Widerstand leistet.

Die Symbiose zwischen Tieren ist fast durchweg lockerer als zwischen Tieren und Pflanzen, und in vielen Fällen kann man nur von Wohngenossen sprechen.

Gemeinschaften, aus denen nur der eine Partner Nutzen zieht, ohne daß der andere geschädigt wird, bezeichnet man als *Kommensalismus*. Wenn dem einen Partner aus einer Lebensgemeinschaft ein erheblicher Schaden entsteht, so spricht man von *Schmaroltzertum* (Parasitismus, s. S. 147). An vielen Beispielen können wir feststellen, daß zwischen Symbiose, Kommensalismus und Parasitismus Übergänge vorkommen.

II. Gegensätze im Tierreich

a) Tierfressende Tiere

Alle Fleischfresser sind in ihrem Körperbau und ihrer Lebensweise ihrem Nahrungserwerb angepaßt. Als schnelle Läufer, Flieger oder Schwimmer, wie etwa Tiger, Delphin, Falke, Hai und Laufkäfer, verfolgen sie ihre Beute. Andere, z. B. Löwe, Frosch, Springspinne, überfallen ihre Beute. Stark entwickelte Zähne und Kiefer, z. B. die Gebisse der Raubtiere und Raubfische, die Mundwerkzeuge der Raubkäfer und die Kiefer der Tintenfische, zerreißen das Fleisch und zermahlen die harten Teile. Andere Fleischfresser lähmen und töten ihre Beute mit Gift (Kreuzotter, Spinne, Skorpion, Nesseltiere). Bei den Spechten und dem Chamäleon sind die Zungen zu Fangorganen umgestaltet; manche Libellenlarven haben besondere Fangmasken; der Grasfrosch kann seine vorn angewachsene Zunge hervorklappen und zurückschlagen. Meist wird die Beute zerrissen und zerkleinert. Manche Tiere aber, z. B. Schlangen, schlingen ihre Opfer ganz hinunter.

Da Fleischnahrung nährstoffreicher und leichter verdaulich ist als Pflanzenkost, haben die *Fleischfresser* meist einen *kürzeren Darm* und *kleineren Magen* als die *Pflanzenfresser*. So beträgt z. B. die Länge des Darmrohres beim Wolf etwa sieben Meter, beim gleichgroßen Schaf dreiBig Meter.

b) Schmarotzer

Schmarotzer entnehmen ihre Nahrung anderen Tieren, ohne diese zu töten und zu verzehren. Wir finden sie in allen Tierstämmen. Diese besondere Lebensweise hat ihren Körper vielfach stark verwandelt und vor allem die Sinnes- und Bewegungsorgane sehr rückgebildet. Bei den Bandwürmern fehlen sogar die Verdauungsorgane. Manche Schmarotzer haben Steckrüssel und Haftscheiben als besondere Saug- und Haftorgane entwickelt. Kennzeichnend für die Schmarotzer sind große *Fruchtbarkeit* (s. S. 130) und z. T. *Wirtswechsel*. Manche Tiere leben nur zeitweilig oder in einem besonderen Entwicklungszustand als Schmarotzer, zu anderen Zeiten ernähren sie sich selbstständig. Sie sind Jugend- oder zeitliche Schmarotzer. Ihnen gegenüber stehen die ständigen Schmarotzer.

Leichenfresser, die sich z. B. an Fischleichen festsaugen, fallen oft auch kranke Tiere an. Wenn sie besondere Haft- und Saugorgane ausbilden, können sie sich auch an gesunden Tieren ansaugen. Sie werden auf diesen Tieren zu *Außenschmarotzern*. Dringen sie von außen her in das Innere der Wirtstiere vor, dann werden sie zu *Innenschmarotzern* (vgl. die Beispiele der folgenden Tabelle). Die Vorläufer bestimmter Schmarotzer waren also Leichenfresser.

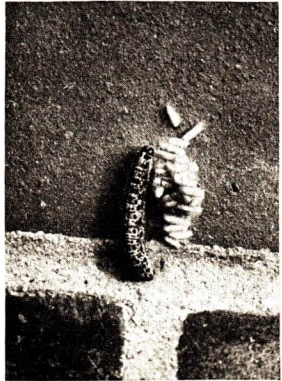


Abb. 139. Kokons von Schlupfwespen an der Raupe des Kohlweißlings

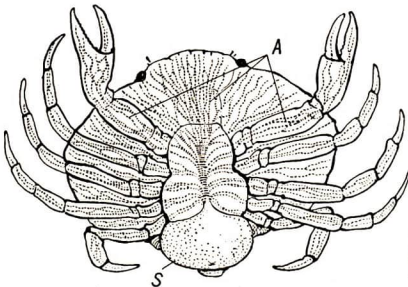


Abb. 140. Schmarotzerkrebs (*Sacculina carcini*) an Strandkrabbe (*Carcinus maenas*).
A Ausläufer des Schmarotzers, S *Sacculina*

Schmarotzertum

Art des Schmarotzens	Schmarotzer	Systematische Stellung	Wirt
Anfänge des Schmarotzens	Inger (S. 59) (Myxine)	Halbschädler	Fische
Außenschmarotzer	Läuse, Wanzen, Bremsen, Mücken, Flöhe	Insekten aus verschiedenen Ordnungen	Vor allem warm- blütige Tiere
	Zecken	Spinnentiere	Reptilien, Vögel, Säuger
	Blutegel	Ringelwürmer	Wirbeltiere
Übergänge vom Außen- zum Innenschmarotzer	Sandfloh	Insekten (Flöhe)	Mensch
	Krätzmilbe	Spinnentiere	Mensch
	Räudemilbe	Spinnentiere	Haustiere
	Sacculina (Abb. 140) (Außen- und Innen- schmarotzer)	Krebse	Taschenkrebs
Innenschmarotzer	Dasselfliege	Insekten (Zweiflügler)	Larve in Magen und Haut von Huftieren
	Schlupfwespen (Abb. 139)	Insekten (Hautflügler)	Larve in Larven anderer Insekten
	Spulwurm (Abb. 24)	Fadenwürmer	Wirbeltiere
	Entamoeba coli und Entamoeba histo- lytica	Wurzelfüßer	Darm des Menschen
Schmarotzer mit Wirts- wechsel	Trichine (Abb. 23)	Fadenwürmer	Wirbeltiere
	Leberegel (Abb. 19 u. 142)	Plattwürmer	1. Wasserschnecke, 2. Huftiere
	Bandwürmer (Abb. 20)	Plattwürmer	Wirbeltiere
	Trypanosomen (Abb. 3b)	Geißeltierchen	1. Insekten, 2. Wirbeltiere
	Plasmodien (Abb. 6 u. 141)	Sporentierchen	1. Insekten, 2. Wirbeltiere
Sonderfälle	Kuckuck (Brutschmarotzer)	Vögel	Der Kuckuck legt Eier in Nester von Singvögeln

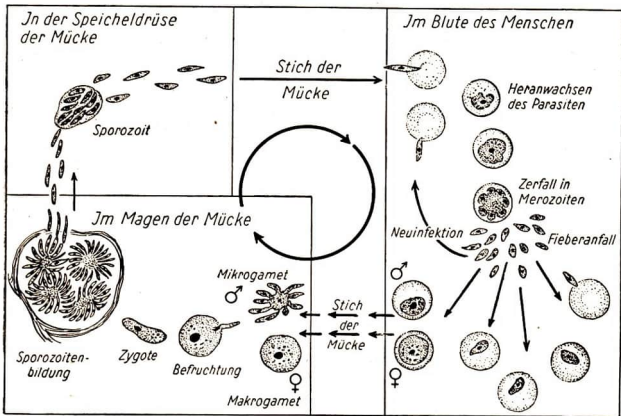


Abb. 141. Generationswechsel des Malariaerregers

Die Entwicklung des *Malariaerregers* (Abb. 141) ist mit einem Generationswechsel verbunden (s. S. 121). Durch den Stich der Fiebertmücke *Anopheles* gelangen die Sporentierchen in das Blut des Menschen. Sie dringen in die roten Blutkörperchen des Menschen ein, zehren sie von innen her auf, teilen sich und zerstören die Blutkörperchen. Das Zerfallen der roten Blutkörperchen und das gleichzeitige Überschwemmen des Blutes mit Abfallstoffen des Schmarotzers verursacht einen Fieberanfall. (Bei *Plasmodium malárieae* alle vier Tage ein Anfall, Quartanafieber; bei *Pl. vivax* alle drei Tage ein Anfall, Tertianafieber; bei *Pl. tropica* sehr schwere und unregelmäßige Anfälle, tropisches Fieber.) Nach mehreren Teilungen entstehen neben ungeschlechtlichen Formen auch männliche und weibliche Formen. Beim erneuten Stich einer *Anopheles* werden sie mit dem Blute eingesaugt und gelangen in den Magen der Mücke. Hier vereinigen sie sich, bilden Kapseln und zerfallen dann in unzählige neue Schmarotzer. Diese gelangen in die Speicheldrüse der Mücke und werden von dort auf den Menschen übertragen. Als wirksame Heilmittel werden im Wechsel Chinin, Atebrin und Plasmochin gegeben. Sie töten die Plasmodien jeweils in verschiedenen Entwicklungsstadien ab.

Eigenartig ist die Entwicklung des **Großen Leberegels** (*Fasciola hepática*). Diese etwa 2 cm langen Plattwürmer leben in den Lebern von Schafen, Ziegen, Rehen, Hirschen und anderen Wiederkäuern. Ihre Eier gelangen mit dem Gallensaft in den Darm und von da aus ins Freie. Die ausschlüpfenden Larven bewegen sich selbständig im Wasser, dringen in Süßwasserschnecken durch deren Atemlöcher ein und wandeln sich dort zu darmlosen Larven um. Diese erzeugen Eier, aus

denen eine zweite, mit Därmen versehene Generation entsteht. Im Innern dieser Generation bildet sich eine dritte Generation. Obwohl sie noch einen Ruderschwanz besitzt, ähnelt sie bereits dem voll entwickelten Leberegel (Abb. 19, S. 22). Die 0,3 mm großen Tiere verlassen die Schnecken, schwärmen im Wasser und kapseln sich an Gräsern oder Uferpflanzen ein. Dort werden sie von Wirtstieren aufgenommen, gelangen in Darm und Leber und entwickeln sich zu neuen Schmarotzern. Bei den Leberegeln ist also der Wirtswechsel mit der Aufeinanderfolge verschiedener Generationen verbunden (Abb. 142).



Abb. 142. Entwicklung des Leberegels.

a Reifer Egel im Schaf, b Ei, c frei schwimmende Larve (*Miracidium*), d, e, f Zwischenformen in der Schnecke, (d, e) Sporozysten, f Redie, g frei schwimmende, h verkapselte Cercarie

c) Schutz vor fleischfressenden Tieren

Die fleischfressenden Tiere sind an Kraft und durch besondere Waffen den Pflanzenfressern meist überlegen, doch sind diese auf mannigfache Weise geschützt. Das Leben in Herden bietet dem Individuum einen wirksamen Schutz gegen Feinde. Viele Tiere halten sich in Verstecken auf oder graben sich Bauten in die Erde (Mäuse, Kaninchen, Murmeltier, Schnabeltier, Sandwurm). Häufig ist im Tierreich die Ausbildung von Panzern, die zugleich vor Trockenheit (s. S. 160), gegen mechanische Verletzungen und gegen Feinde schützen. Manche Tiere können ihre Weichteile in den Panzer oder in das Gehäuse hineinziehen (Korallen, Muscheln, Schnecken, Schildkröten), andere vermögen sich zusammenzurollen, wie Igel, Gürteltiere, Asseln, Käferschnecken. Andere Tiere scheiden giftige Stoffe aus und sind dadurch ungenießbar, wie Feuersalamander, Kröten, Ölkäfer und Marienkäfer. Manche Raupen haben besondere Brennhaare. Durch die grelle Farbe von manchen Tieren werden ihre Feinde abgeschreckt. Sie ist eine Schutz- oder Warnfarbe. Die Ähnlichkeit von ungeschützten Tieren mit solchen, die wegen ihrer Stacheln oder ihres üblen Geschmacks nicht gefressen werden, stellt vielleicht für die ungeschützten Tiere einen Schutz dar (Mimikry). Diese Anschauung ist jedoch umstritten, da zumindest in einigen Fällen die Beutetiere nicht mit dem Gesichtssinn wahrgenommen werden. Die Schutzerscheinungen im Tierreich dürfen uns nicht dazu verleiten, menschliche Vorstellungen in die Tierwelt hineinzutragen und dadurch zu falschen Erklärungen zu gelangen.

C. DAS TIER UND SEIN WOHNGEBIET

Fast überall auf der Erde, im Wasser wie auf dem Festland, entfaltet sich Leben. Nur an den Erdpolen, in den Eisregionen der Hochgebirge und in den wasserleeren Gebieten der Wüsten gedeihen kaum noch Tiere und Pflanzen. Aber auch in den Gebieten, die von Lebewesen bewohnt werden können, finden wir nicht alle Arten in allen Gebieten zugleich. Es gibt nur wenige Arten, die über die ganze Erde verbreitet sind. Die Wohngebiete auf der Erde unterscheiden sich nach Beschaffenheit, Größe und Besiedlung voneinander. Quellen, Bäche, Flüsse und Ströme haben andere pflanzliche und tierische Bewohner als Meere und Ozeane. Im Wald leben andere Tiere als in der Heide, auf den Almen, den Wiesen oder in der Steppe. Die besonderen Lebensbedingungen in einem Wohngebiet beeinflussen Art und Bau seiner Bewohner.

I. Tiere im Wasser

In den ältesten Erdschichten finden wir lediglich Spuren von Organismen, die das Wasser bewohnten, von Algen, Tangen und vor allem von Urtieren, Schwämmen, Würmern, Ringelkrebse, Muscheln und Stachelhäutern. Erst im Devon treten Vorläufer von Insekten auf, im oberen Karbon landbewohnende Kriechtiere, in der Trias Säugetiere und in der Juraformation Vögel. Diese geologischen Tatsachen zeigen, daß sich das Leben zuerst im Wasser entwickelt hat.

Obwohl viele Arten ausgestorben sind, haben die Tiere des Wassers seit ihrer Entstehung an Zahl und Mannigfaltigkeit der Form zugenommen. Ihre Vielfalt wird noch dadurch vergrößert, daß von den landbewohnenden Tieren einige sich sekundär dem Leben im Wasser wieder angepaßt haben. Wir bezeichnen diese als *sekundäre Wassertiere* im Gegensatz zu den *primären*, deren Vorfahren das Wasser nie verlassen haben. Unter den Säugern sind Robben und Wale, unter den Kriechtieren einige Seeschlangen und Schildkröten wieder zu Wassertieren geworden. Die meisten Tiere bewegen sich im Wasser aus eigener Kraft. Schon die Gestalt verrät, ob ein Wassertier sich langsam oder schnell

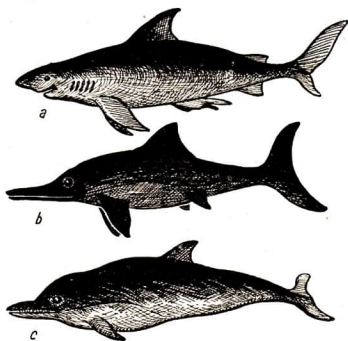


Abb. 143. Konvergenter Körperbau. a Hai, b Ichthyosaurus, c Delphin

fortbewegen kann. Besonders günstig für die Fortbewegung ist die Form eines Kielbootes, die wir vor allem bei Fischen finden. Andere Tiere, wie wasserbewohnende Käfer und Schildkröten, sind ähnlich wie ein Flachboot gebaut und können daher nicht die Geschwindigkeit der Fische erreichen. Sehr schnelle Wassertiere zeigen eine verblüffende Ähnlichkeit der Körperform; einige ausgestorbene Meeressaurier, Haifische und die warmblütigen Delphine haben eine torpedoähnliche Gestalt entwickelt. Diese ist durch die *Anpassung* ungleichartiger Tiere an ähnliche Lebensverhältnisse entstanden (*Konvergenz*, Abb. 143).

Eine Konvergenz zeigt sich auch bei den Bewegungsorganen, die sich in zwei verschiedenen Typen entwickelt haben. Bei einigen Wassertieren, z. B. bei den Wasserkäfern, liegen sie seitwärts am Körper wie die Ruder eines Kahnens. Die anderen haben am Körperende einen starken Schwanz oder eine Schwanzflosse, die das Tier durch ihre mit dem „Wicken“ eines Bootsriemens vergleichbaren Bewegungen vorwärts treiben.

Der dem Gewicht eines im Wasser absinkenden Körpers entgegenwirkende *Widerstand* des Mediums steigt mit zunehmendem Salzgehalt und sinkt mit steigender Temperatur. Er beruht auf der inneren Reibung des Wassers,

d. h. auf der Beweglichkeit der Wassermoleküle gegeneinander. Wenn diese Reibung bei 0° mit 100 angesetzt wird, so beträgt sie bei 10° 63,6 und bei 20° 56,2. Im Wasser von 25° sinkt ein Körper etwa doppelt so schnell wie in solchem von 0° . Alle Tiere sinken im Wasser bei Ruhelage ab, sofern sie nicht, wie die Fische, mit einem Organ ausgestattet sind, das sie schwebefähig macht; denn die Wichte des Protoplasmas beträgt 1,05, die der Hartteile ist höher. Verschiedene anatomische Besonderheiten (Abb. 144 b bis d) vergrößern den Widerstand des Tierkörpers im Wasser: der Körper flacht sich ab, streckt sich oder bildet Fortsätze aus; er nimmt Wasser auf (Quallen bis 99 %) oder bildet viel

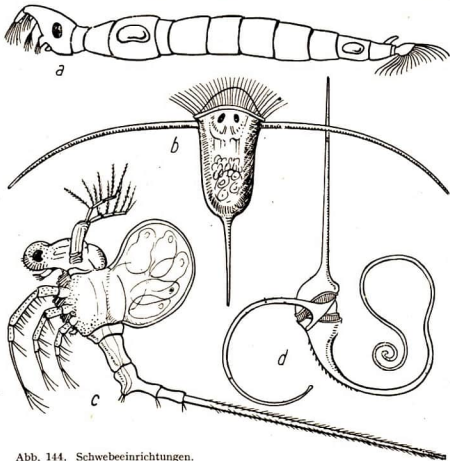


Abb. 144. Schwebereinrichtungen.

a Gasbläschen in der Larve der Büschelkiemenmücke (*Corethra*), b Fortsätze bei einem Rädertier (*Triarthra*), c bei einem Kleinkrebs (*Bythotrephes*), d bei einer Geißelalge (*Ceratium*)

Fett (Wale). Im Innern mancher Fischeier finden sich Öltröpfchen; Froscheier sind von Gallert umgeben. Alle diese anatomischen Besonderheiten verringern die Möglichkeit des Absinkens.

Besonders stark wird die Wichte der Tierkörper durch *Aufnahme von Luft* herabgesetzt. Die Luft ist bei einigen Wassertieren in kleinen Bläschen eingeschlossen (Larve der Büschelkiemenmücke, Abb. 144 a). Bedeutend wirkungsvoller ist die Luftspeicherung der meisten Fische, die sich mit einem besonderen Organ, der *Schwimmbase* (Abb. 145), im Wasser schwebend halten können. Diese ist durch eine Ausstülpung des Vorderdarmes entstanden, mit dem sie bei vielen Arten noch in Verbindung steht. Ihre

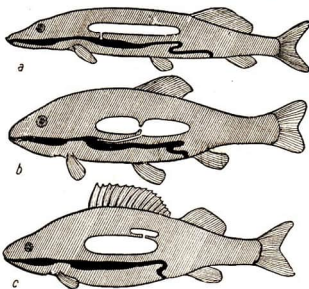


Abb. 145. Schwimmbase. a Hecht, b Schleie, c Barsch

Füllung mit Gasen (Süßwasserfische vorwiegend Stickstoff, Meeresfische bis 80 % Sauerstoff) erfolgt vom Maule aus oder durch eine besondere Gasdrüse.

Der für die *Atmung* der Wassertiere notwendige Sauerstoff wird dem Wasser entnommen. Seine Löslichkeit nimmt mit steigender Wärme ab:

1 l Wasser enthält bei	0°	0,049 l Sauerstoff
1 l „ „ „	20°	0,031 l „
1 l „ „ „	30°	0,026 l „

Steigt die Temperatur des Wassers über 48°, so können die meisten Tiere nicht mehr darin leben. Nur einige Urtiere und Fadenwürmer vermögen in heißen Quellen zu leben. Sie bleiben bei Temperaturen bis zu 55° lebensfähig. Ursachen für das Aufhören des Tierlebens in heißen Wässern sind die Gerinnung der Eiweißstoffe und der Mangel an Sauerstoff. Auch durch Fäulnis schwindet Sauerstoff, daher sind faulige und moorige Gewässer arm an Tierarten.

Die kleineren primären Wassertiere atmen durch die *Haut*, die größeren durch *Kiem*en (s. S. 104). Diese dünnwandigen, reich mit Blutgefäßen durchzogenen Hautfalten liegen bei jungen Kaulquappen und vielen Meereswürmern außen am Körper, bei älteren Kaulquappen und Fischen an spaltartigen Durchbrechungen des Kiemendarms. Eigenartig ist die *Darmatmung*, wie sie z. B. der Schlammbeißer ausgebildet hat. Dieser Fisch nimmt Luft in den von vielen Blutgefäßen umgebenen Darm auf; der Sauerstoff gelangt von da ins Blut. Der Schlammbeißer kann sich so zeitweilig unabhängig vom Sauerstoffgehalt des Wassers machen.

Manche Fische können das Wasser für kurze Zeit verlassen, so der Aal (s. S. 104), der seine Kiemendeckel dicht schließen kann. Die tropischen Labyrinthfische, zu denen auch die in Aquarien häufig gehaltenen Makropoden gehören, haben unter den Kiemendeckeln feucht bleibende Hautfalten. Die sekundären Wassertiere

atmen durch *Lungen* (Molche, Meeressäuger) oder durch *Tracheen* (Wasserinsekten). Zur Sauerstoffaufnahme müssen sie von Zeit zu Zeit an die Oberfläche kommen; so nimmt der Wal mindestens alle Stunde einmal Luft auf. Die Wasserinsekten atmen auf verschiedene Weise. Die Wanzen und Mückenlarven haben besondere Atemröhren ausgebildet, die Wasserspinnen nehmen einen Luftvorrat im Haarbesatz ihres Leibes, die Wasserkäfer unter den Flügeldecken mit nach unten (Abb. 146).

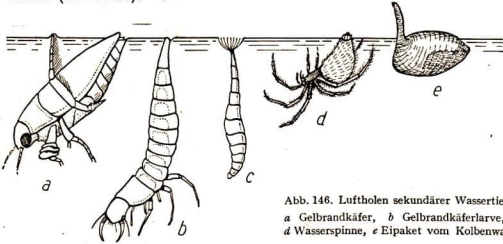


Abb. 146. Luftholen sekundärer Wassertiere.

a Gelbrandkäfer, b Gelbrandkäferlarve, c Waffenfiegenlarve, d Wasserspinne, e Eipaket vom Kolbenwasserkäfer

Beim Durchgang von *Licht* durch Wasser nimmt die Lichtintensität ab. Die Intensität des Tageslichtes nach Durchdringung einer 400 m hohen Wasserschicht ist praktisch gleich Null. In dem Oberflächenbereich der Gewässer leben die Wasserpflanzen und von ihnen abhängig die meisten Tiere. Das *Auge* der Wassertiere ist nur für das Nahsehen eingerichtet. Fische sind also normalerweise „kurzsichtig“. Ihr Auge hat eine eigenartige Nah- und Ferneinstellung. Während bei den Säugetieren die Linse sich je nach dem Abstand des betrachteten Gegenstandes wölbt oder abflacht, wird die Linse des Fischauges durch Muskeln der Netzhaut genähert oder von ihr entfernt. Wenn die Linse der Netzhaut nahe ist, erscheinen etwas entferntere Gegenstände deutlich, rückt sie ab, treten nähere schärfer hervor. Bei manchen, in ganz lichtschwachen Schichten lebenden Wassertieren verkümmern die Augen, bei anderen bekommen sie beträchtliche Ausmaße (Teleskopaugen).

Einige Wassertiere können sich durch *Farbanpassung* weitgehend der Sicht ihrer Feinde entziehen. Manche vermögen sogar in kurzer Zeit ihre Farbe zu verändern. Die Farbe der Tiere ist an bestimmte Farbträger (*Chromatophoren*,

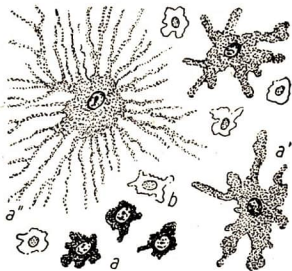


Abb. 147. Farbkörperchen in der Haut der Schleie.

a, a', a'' Schwarze Farbkörper in verschiedener Ausdehnung, b gelbe, unveränderliche Farbkörper

Abb. 147) gebunden, die oft verzweigte Ausläufer haben. Der Farbwechsel geschieht folgendermaßen: die Augen nehmen Farbton und Helligkeit einer neuen Umgebung auf. Nerven und Hormone leiten die Erregung zu den Chromatophoren. Durch Ballung oder Expansion der Pigmentkörner bedingen sie die Farbänderung. Auf diese Weise ändern Fische, Krebse und Frösche auf andersfarbiger Unterlage ihre Farbe (Abb. 148). Bei Fischen dauert der Farbumschlag oft nur wenige Minuten; manche Krebse passen sich der Farbe ihrer neuen Umgebung in 10 bis 15 Minuten an. Auch psychische Erregungen können Farbänderungen auslösen. Bei Tintenfischen huschen dann z. B. in schneller Folge helle und dunkle Flecke über den Körper.

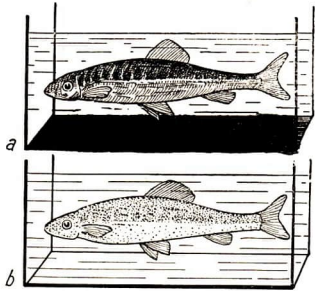
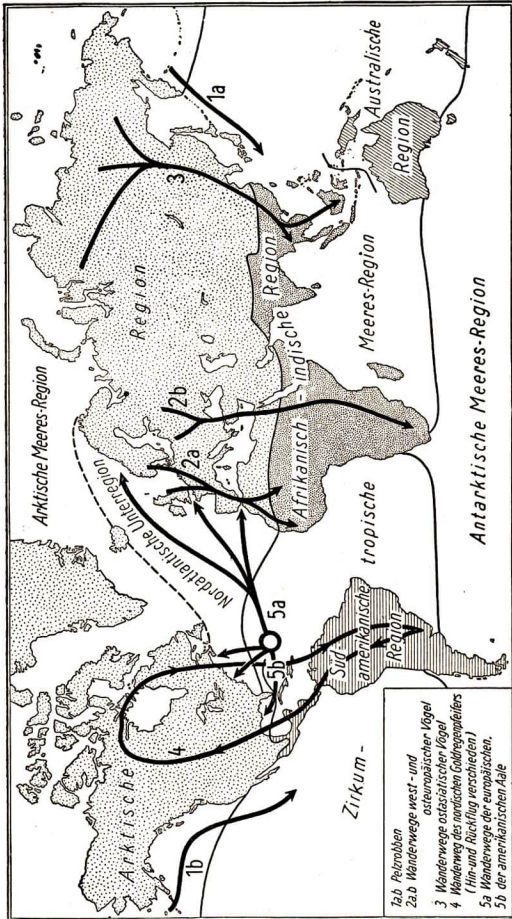


Abb. 148. Farbänderung der Elritze

Das Tierleben im Meer. Die Ozeane mit ihrer gewaltigen Ausdehnung und Tiefe sind das älteste und zugleich das größte von Lebewesen bewohnte Gebiet unserer Erde. Über weite Strecken hinweg sind die Lebensbedingungen in ihm sehr ähnlich, nur die Abkühlung des Wassers vom Äquator nach den Polen zu verändert die Tierwelt. So gehören die Korallen zu den typischen *Warmwassertieren*; sie können bei Temperaturen unter 20° nicht leben. *Kaltwasserbewohner* sind z. B. die Schellfische. Wir gliedern die Ozeane in drei große Tierregionen (s. Karte, Abb. 149):

1. **Die arktische Region:** Durch den Einfluß des Golfstromes kann man in ihr eine nordatlantische Unterregion abgrenzen. In den polaren Teilen der Region tritt in den kurzen Sommern eine Massententfaltung des Planktons auf; in der kalten Jahreszeit verarmt das Tierleben sehr schnell.
2. **Die zirkumtropische Region:** Sie umfaßt die Ozeanteile nördlich und südlich vom Äquator. Flugfische, Röhrenquallen, Rifff Korallen, einige Krebse und Salpen sind für diese Region kennzeichnend.
3. **Die antarktische Region:** Ihre nördliche Grenzlinie folgt etwa dem 40. Grad südlicher Breite. Es ist auffallend, daß in diesen Ozeanteilen manche Schnecken, kleine Krebse, Seepocken und Meereswürmer auftreten, die auch in der arktischen Region vorkommen.

Zwischen den polaren und den tropischen Meeren befinden sich breite Übergangsgebiete wie im Atlantischen und im Großen Ozean. Größere Abweichungen ergeben sich in den Nebenmeeren, die nur eine schmale Verbindung zu den Weltmeeren haben. Das wird bei einer Betrachtung des Tierlebens in Nord- und Ostsee offensichtlich.



Kennzeichnend für die Nordsee als Wohngebiet sind ihr Salzgehalt von 3,6%, der an den Mündungen der Weser und Elbe auf 3% sinkt, der Wechsel von Ebbe und Flut und die geringen Temperaturschwankungen. Das Tierleben ist reich und mannigfaltig. Von Norden her dringen polare Arten ein, durch den Kanal westeuropäische Arten. Die Doggerbank bildet eine tiergeographische Scheide in diesem Nebenmeer. Überall kommen Stachelhäuter und Tintenfische vor, Rädertiere sind selten. Die Dorsche erreichen in der Nordsee ein Gewicht von 15 kg, die Herzmuscheln einen Durchmesser von 4,4 cm.

Die Ostsee bietet andere Lebensbedingungen. Ihr Salzgehalt beträgt im westlichen Teil 1,2%, im östlichen nur 0,6%. Die Auswirkungen von Ebbe und Flut auf ihren Wasserstand sind gering, doch unterliegt ihr Wasser großen Wärmeschwankungen. Die Tierwelt ist in der Ostsee viel artenärmer (Abb. 150) als in der Nordsee. Das Plankton nimmt von Westen nach Osten zu ab. Tintenfische treten nur im westlichen Teil auf, Stachelhäuter fehlen ganz. Die Dorsche werden nur 1 bis 3 kg schwer, und die Herzmuscheln erreichen im Bottnischen Meerbusen nur einen Durchmesser von 1,8 cm.

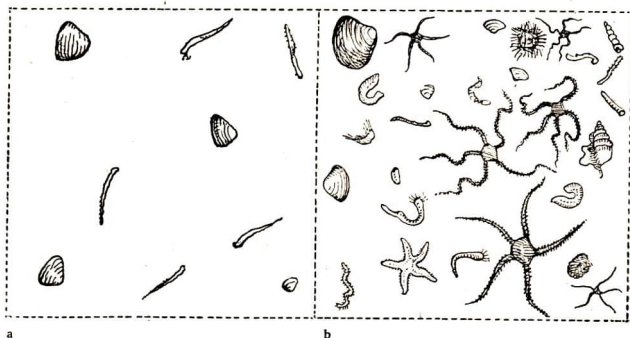


Abb. 150. Bodenfauna eines salzarmen und eines salzreichen Meeres; a mittlere Ostsee, b Kattegatt

Besonders eigenartig sind die Lebensverhältnisse in der Tiefsee. Diese pflanzenleere Region beginnt etwa bei 400 m Tiefe. Dort fehlt das Licht; die Temperatur beträgt gleichmäßig 2°; das Wasser liegt ruhig. Der Wasserdruck nimmt von 10 m zu 10 m um 1 kp/cm² zu, erreicht also in der Tiefe hohe Werte. Die Tiere halten diesem Druck durch den Innendruck ihrer Gewebe stand. Bei vielen Formen haben sich mit Hilfe von Leuchtbakterien besondere Organe ausgebildet, von denen ein schwaches fluoreszierendes Licht ausstrahlt. Bei anderen haben sich die Tastorgane außerordentlich verfeinert (Abb. 151).

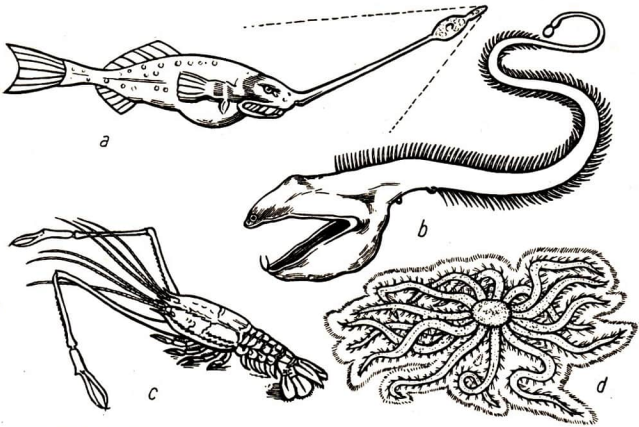


Abb. 151. Tiere der Tiefsee.

a Tiefseefisch mit gestieltem Leuchtorgan (*Gigantactis*), b Pelikansfisch (*Saccopharynx pelicanoides*), c Tiefseekrebs (*Pentacheles spinosus*), d leuchtender Seestern (*Bristinga elegans*)

Die meisten ernähren sich von den tierischen und pflanzlichen Resten, dem sogenannten *Detritus*, der langsam von oben nach unten sinkt. Solche Reste bedecken weite Strecken des Tiefseegrundes. Auf dem Grund tropischer und gemäßigter Ozeanteile liegen kalkhaltige Schalen unzähliger Foraminiferen; in den polaren Tiefseeregionen überwiegen Reste von kieselhaltigen Panzern der Kieselalgen und der Radiolarien. Der Detritus ist die Ernährungsgrundlage vieler Schwämme, Würmer, Schnecken, Muscheln und Krebse. Außer ihnen bevölkern noch Raubfische und Tintenfische die Tiefsee. Da der Detritus durch die Meeresbakterien zersetzt wird, nimmt seine Menge mit zunehmender Tiefe ab und damit auch die Zahl der Tiere. Das zeigen die Feststellungen über die Zahl der einzelligen Planktonformen in einem Liter Wasser:

Wassertiefe	Zahl der Planktonformen je Liter	Wassertiefe	Zahl der Planktonformen je Liter
Oberfläche	10147	1000 m	87
50 m	9443	2000 m	57
100 m	2749	3000 m	18
200 m	726	4000 m	17
400 m	261	5000 m	15
700 m	114		

Die Verteilung der Tiere im Süßwasser. Aus den Meeren sind die Tiere in das Gebiet des Süßwassers vorgedrungen. Sie haben sich an die dort herrschenden Lebensbedingungen stark angepaßt, so daß jetzt jede der beiden Gewässerarten ihre eigene Tierwelt hat. Das zeigt sich schon in der Kleinlebewelt des Planktons, denn es gibt in ihr keine Art, die zugleich im Süßwasser und im Salzwasser vorkommt. Nur im Grenzbereich beider Gewässer, im brackigen Wasser der Flußmündungen und der Haffe, finden sich nicht selten Süß- und Salzwasserarten nebeneinander. So leben z. B. zwischen Rügen und dem Festland die Süßwassertiere Hecht und Barsch, dagegen ist die Salzwasserart Wollhandkrabbe von der Elbmündung aus weit in das Elbe- und Odergebiet vorgedrungen (s. S. 165). Die wandernden Aale, Lachse, Störe und Neunaugen können ebenfalls im Süß- und im Salzwasser leben.

Im Wohngebiet des Süßwassers finden die Tiere mannigfaltige Lebensbedingungen. In den Quellen, Bächen, Flüssen und Strömen weichen Wärme, Sauerstoffgehalt und Nahrungsmenge stark voneinander ab. Daher finden wir in den einzelnen Abschnitten charakteristische Tierformen:

Gewässerabschnitt	Allgemeine Lebensbedingungen	Fische	Muscheln	Strudelwürmer
Quellen, kleinere Bäche	Klares Wasser, Durchschnittstemperatur 10°, viel Sauerstoff, wenig Pflanzen	Forelle	In einigen Gebirgsbächen Flußperlmuschel (<i>Margaritana margaritifera</i>)	<i>Polycelis cornuta</i> , stellenweise Eiszeitrelikt <i>Planaria alpina</i>
Größere Bäche, Mittellauf der Flüsse	Meist trübes Wasser, Temperatur durchschnittlich 14°, Sauerstoffgehalt geringer, Pflanzenwuchs stärker	Äsche Barbe	Dickschalige Flußmuschel, Malermuschel (<i>Unio crassus</i> , <i>U. pictorum</i>)	<i>Planaria gonoccephala</i>
Unterlauf der Flüsse, Ströme	Wasser fast immer trüb, Temperatur 14°, Sauerstoffgehalt wechselnd, guter Pflanzenbestand	Brasse	Aufgeschwollene Flußmuschel (<i>U. tumidus</i>), Flußformen der Teichmuschel (<i>Anodonta cygnea</i>)	<i>Polycelis nigra</i>

Die Übergänge zwischen den einzelnen Gewässerabschnitten erstrecken sich oft viele Kilometer weit, denn überall finden sich zwischen ruhigeren Stellen solche mit stärkerer Strömung. In den Gewässern mildern die Steine den Druck des bewegten Wassers, daher halten sich unter ihnen viele *Kleintiere* auf: Flohkrebse, Egel, Larven von Köcher- und Eintagsfliegen, Napfschnecken.

Stehende Gewässer zeigen ein reicheres Tierleben als Bäche und Flüsse. Im Röhricht unserer Teiche haben viele *Vögel* ihre Nahrungs- und Niststätten. Dort leben auch in und über dem Wasser viele *Insekten* mit ihren Larven. Oft findet

man Wasserpflanzen, die vom *Schilfkäfer* (*Donacia*) zerfressen sind. Seine Larven leben in den untergetauchten Teilen von Schilf und Binsen; sie atmen durch Tracheen und entnehmen den Sauerstoff aus dem Luftgewebe der Pflanzen. In großer Zahl sitzen Einzeller, Schwämme, Moostierchen und Polypen als Aufwuchs an den untergetauchten Pflanzenteilen und an Steinen. An ruhigen Stellen eilen *Jagdspinnen* und *Wasserläufer* auf der Oberfläche des Wassers hin. Ihre weitausgreifenden Beine verteilen das Gewicht des Körpers, so daß die Oberflächenspannung des Wassers ausreicht, um den leichten Tierkörper zu tragen. Von den *Fischen* leben Karpfen, Schleie, Karauschen und Zander meist in stehenden Gewässern, doch sind sie auch in den ruhig fließenden Unterläufen der Flüsse und Ströme häufig zu finden.

Die Zone des freien Wassers ist der wichtigste Lebensbereich des *Planktons*. Die tierischen Planktonarten haben meist eine schwache Eigenbewegung und bilden zusammen mit dem pflanzlichen Plankton die Hauptnahrung der Jungfische. Mannigfache Einrichtungen der Lebewesen des Planktons schwächen die Sinkgeschwindigkeit ab (s. S. 151).

Bei den *Wasserflöhen* dienen die Schwebefortsätze meist noch der Steuerung bei der Fortbewegung. Wenn Planktonformen in vollständig stilles Wasser gesetzt werden, sinken sie allmählich ab. Es ist anzunehmen, daß ihnen unregelmäßige leichte Wirbelströmungen das Schweben erleichtern, ähnlich wie die Aufwindströmungen der Luft den Bussarden das Segeln.

II. Tiere auf dem Lande

Die Anpassung der Tiere an das Landleben. Die Lebensbedingungen auf dem Lande sind von denen im Wasser verschieden. Gegenüber dem Wasser bietet das Land den Tieren folgende *günstigere Bedingungen*:

1. Der Sauerstoffgehalt der Luft ist größer als der des Wassers. 1 l Luft enthält etwa 200 cm³ O₂; bei 9° nimmt das Wasser aus der Luft etwa 8 cm³ O₂ auf; die Luft enthält also 25mal mehr Sauerstoff als das Wasser.

2. Der Widerstand der Luft ist geringer als der des Wassers. Da die Dichte der Luft nur $\frac{1}{770}$ von der des Wassers ist, setzt sie den Bewegungen der Tiere einen viel geringeren Widerstand entgegen.

3. Der Nahrungsreichtum auf dem Lande ist größer. Landpflanzen haben einen festeren Körper als Wasserpflanzen und daher mehr organische Substanz.

Nachteilig für das Tierleben auf dem Lande sind dagegen:

1. der herabgesetzte und schwankende Feuchtigkeitsgehalt der Luft;
2. die immerwährenden und teilweise sehr starken Wärmeschwankungen.

Einige Tierstämme und -klassen sind überhaupt nicht auf das Land vorgedrungen:

Schwämme, Hohltiere, Stachelhäuter und Tintenfische. Von anderen haben sich nur einige Arten an das Leben auf dem Lande angepaßt, von den Plattwürmern z. B. einige Landplanarien der Tropen, von den Ringelwürmern besonders die Regenwürmer.

Die Verschiedenheit der Lebensverhältnisse wirkte auf die Tiere so stark ein, daß Körperbau und Lebensweise stark umgeformt wurden. In den einzelnen Tierkreisen geschah das in verschieden starkem Ausmaß.

Von den Wirbeltieren sind die Fische Wassertiere geblieben, wenn auch einige Arten für kurze Zeit ohne Wasser auskommen können. Die Lurche leben als Jugendformen im Wasser, in erwachsenem Zustand an feuchten Stellen auf dem Lande. Die Kriechtiere und damit auch Vögel und Säuger sind Landtiere geworden, einige von ihnen sind sekundär ins Wasser zurückgekehrt. Die Embryonen dieser Tiere wachsen aber ebenfalls in einer Flüssigkeit heran, dem im Uterus gebildeten Fruchtwasser (s. S. 125). Es schützt sie vor dem Austrocknen. Die erwachsenen Tiere werden durch Horngebilde der Haut (Schuppen, Federn, Haare) vor der Austrocknung bewahrt. In sehr trockenen Gegenden entgehen einige Schildkröten und Schlangen dem Austrocknen durch eine *Trockenstarre*, in der alle Lebenstätigkeit sehr stark herabgesetzt ist. Sie können in diesem Zustand verharren, bis wieder ausreichende Feuchtigkeit vorhanden ist.

Die Mannigfaltigkeit der Anpassung an das Landleben zeigt sich auch in der *Bewegung* der Wirbeltiere. Mit dem Beginn des Landlebens bildeten die Lurche die fünfzehigen Gliedmaßen aus. Die Weiterentwicklung führte zum Fliegen, Graben, Klettern, Springen oder Laufen. Die Gliedmaßen wurden länger, der Rumpf wurde dadurch weiter vom Boden abgehoben, die Bewegungen wurden schneller (s. S. 100).

Infolge der gleichmäßigen Körpertemperatur der Vögel und Säuger laufen deren Lebensprozesse verhältnismäßig unabhängig von den Schwankungen der Außentemperatur ab. Ihre Blutwärme wird von einem besonderen Zentrum im Zwischenhirn gesteuert, das die Tätigkeit der Lungen, der Hautdrüsen und des Kreislaufes regelt. Haare, Federn und Fettablagerungen wirken bei diesen Tieren auch als *Wärmeschutz*. Trotz dieser Unabhängigkeit sind gewisse Wechselbeziehungen zwischen der Eigentemperatur und der Umwelttemperatur zu erkennen. So haben die Haselmäuse eine Körpertemperatur von 35,7° in wärmeren Teilen der gemäßigten Zone, die Hausmäuse unserer Landschaft haben eine Temperatur von 37,5° und die weiter nach Norden vordringenden Feldmäuse sogar 38,5°, die Nebelkrähe des östlichen Europa hat 42,8° und die westliche Rabenkrähe 41,8°. Diese und ähnliche Fälle zeigen, daß die Körpertemperaturen von Tierarten, die in Gegenden mit geringerer Jahresdurchschnittstemperatur leben, häufig höher sind als bei den in wärmeren Gegenden heimischen Tierarten. Schon bei geringfügigen Temperaturänderungen verschieben sich die Lebensgrundlagen für bestimmte Arten, so daß sie nach Ablauf weniger Generationen in der betreffenden Landschaft nicht mehr vorkommen.

Bei den landbewohnenden Gliedertieren, besonders bei den Insekten, hat sich keine besondere Wärmeregulierung ausgebildet. Ihre große Beweglichkeit und

der Chitinpanzer, der sie vor Austrocknung schützt, machen sie von Temperaturschwankungen weitgehend unabhängig. Infolge dieser Unabhängigkeit haben sie sich sehr verschiedenen Lebensbedingungen angepaßt und eine große Zahl von Arten entwickelt (Abb. 1, S. 8).

Die meisten landbewohnenden Tiere gehören zu den höheren Wirbeltieren und den Insekten. Beide haben die Nachteile des Landlebens durch Körperbau und Lebensweise ausgeglichen und die Vorteile genutzt. Die Voraussetzung für das Leben auf dem Lande war eine weitgehende Verbesserung der Sinnesorgane und eine zunehmende Differenzierung des Nervensystems und der Verhaltensweisen.

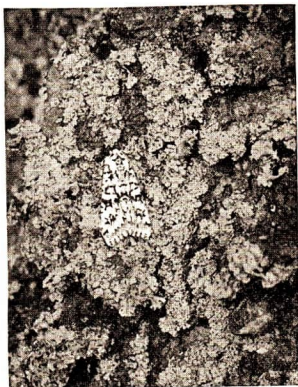
Die Angleichung an die Umgebung. Einzelne Arten der Landtiere haben sich besonders eng an ihre nähere Umgebung angepaßt. Vor allem in bezug auf Farbe und Form ist es dabei oft zu Übereinstimmungen gekommen. Die *Farbe* vieler Tiere unserer Wiesen und Wälder ist Grün. Daher sind viele Raupen, Heuschrecken, Wanzen, Spinnen und Frösche zwischen den Pflanzen schwer zu erkennen. Polartiere, wie Eisfuchs und Schneehuhn, zeigen ein schneeiges Weiß; bei Wüstentieren treten fahle Farben auf. Für Eigelege, Jungtiere und wehrlose Pflanzenfresser sind derartige Übereinstimmungen von Körperfarbe und Farbe der Umgebung von größtem Vorteil (Schutzfarbe).

Manche Tiere haben nicht nur die Farbe, sondern auch die *Form* von Pflanzenteilen angenommen, in deren Umgebung sie sich meist aufhalten (Abb. 152). So ähneln die südeuropäischen Stabheuschrecken (*Bacillus rôssi*) dem Astwerk, in

Abb. 152. Angleichung an die Umgebung



a Rotes Ordensband



b Aprileule



c Raupe des Grauen Mönchs



d Raupe der Nonne

dem sie herumklettern. Schildläuse (*Coccidae*) gleichen kleinen Knospen. Die Raupen des Birkenspanners (*Amphidatis betulária*) und des Baumspanners (*Boarmia*) verharren für kurze Zeit in einer Schreckstellung, wenn das Astwerk, das sie bewohnen, erschüttert wird; dadurch erscheinen sie leblos (e). Manche Wanzen und viele Schmetterlinge, wie die meisten Spinner und Eulen, sind beim Sitzen auf Baumrinde von dieser kaum zu unterscheiden. Der Blattschmetterling (*Kallima*) Indiens zeigt im Ruhezustand durch Form und Farbe eine täuschende Ähnlichkeit mit einem vertrockneten Blatt. Eine verblüffende Übereinstimmung mit dem grünen Blattwerk eines Laubbaumes weist das zu den Heuschrecken gehörende Wandelnde Blatt (*Phyllium pulchrifolium*) auf, bei dem Hinterleib und Flügeldecken



e Birkenspanneraupe in Starrstellung

die Gestalt eines geaderten Blattes haben. Die Angleichung einzelner Tierarten an ihren Wohnbereich wird bei einem *Wechsel der Farbe* besonders auffällig. Das Fell von Eisfuchs, Hermelin und Alpenhase wird im Winter weiß. Von echtem Farbwechsel sprechen wir dann, wenn er jederzeit umkehrbar ist. So verändert der Laubfrosch bei hohen Temperaturen seine grüne Farbe in Grau. Wie bei den Wassertieren (s. S. 153) können auch bei Landtieren psychische Vorgänge Farbänderungen hervorrufen, wie es sehr gut am Farbwechsel des Chamäleons beobachtet werden kann (s. S. 66).

Die Verbreitung der Tiere auf dem Lande. Auf dem Land wechseln die Lebensbedingungen stärker als im Meer. Polares, gemäßigtes, tropisches, See- oder Binnenlandklima schaffen große Unterschiede. Hochgebirge, Bergländer und weite Ebenen bieten sehr verschiedenartige Lebensverhältnisse. Das Tierleben wird maßgeblich von der verschiedenartigen Pflanzenwelt bestimmt; Wälder, Wiesen, Heiden, trockene Hänge, Dünen, Felsen und Moore beherbergen eine zahlreiche, artmäßig verschiedene Fauna. Breite Ströme, Meeresarme, Bergzüge und auch Wüsten bilden oftmals große Hindernisse für die Ausbreitung der Landtiere.

Im Gegensatz zu dem Wasser gibt es auf dem Lande daher nur wenige Tiere, die über den größten Teil der Erde verbreitet sind. Zu ihnen gehören einige Ufervögel, die Schleiereule und der Fischadler, der ebenso wie der Distelfalter nur im südlichen Teil von Südamerika fehlt. Auch einige dem Menschen folgende Tiere haben sich fast über die ganze Erde verbreitet: Sperling, Wanderratte, Stubenfliege, Wanze und Schabe.

Alle anderen Arten haben bestimmte Wohnplätze, die je nach der Anpassungsfähigkeit groß oder klein sein können. Meist sind die Verbreitungsgebiete (*Areale*) in sich geschlossen und zusammenhängend, doch finden wir auch dieselbe Tierart bisweilen in verschiedenen voneinander getrennten Gebieten. Vielfach hängen derartige Zerreißen mit der klimatischen Veränderung nach der Eiszeit zusammen. So finden sich Schneehase, Schneehuhn, Leinfink und einige Schmetterlinge in den Alpen ebenso wie in Nordeuropa. Andere Tiere, die dort leben, kommen außerdem noch ganz verstreut in Mitteleuropa vor. Wir müssen sie als Eiszeittiere betrachten, die sich an geeigneten kühlen Punkten als Eiszeitrelikte halten konnten.

So lebt der Kleinkrebs *Mysis relicta* in den tieferen Schichten der norddeutschen Seen, da die dort herrschenden Temperaturen seinen Bedürfnissen entsprechen. Andere Eiszeitrelikte befinden sich in klaren, das ganze Jahr kühl bleibenden Quellen der Mittelgebirge. Zu ihnen gehören der Strudelwurm *Planaria alpina* und die Schnecke *Pupa arctica*. Nach dem Abschmelzen des europäisch-asiatischen Binneneises sind manche Tierarten aber auch in weit voneinander getrennten Verbreitungsgebieten sesshaft geworden, so die Blaue Elster (*Cyanopica cyana*), die heute nur in Ostasien und im Südwesten der Pyrenäenhalbinsel vorkommt. Derartige Beispiele zeigen, daß sich die Verbreitungsgebiete vieler Landtiere in bestimmten geologischen Zeitabschnitten verändert haben.

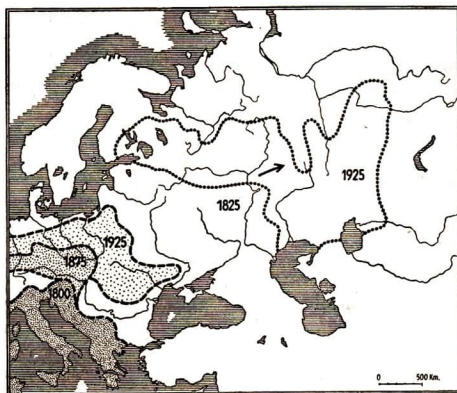


Abb. 153. Verbreitung von:
Feldhase
Girlitz - - - -

Aber auch in geschichtlicher Zeit haben sich die Verbreitungsgebiete *verändert*. Als Beispiel hierfür mag der *Feldhase* genannt werden, der sich in den letzten 100 Jahren immer mehr nach Osten ausbreitete (Abb. 153). In Amerika und Europa ist die Ausbreitung des *Kartoffelkäfers* für die Landwirtschaft sehr nach-

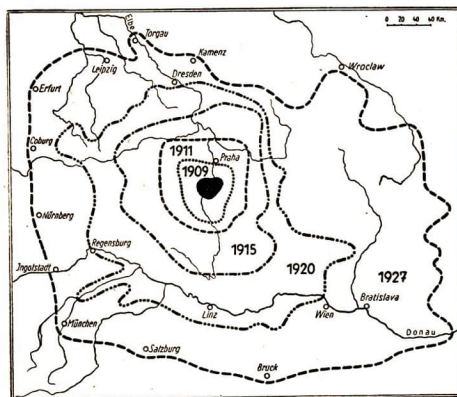


Abb. 154. Ausbreitung der
Bismarckratte

teilig geworden. Der Käfer begann 1860 in Nebraska (USA) die Kulturkartoffel zu befallen und erreichte nach schneller Ausbreitung die Ostküste Amerikas. Vereinzelt trat er in Europa schon 1877—1881 auf, konnte aber durch sofortige Maßnahmen vernichtet werden. 1922 wurde er bei Bordeaux in Südfrankreich erneut festgestellt. Von hier breitete er sich über große Teile von Europa aus. Die Erweiterung seines Verbreitungsgebietes hängt mit der Widerstandsfähigkeit der Käfer und ihrer Larven sowie ihrer schnellen Vermehrung zusammen. Man bekämpft sie wirksam mit DDT und anderen Mitteln. Die *Bisamratte* hat in Europa ihr ursprüngliches Verbreitungsgebiet unerwartet erweitert (Abb. 154). Von diesem Tier wurden im Herbst 1905 drei Weibchen und zwei Männchen südlich von Praha ausgesetzt. Sie sollten dort das jagdbare Wild um eine Pelztierart vermehren. 1912 war die Zahl der Tiere auf zwei Millionen und 1927 auf über 100 Millionen gestiegen. Gründliche Bekämpfungsmaßnahmen haben die starke Ausbreitung eingedämmt; eine Ausrottung ist einstweilen nicht zu erwarten. Als weiterer Schädling ist die *Wollhandkrabbe* in Europa eingewandert. Im Bewuchs von Schiffsböden gelangte sie aus ihrer Heimat China bis zur Elbmündung und trat 1910 dort zum ersten Male auf. Heute lebt sie in vielen Seen Norddeutschlands, ist bis zur Saale und bis zum Oberlauf der Oder vorgedrungen und richtet überall durch Zerstörungen der Fischnetze und der Flußufer großen Schaden an.

Von derartigen Ausweitungen der Verbreitungsgebiete sind die *Wanderungen* der Tiere zu unterscheiden. Hierbei handelt es sich um ein Verlassen der alten, das Aufsuchen neuer Wohngebiete und teilweise auch um eine Rückkehr zu dem alten Platz. Nicht immer sind die Ursachen der Tierwanderungen bekannt. In unseren Breiten kann man zuweilen Schwärme von Schmetterlingen sehen, die im Binnenlande Hunderte von Kilometern weit fliegen, nicht selten die Küste erreichen und dann bei ihrem unhemmbaren Wandertrieb auf dem Meere zugrunde gehen. Bekannt sind die großen Schwärme von Wanderheuschrecken, die in wärmeren Ländern von Zeit zu Zeit als Larven und als entwickelte Tiere in wenigen Tagen große Pflanzenkulturen vernichten und dann weiterziehen.

Eine wesentliche Ursache für viele Tierwanderungen ist die *Verknappung der Nahrung*. Vor der wirtschaftlichen Erschließung der nordamerikanischen Prärien zogen im Herbst gewaltige Herden von *Bisons* Hunderte von Kilometern nach Süden und wichen so der Nahrungsnot des Winters aus. Während viele Raubvögel und Körnerfresser die ungünstige Jahreszeit in den gemäßigten Gegenden überdauern, führen vor allem Weichtierfresser (z. B. Rotschwänzchen) große Wanderungen durch. Umfangreiche und jahrzehntelange Beringungsversuche haben wesentlich zur Erforschung des *Vogelzuges* beigetragen. Die meisten Vögel umfliegen bei ihrer Wanderung die Alpen. Viele ziehen an der Westküste entlang und erreichen nach Überquerung der Straße von Gibraltar Afrika. Osteuropäische Vögel fliegen meist über Griechenland und Kleinasien nach Ägypten und gehen nilaufwärts bis weit nach Ost- und Südafrika (Abb. 149, S. 155). Auch über Italien und Sizilien ziehen einige Arten. Bei ihrem Fluge halten sich die meisten Tiere in Höhen von 200 bis 300 m und erreichen beträchtliche Geschwindigkeiten (Enten

75 km/h, Schwalben bis 200 km/h). Manche Arten legen sehr weite Strecken zurück (Abb. 149, S. 155). Der Wandertrieb der Vögel ist nicht nur durch die Verknappung der Nahrung bedingt. So verläßt der Mauersegler Mitteldeutschland schon um den 1. August. Bei Schwalben wurde beobachtet, daß sie ihre zweite Brut plötzlich im Stiche ließen und ohne feststellbare Ursache abflogen. Bei den Vögeln wird der Wandertrieb durch plötzliche Ausschüttung großer Mengen von Schilddrüsenhormon ausgelöst.

Auch der Trieb zur *Fortpflanzung* löst bei einigen Tieren Wanderungen aus. Nach gründlichen Beobachtungen wurde festgestellt, daß die europäischen und nordamerikanischen *Aale* im Sargassomeer laichen. Die Jungfische der einen Art ziehen im Verlaufe von drei Jahren als „Glasaale“ quer über den Ozean in die europäischen Gewässer und leben dort einige Jahre in Flüssen und Seen, bis sie bei eintretender Geschlechtsreife in den Ozean abwandern. Die Brutbezirke beider Arten überschneiden sich (Abb. 149, S. 155), doch kommt es nicht vor, daß die Nachkommen der amerikanischen Aale in Europa auftreten und umgekehrt. Anders wandern die *Lachse*. Sie leben als erwachsene Tiere im Meer und ziehen zum Laichen flußaufwärts. Zur Fortpflanzungszeit kommen aus dem Stillen Ozean die *Pelzrobben* zu bestimmten Inseln der Aläuten im Beringmeer. Dort erfolgt die Paarung und auch das Werfen der Jungen. Die Robben, die in den westlichen Teilen des Ozeans beobachtet wurden, sind regelmäßig auf einigen westlichen Inseln der Aläuten zu finden, die Tiere der kalifornischen Küsten dagegen auf einer der östlichen Inseln (Abb. 149, S. 155).

Wenn auch einzelne Tierarten ihr Verbreitungsgebiet allmählich erweitern und andere Arten periodische Wanderungen durchführen, so bleibt doch die Tierwelt einer vom Menschen unberührten Landschaft durch Hunderte von Jahren fast unverändert. Sie wird vom Klima, von der Bodenbeschaffenheit, von der Pflanzendecke und in vielen Fällen auch von der geologischen Vergangenheit bestimmt.

Wir können in der gegenwärtigen Verteilung der Festlandtiere große *tiergeographische Regionen* unterscheiden:

1. *Die arktische Region* mit der paläarktischen und nearktischen Unterregion. Charaktertiere: Eisfuchs, Rentier, Bär, Wolf, Luchs, Hirsch, Bison, Wisent, Murre, Hecht, Schlammbeißer, Barben.

2. *Die afrikanisch-indische Region* mit Schmalnasen, Halbaffen, Python-Riesenschlangen, Labyrinthfischen. In Afrika leben ferner: Gorilla, Schimpanse, Löwe, Antilope, Zebra, Giraffe, Strauß, Perlhuhn, Graupapagei, Nilkrokodil; in Indien kommen vor: Orang-Utan, Gibbon, Tiger, Gavia, Nashornvogel, Argusfasan, Pfau, Salangane.

3. *Die südamerikanische Region* mit Breitnasen, Jaguar, Gürteltier, Ameisenbär, Lama, einigen besonderen Familien der Nagetiere (Chinchilla, Aguti), Nandu, Kondor, Araras, Tukan, Leguan, Boa-Riesenschlange.

4. *Die australische Region* einschließlich Neuseeland mit Beuteltieren, Schnabeltier, Ameisenigel, Emu, Kasuar, Kiwi, Eulenpapagei, Kakadu, Leierschwanz, Paradiesvögeln, Brückenechse.

Eine genaue Abgrenzung der einzelnen Regionen ist schwierig, da die Verbreitungsgrenzen der verschiedenen Arten sich nicht immer miteinander decken. Jede Tierregion wird in mehrere *Subregionen* gegliedert, wie etwa der paläarktische Teil der arktischen Region in die europäische, mittelländische, zentralasiatische und mandschurische Subregion.

D. LEBENSGEMEINSCHAFTEN

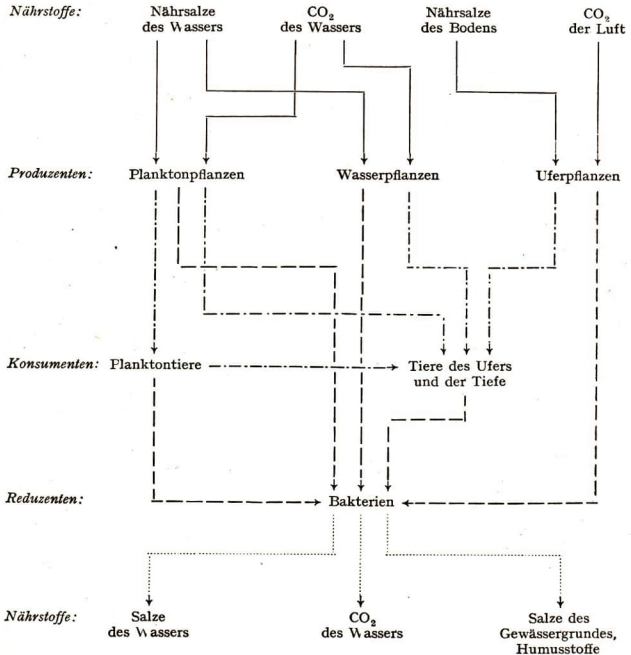
Jedes Wohngebiet hat seine bestimmte Tierwelt, die in Wechselbeziehungen zu seinen Pflanzen steht (s. S. 168). Mithin gehören das Wohngebiet und die Pflanzen und Tiere, die es besiedeln, untrennbar zusammen. Am stärksten wirken Klima, Bodenverhältnisse und Wasser auf die Organismen. Aus den Nährsalzen des Bodens und dem Kohlendioxyd der Luft bauen die Pflanzen organische Substanz auf. Wir nennen sie daher die **Produzenten**. Die Tiere brauchen die pflanzlichen Stoffe zum Aufbau ihrer Körper. Sie sind die **Konsumenten**. Ununterbrochen entsteht pflanzliche und tierische Substanz. Nach dem Tode der Lebewesen beginnt sofort der Abbau der organischen Substanz und ihre Zurückführung in mineralische Ausgangsbestandteile. Diesen Vorgang nennen wir *Reduktion* oder *Mineralisation*. Er wird durch Bakterien hervorgerufen, die die Fäulnis und Verwesung bewirken. Diese winzigen Lebewesen stehen daher als **Reduzenten** im Lebensgeschehen gleichbedeutend neben Produzenten und Konsumenten.

Durch das Zusammenwirken der drei großen Organismengruppen halten sich Aufbau und Abbau der Stoffe die Waage. Veränderungen der Lebensbedingungen rufen ständig Schwankungen hervor, die aber immer wieder ausgeglichen werden. Die Erhaltung und Weiterentwicklung des Lebens wäre ohne das Zusammenwirken der drei Organismengruppen nicht möglich. In den einzelnen Wohngebieten sind die Organismen nach Art und Zahl verschieden. Sie bilden *Lebensgemeinschaften*, in denen lange Zeiträume hindurch ein bestimmtes Verhältnis zwischen Pflanzen, Tieren und Bakterien erhalten bleibt. So sind *Wald* oder *Teich* Lebensgemeinschaften, die *Tiefsee* dagegen nicht, denn in ihr fehlen die Produzenten. Das *Moor* ist auch keine Lebensgemeinschaft. Hier kann durch das Fehlen der Reduzenten die organische Substanz nicht mineralisiert werden, so daß sie in wenig veränderter Form als Torf abgelagert wird.

In der Lebensgemeinschaft *Teich* oder *See* lassen sich drei Hauptzonen des Pflanzenwuchses unterscheiden: Schilfgürtel mit Ufer- und schwimmenden Pflanzen, Zone der untergetauchten oder echten Wasserpflanzen und Freiwasserzone mit Planktonpflanzen. Die Beweglichkeit der Tiere läßt eine entsprechende Ein-

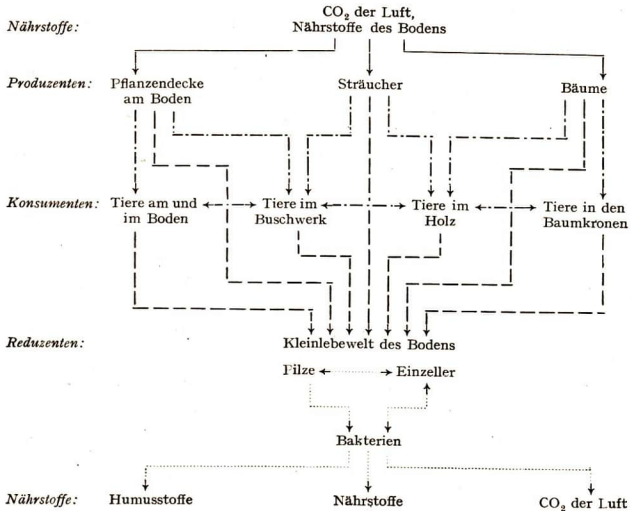
teilung nicht zu, doch gibt es auch unter ihnen Formen, die nur in bestimmten Pflanzenzonen leben (Schnecken im Schilfgürtel, Schlammröhrenwürmer in der Tiefe). Im Gewässergrund leben die Bakterien und üben ihre reduzierende Tätigkeit aus.

Die Wechselbeziehungen in dieser Lebensgemeinschaft werden im folgenden vereinfachten Schema verdeutlicht:



Wenn in der Lebensgemeinschaft des Wassers die Planktonpflanzen fehlen, so werden viele im Wasser gelöste Salze nicht in organische Substanz übergeführt, der Salzgehalt des Wassers nimmt allmählich zu; die Planktontiere fehlen vollständig, und in größeren Gewässern bleibt der innere Teil, die Freiwasserzone, leer von Lebewesen.

In entsprechender Weise können die Zusammenhänge in der Lebensgemeinschaft *Wald* dargestellt werden:



Wenn die Pflanzendecke am Boden fehlt, ist die Lebensgemeinschaft gestört. So ist es vielfach in unseren reinen Fichtenbeständen. Dort bildet sich eine dicke Nadelstreu, die schlecht durchwässert und durchlüftet wird. Die Kleinlebewelt des Bodens, das *Edaphon*, bleibt dann zahlenmäßig gering und macht nur etwa den zehnten Teil der Kleintierwelt des Buchenwaldes aus. Daher ist die Reduktion der organischen Substanz ungenügend, und der Boden versäuert (Rohhumus). Aus diesen Betrachtungen ergeben sich für die Biologie folgende wichtige Erkenntnisse:

1. Kein Ding in der Natur existiert für sich allein, überall bestehen Zusammenhänge und Wechselbeziehungen.
2. Man muß die Lebewesen im Zusammenhang mit ihrer Umwelt betrachten, denn sie stellen mit ihr eine Einheit dar.
3. Jede Veränderung der Umwelt bewirkt eine Veränderung der Lebensgemeinschaft, bedingt eine Anpassung des Organismus an die neuen Bedingungen.
4. Die dauernden Gegensätze zwischen Umwelt und Lebewesen sind Triebkräfte für die Entwicklung der Tiere und Pflanzen.

E. TIER UND MENSCH

I. Von der Naturlandschaft zur Kulturlandschaft

Überall da, wo der Mensch Kulturen entwickelte, gestaltete er die natürliche Landschaft um. Dieses umwälzende Geschehen beruht auf der Fähigkeit des Menschen zu einsichtigem Handeln, das zur Beherrschung der Naturkräfte führte. Die Benutzung des Feuers, der Gebrauch von Werkzeugen, die Erfindung mechanischer Maschinen, die Ausnutzung der Dampfkraft und der Elektrizität und die Anwendung der Atomenergie für friedliche Zwecke sind die Hauptpunkte dieser Entwicklung. Mit Hilfe der Erfindungen verbesserte der Mensch seine Lebensbedingungen. Dadurch nahm die Zahl der Menschen gewaltig zu. Am Ende der Eiszeit gab es schätzungsweise nur wenige hunderttausend Menschen, um 1600 gab es etwa 500 Millionen, im Jahre 1830 bereits 1 Milliarde; jetzt gibt es über 2 Milliarden Menschen.

Der erste große Eingriff des Menschen in das Naturgeschehen veränderte den *Wald*. Da der Mensch die Entwicklungsgesetze des Waldes zunächst noch nicht erkannt hatte, wirkten sich seine Eingriffe gegen seinen Willen oftmals zu seinem Schaden aus. Große Bestände wurden niedergebrannt und gerodet, so daß vom Mittelalter bis heute in Mitteleuropa der Anteil des Waldes von 75 % auf 25 % gesunken ist. Gleichzeitig verdrängte vielerorts der Anbau von reinen Kiefern- und Fichtenwäldern den ursprünglichen Mischwald. Andererseits legten die Menschen schon seit ältesten Zeiten Moore und Sümpfe trocken und gewannen so neues Kulturland. Flache Küstenstreifen wurden eingedeicht. Der Mensch gestaltete auch viele Gewässer um: Quellen wurden gefaßt, Bäche und Flüsse eingedämmt und dadurch die zerstörende Wirkung des Hochwassers unterbunden.

Manchmal werden Gewässer durch Abwässer der Siedlungen und Fabriken stark verunreinigt. In solchen verunreinigten Gewässern stellt sich durch die *biologische Selbstreinigung* der natürliche Zustand wieder her. Bakterien, Abwässerpilze, Blaualgen, Röhrenwürmer und einige Insektenlarven verbrauchen die organischen Reste. Dadurch nimmt der Sauerstoffgehalt des Wassers wieder zu. Die Reinigung der Abwässer durch Kläranlagen, Vorfluter, Rieselfelder ist heute gesetzlich geregelt. Amtliche Flußüberwachungsstellen kontrollieren laufend die Zusammensetzung des Wassers.

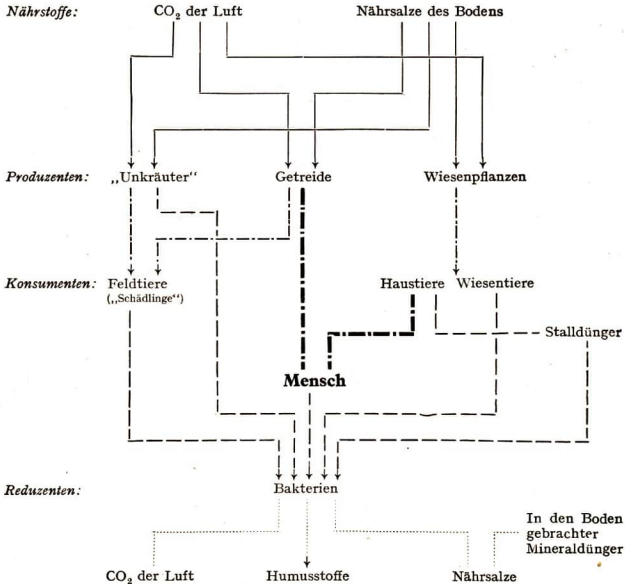
Die Städte wuchsen in die Landschaft hinaus; mit ihnen trugen Verkehrswege zur Umgestaltung der Naturlandschaft in eine Kulturlandschaft bei. Heute herrscht in menschenreichen Gegenden der Erde die Kulturlandschaft vor.

Mannigfache, oft ungünstige Erscheinungen können als Folge einer planlosen Umwandlung von der Natur- zur Kulturlandschaft auftreten. Waldrodungen,

Trockenlegung der Moore, schnelles Abfließen des Wassers in begradigten Flußläufen senkten den Grundwasserspiegel, förderten die Versteppung, veränderten das Klima.

Feldern und Wiesen entzieht der Mensch als größter Konsument ununterbrochen Stoffe. Aber durch die Düngung gibt er dem Boden Nährstoffe zurück.

Kreislauf der Stoffe in Feld und Wiese



Durch die sozialistische Planwirtschaft ist es möglich geworden, Mißerfolge systematisch zu verhüten und zu beseitigen. In der Sowjetunion hat man begonnen, durch großangelegte Waldanpflanzungen (vgl. Lehrbuch der Biologie für das 9. Schuljahr, S. 185) die Dürren der Steppenrandgebiete zu überwinden und den Boden durch das Trawopolnaja-System (vgl. Lehrbuch der Biologie für das 9. Schuljahr, S. 167) vollständig zu erschließen.

Durch Zusammenarbeit von Wissenschaftlern der verschiedensten Fachgebiete, von Agronomen, Zoologen, Botanikern, Geologen, Wirtschaftlern u. a. ist die Grundlage für eine planmäßige Umgestaltung der Naturlandschaft in die Kulturlandschaft gewährleistet.

Um an einigen Orten natürliche Lebensbezirke zu erhalten, wurden in vielen Ländern bestimmte Landschaftsgebiete unter *Naturschutz* gestellt. Es entstanden *Naturschutzgebiete*. Das größte deutsche Naturschutzgebiet ist das um den Wilseder Berg in der Lüneburger Heide (220 qkm). Ein wissenschaftlich sehr wichtiges Naturschutzgebiet ist das Plagefenn bei Chorin. In der UdSSR wurden in den letzten Jahrzehnten über 90 Naturschutzgebiete geschaffen. Sie liegen in den einzelnen geographischen Zonen der Sowjetunion (Sajajisches Gebirge 18 000 qkm, Kamtschatka 12 000 qkm) und dienen neben der Erhaltung der Tierwelt zugleich der Erforschung ökologischer Zusammenhänge. In den österreichischen Alpen ist im Gebiet der Tauern ein 150 qkm großes Areal unter Schutz gestellt. Die Schweiz hat in der Südwestecke Graubündens einen 250 qkm großen Naturschutzpark erhalten. Im Jahre 1872 ist in Amerika der Yellowstone-Nationalpark mit 9250 qkm unter Schutz gestellt worden. In Neuseeland, Australien, Südafrika (Krüger-Nationalpark in Natal), Java sind ebenfalls große Naturschutzgebiete, in denen die Lebewesen der betreffenden Landschaften ihre natürlichen Lebensbedingungen behalten. An den Küsten dienen *Vogelfreistätten* dem Schutze und der Erhaltung geeigneter Brutplätze für Seevögel (u. a. Mellum in der Nordsee, Hiddensee in der Ostsee).

II. Kulturflüchter – Kulturfolger

Die Tierwelt hat durch die Umgestaltung der Landschaft starke Veränderungen erfahren. In allen Teilen der Erde weichen *Kulturflüchter* dem Vordringen des Menschen aus. Ihr Bestand verringerte sich mehr und mehr, einige sind schon ausgestorben. Andere Tiere haben sich als *Kulturfolger* den neuen Lebensbedingungen angepaßt.

a) Kulturflüchter

Der Rückgang natürlicher Wälder hat *Waldstorch* und *Kolkrabe* zahlenmäßig sehr stark gemindert; sie sind heute in Europa große Seltenheiten. *Spechte* und *Eulen* benötigen alte, hohle Bäume als Nistplätze; auch sie nehmen an Zahl immer mehr ab. Die Regulierung der Wasserläufe sowie die Trockenlegung der Moore und Sümpfe hat das Wohngebiet vieler Tiere, wie *Rohrdommel*, *Kranich*, *Brachvogel* und *Sumpfschildkröte*, eingeengt und ihre Zahl vermindert.

Besonders stark hat die Zahl der *jagdbaren Tiere* abgenommen. Aber Schonzeiten und die Schaffung von Schutzgebieten und Wildgehegen haben größere Bestände von *Rothirsch*, *Gemse*, *Auerwild* und einzelne *Uhus*, *Biber*, *Elche* und *Steinböcke* erhalten. Von den Großrindern ist der letzte *Auerochs* oder Ur 1627

eingegangen, dagegen leben *Wisente* noch heute im Kaukasus. Eine Stammform des Hauspferdes, der *Tarpan*, ist zu Beginn des 19. Jahrhunderts ausgestorben. *Bär*, *Luchs*, *Nerz*, *Steinadler* und *Bartgeier* sind in Europa sehr selten geworden. Bis gegen Ende des 17. Jahrhunderts lebte auf Mauritius im Indischen Ozean die flugunfähige *Dronte*, eine Bodentaube. Die *Seekühe* des Beringmeeres waren nach ihrer Entdeckung um 1780 innerhalb von 15 Jahren vernichtet. Die Zahl der *Elefanten*, vieler *Robben* und vor allem der *Pelztiere* befindet sich in ständigem Rückgang. Ursprünglich hatte der *Zobel*, ein dem Edelmarder ähnliches kleines Raubtier, ein zusammenhängendes Verbreitungsgebiet vom Ural bis zum Stillen Ozean. Durch die Jagd auf den Zobel beschränkt sich jetzt sein Verbreitungsgebiet auf einzelne Teilgebiete. Auch die jetzigen Wohnplätze verkleinern sich immer mehr.

In unseren Binnengewässern sind die Fischbestände stark zurückgegangen. Elbe, Weser und Rhein waren früher von *Stören* und *Lachsen* reich bewohnt; jetzt gibt es dort keine Störe mehr, die Lachse sind selten geworden. Die Begradigung der Flüsse nahm den Fischen geeignete Laichplätze und den Jungfischen ruhige Stellen im strömenden Wasser.

In den Meeren hatte die Intensität der Fischerei vielerorts zu einer Überfischung geführt, die sich z. T. in einem Kleinerwerden der Fangtiere zeigte. Um Dauerverluste zu vermeiden, wurden aber international gültige Schonzeiten eingeführt, durch die vor allem die Jungfische geschützt werden. Durch diese Maßnahmen wird eine zu starke Abnahme der Meeresfische verhindert. Auch die *Wale* werden durch Schutzbestimmungen vor der Ausrottung bewahrt.

b) Kulturfolger

Es gibt einige Tiere, für die die Ausdehnung der menschlichen Siedlungen und der Kultursteppe recht günstig war. So folgte wahrscheinlich der *Sperling* aus dem Orient dem nach Westen vordringenden Getreidebau. Gegenwärtig breitet sich die *Grauwammer*, vom Osten kommend, in der mitteleuropäischen Feldflur aus. Die immer größer werdenden Städte mit ihren Steinbauten entsprechen den Lebensbedürfnissen mancher alpiner Felsbewohner. Daher konnten *Hausrotschwanz*, *Schwalbe* und im letzten Jahrhundert auch der *Mauersegler* zu Stadtvögeln werden. Einige ehemalige Waldtiere verloren allmählich ihre Scheu vor dem Menschen und fanden in den Parkanlagen und Gärten günstige Lebensbedingungen. Das gilt u. a. in den letzten Jahrzehnten für die *Amsel* und gegenwärtig für die *Singdrossel* und die *Ringeltaube*. *Feldmäuse*, *Hamster* und vor allem *Ratten* fanden in den Feldfluren und zum Teil auch in den menschlichen Siedlungen geeignete Wohngebiete.

Im Jahre 1775 gelangten die *Wanderratten* auf europäischen Schiffen nach Nordamerika. Auf den mittelamerikanischen Inseln trafen sie auf besonders günstige Lebensbedingungen, da es dort keine kleineren Raubtiere gab. Die eingewanderten Ratten vermehrten sich ungeheuer schnell. Durch ihre Nagetätigkeit in den

Zuckerrohrfeldern richteten sie sehr große Schäden an. Deshalb führten die Inselbewohner 1872 aus Indien kleine Raubtiere aus der Familie der Schleichkatzen, *Mungos*, ein. Zunächst hatte diese *biologische Schädlingsbekämpfung* den gewünschten Erfolg. Schon nach zehn Jahren hatte sich der Schaden um mehr als die Hälfte vermindert und nahm auch weiter ab. Durch die große Zahl der Beutetiere nahmen jedoch die *Mungos* an Zahl sehr zu. Zu ihrer Ernährung reichten die Ratten bald nicht mehr aus. Die Raubtiere fingen an, unter den Haustieren und unter der eingeborenen Tierwelt in furchtbarer Weise zu hausen. Manche Tierart wurde nahezu ausgerottet. Zwei Jahrzehnte nach der Einführung waren die *Mungos* eine Landplage. Gleichzeitig nahmen die schädlichen Insekten, z. B. Schildläuse und Zecken, an Zahl zu; denn ihre Feinde, die Vögel, waren von den *Mungos* verfolgt worden. Im Jahre 1890 wurde festgestellt, daß der durch die Schleichkatzen direkt oder indirekt angerichtete Schaden viel größer war als der durch die Ratten angerichtete. Ihre Verfolgung begann, und erst nach vielen Jahren stellte sich ein neuer Gleichgewichtszustand ein.

Dieses Beispiel zeigt, daß (s in der Praxis zu schweren Schäden führt, wenn man einseitig nur die Beziehungen eines Schädlings zu seinem natürlichen Feind beachtet. Bei der biologischen Schädlingsbekämpfung muß man vielmehr die *allseitigen Wechselbeziehungen* zwischen den eingeführten Tieren und ihrer neuen Umwelt berücksichtigen. Dies ist in vielen anderen Fällen bereits geschehen. So wurden z. B. noch im vorigen Jahrhundert die Orangenkulturen in Kalifornien oft durch eine bestimmte Art der Schildläuse (*Icerya purchasi*) vollständig vernichtet. Nach eingehenden Untersuchungen über die Lebensweise der natürlichen Feinde der Schildläuse führte man im Jahre 1889 einen Marienkäfer (*Novius cardinalis*) nach Kalifornien ein, dessen Larve die Schildläuse frißt. Innerhalb weniger Jahre wurden die Schildläuse durch die für den Menschen in keiner Weise schädlichen Marienkäfer vernichtet. Auch an anderen Orten, an denen Orangenkulturen durch diese Schildlausart bedroht wurden (z. B. in Italien), hat man die Schädlinge durch die Einführung der Marienkäfer wirksam bekämpft.

Vor einigen Jahrzehnten wurden in Italien und Dalmatien die Maulbeerbäume, die Nahrungspflanzen der Seidenraupe, von einer anderen Art der Schildläuse (*Diaspis pentágona*) befallen. Die Seidenraupenkultur ging vorübergehend stark zurück. Zur biologischen Bekämpfung dieser Schildläuse führte man eine amerikanische Schlupfwespe (*Prospaltella berlései*) ein. Die Schlupfwespe sticht Schildläuse an und belegt sie mit einem Ei. Durch die Entwicklung des Eies in der Schildlaus wird diese getötet. Zur Verbreitung der Schlupfwespe genügt, daß ein Maulbeerzweig mit einigen angestochenen Schildläusen in einen Baum gehängt wird. In Italien hatten nach kurzer Zeit die Schlupfwespen die Schildläuse verdrängt.

Ähnliche Erfolge wurden in Deutschland seit dem Jahre 1924 bei der Bekämpfung eines gefährlichen Obstbaumschädlings, der *Blutlaus* (*Eriosoma lanigerum*), durch die aus Amerika eingeführte *Blutlauszehrwespe* (*Aphelinus mali*) erzielt. Sofern wir Menschen also nicht nur isoliert die Beziehungen zwischen dem Schädling und

seinem natürlichen Feind betrachten, sondern die allseitigen Zusammenhänge innerhalb der Natur berücksichtigen, können Schädlinge durch Aussetzen ihrer natürlichen Feinde sehr wirksam bekämpft werden.

III. Haustiere

Die Haustierwerdung. Forschungsreisende haben in Gebieten, die bis zu ihrem Vordringen vom Menschen unberührt geblieben waren, oft die Erfahrung gemacht, daß viele Tiere bei der ersten Begegnung mit dem Menschen sehr zutraulich waren. Besonders zeigte sich das bei gesellig lebenden Arten, die einen ausgeprägten Herdeninstinkt haben. Auch heute noch schließen sich jung gefangene Tiere leicht dem Menschen an, in dem sie ein „Leittier“ sehen. Sie folgen ihm willig. Es ist daher nicht zu verwundern, daß die ältesten Haustiere von Herdentieren abstammen; z. B. ist der Hund ein Nachkomme des in Rudeln lebenden Wolfes und nicht des Einzelgängers Fuchs.

Eine Vorstufe der Haustierwerdung war die *Zähmung*. Man fing einzelne Tiere und gewöhnte sie an den Menschen. Waren diese Tiere alt geworden, so mußte man sie ersetzen, indem man neue Tiere einfing.

Um stets frisches Fleisch zu haben, gingen die Menschen bald dazu über, einzelne Tierarten in dauernder Gefangenschaft zu halten. In den Gehegen wurden Jungtiere geboren, und so standen bald mehrere Generationen unter der Obhut der Menschen. Damit war die Voraussetzung zur *Züchtung* gegeben. Sie setzte in der Jüngeren Steinzeit ein. Damals begann der Mensch planmäßig Tiere für die Fortpflanzung auszuwählen, um bestimmte, für ihn günstige Eigenschaften zu erhalten. Zunächst galt es, gute Fleischtiere zu züchten. Später ging der Mensch dazu über, auch die Arbeitskräfte der Tiere in seinen Dienst zu stellen. Durch Gewöhnung und planvolle Auslese gelang es dem Menschen, besonders geeignete Zug- und Reittiere heranzuzüchten. Damit begann er schon in der Bronzezeit. Unter den bronzezeitlichen Funden befinden sich Wagenräder, so daß der damalige Mensch das Pferd als Zugtier gebraucht haben muß. Haustiere werden seit Jahrtausenden in allen Erdteilen gezüchtet. Es ist oft nicht möglich, für die einzelne Art den Ort und die Zeit der ersten Züchtung genau anzugeben. Die Stammform ist bei einigen Arten bekannt, andere lassen sich auf mehrere Wildformen zurückführen.

Von den übrigen Haustieren seien zunächst die Kamele erwähnt. Das *Dromedar* Nordafrikas und Südwestasiens und das *Trampeltier* Ostasiens scheinen eine gemeinsame Stammform zu haben, denn auch beim Dromedar werden in der embryonalen Entwicklung zwei Höcker angelegt. In Südamerika wird als dritte Kamelart das *Lama* gehalten. Die Ureinwohner dieses Erdteiles haben es aus dem dort wild lebenden Guanako gezüchtet. Das *Rentier* des hohen Nordens ist der einzige zahme Vertreter aus der sonst nicht zähmbaren Familie der Hirsche; sein Wohngebiet reichte zur Eiszeit weit nach Süden. In den innerasiatischen

Haustier	Stammart	Vorkommen zur Zeit der Haustierwerdung	Ungefähre Zeit der Haustierwerdung
Hund	Verschiedene geographische Rassen des Wolfes	Nördliches Europa und Asien	Mittlere Steinzeit 16000—6000 v. d. Z.
Pferd	1. Tarpan (ausgestorben) 2. Asiatisches Urwildpferd 3. Schwere Eiszeitpferde (ausgestorben)	1. Europa, Westasien 2. Europa, Zentralasien 3. Europa	Jüngere Steinzeit 6000—2000 v. d. Z.
Hausrind	Ur (ausgestorben)	Europa, Asien	Jüngere Steinzeit 6000—2000 v. d. Z.
Hausziege	1. Capra prisca (ausgest.) 2. Bezoarziege 3. Schraubenziege	1. Galizien, Balkan 2. Mittelmeergebiet 3. Kaukasus, Hochasien	Jüngere Steinzeit 6000—2000 v. d. Z.
Hausschaf	1. Mufflon 2. Steppenschaf 3. Argali	1. Mittel- und Südeuropa, Westasien 2. Steppen in Zentralasien 3. Gebirge in Zentralasien	Jüngere Steinzeit 6000—2000 v. d. Z.
Hausschwein	1. Mitteleuropäisches Wildschwein 2. Mittelmeerschwein 3. Bindenschwein	1. Mitteleuropa 2. Mittelmeerländer 3. Süd- und Ostasien	Jüngere Steinzeit 6000—2000 v. d. Z.
Katze	Falbkatze	Ägypten, Nubien	Um 2000 v. d. Z.
Kaninchen	Wildkaninchen	Südeuropa	Spätes Altertum
Haustaube	Felsentaube	Westeuropa, Mittelmeerländer, Asien	Um 3000 v. d. Z.
Haushuhn	Bankivahuhn	Hinterindien	Um 2300 v. d. Z.
Hausgans	Graugans	Europa, Asien	Altertum
Hausente	Stockente	Europa, Asien, Nordafrika, Nordamerika	Altertum

Hochländern ist der dem Wisent verwandte *Yak* Haustier. Eine große Bedeutung hat der *zahme Büffel* Indiens und Ostasiens, von dem einige Stämme mit den Rindern Südosteuropas gekreuzt wurden. Nur der indische *Elefant*, nicht der afrikanische, wird als Haustier gehalten.

Auch Insekten hat der Mensch in seinen Dienst gestellt. Die *Honigbiene* kommt in verschiedenen Unterarten vor und wurde in Mitteleuropa bereits im Mittelalter in Stöcken gehalten. Bedeutend älter ist die Zucht der *Seidenspinner*. Nach Überlieferungen soll die Seidenraupenzucht bereits im 26. Jahrhundert v. d. Z. in China betrieben worden sein. Im Jahre 551 n. d. Z. schmugelten Mönche die Eier des wertvollen Tieres in ihren Pilgerstäben nach Konstantinopel.

Einfluß der Domestikation auf Bau und Lebensweise der Tiere. Die Anpassung wilder Tiere an die Lebensbedingungen in den Wohnplätzen der Menschen und ihre Umwandlung zu Haustieren nennen wir *Domestikation*. Der Mensch nimmt den Tieren die Nahrungssuche ab, schützt sie im Stall vor Unbilden der Witterung, pflegt ihre Jungen und übernimmt die Auslese. Gegenüber den Wildformen lebt das Haustier unter veränderten Umweltbedingungen. Meist verbringt es einen großen Teil der Zeit im Stall, also nicht auf natürlichem Boden und in weniger Licht und Luft als im Freien; seine Bewegungsfreiheit ist eingeschränkt, und die Auslese bleibt nicht allein der Natur überlassen.

Unter diesen veränderten Verhältnissen *wandeln* sich die Tiere, und zwar die einzelnen Arten in verschieden starkem Ausmaße. Hunde, Schweine, Hühner und Tauben gehören zu den stark wandelbaren Formen; als weniger veränderlich erweisen sich Pferde, Esel, Katzen und Enten. Ferner zeigte sich, daß einzelne Körperteile sich stärker als andere wandeln, es verändern sich aber alle Körperteile. Zunächst wandeln sich Farbe und Behaarung. Der Farbschwund kann bis zum vollständigen Farbverlust führen (*Albinismus*); er äußert sich in vollständig weißer Färbung der Haut oder der Federn und in der Rotfärbung der Augen. Farbstoffhäufung steigert sich zuweilen bis zur Schwarzfärbung der Tiere (*Melanismus*). Zwischen diesen Extremen liegen Abstufungen der Farbtöne und ungleichmäßige Verteilung (Scheckung).

Kräuselung der Haare findet sich bei manchen Arten von Hunden, Pferden, Eseln, Schweinen, Ziegen und Schafen (Karakul). In vereinzelt Fällen kommt es überhaupt nicht zur Ausbildung eines Felles. Diese bei vielen Haustieren beobachtete Erscheinung beruht auf Hemmungen in der embryonalen Entwicklung. Hängeohren treten bei verschiedenen Tierarten auf, desgleichen Verkürzung der Schädel zu sogenannten Mopsschnauzen. Zwerg- und Riesenformen sind von mehreren Haustieren bekannt (Zwerghunde, Zwerghühner, Shetlandpony 60 cm hoch), ferner gestreckte und gedrungene Formen, Krummbeinigkeit, Schwanzverkürzung, Veränderung in der Zahl der Rumpfwirbel. Innere Organe werden von der Domestikation ebenfalls beeinflusst, ferner auch physiologische Vorgänge, wie Futterauswertung, Fettansatz, Milchleistung und Wassergehalt des Fleisches.

Viele körperliche Veränderungen beruhen darauf, daß die Haustiere nicht im sogenannten Kampf ums Dasein stehen und vom Menschen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten ausgelesen werden. So ist das Gewicht von Herz und Hirn bei den Haustieren niedriger als bei den Wildformen. Das Herz der Wildkaninchen ist um fast 14 % schwerer als das gleich großer Haustiere. Die Veränderungen des Gehirns zeigt folgende Tabelle:

	Wildform		Haustier	
Gewicht:	Stockente	6,3 g	Hausente	5,3 g
	Wildkaninchen	11 g	Hauskaninchen	9 g
Volumen:	Argalischaf	140—160 cm ³	Hausschaf	110—120 cm ³
	Bezoarziege	170—200 cm ³	Hausziege	120—160 cm ³

Nach diesen Feststellungen ist es erklärlich, daß die Leistungsfähigkeit der Sinnesorgane bei allen Haustieren – mit Ausnahme des Hundes – geringer ist als die der Wildform. Dagegen bewirkt die Domestikation bei den Haustieren eine *erhöhte Fruchtbarkeit*. So bekommt das wilde Meerschweinchen im Jahre einmal Junge, das zahme achtmal; die Felsentaube legt zweimal im Jahre zwei Eier, die Haus- taube fünf- bis neunmal ebenfalls zwei Eier.

Züchterfolge und Zuchtziele. Von allen Haustieren hat der **Hund** durch die Züchtung die größten Abänderungen erfahren (Abb. 155). Auf Bildern aus dem alten Ägypten (um 2500 v. d. Z.) werden bereits fünf Rassen dargestellt (Dogge, Spitz, Jagdhund, Dachshund und Windhund), die Zahl der heutigen geht weit über 100. Bei der Domestikation des Hundes wurden Eigenschaften, die für den Menschen besonders wertvoll sind, vervollkommen: sein Such-, Abwehr- und Verfolgungsinstinkt und seine Dressurfähigkeit. Sein angeborener Herdentrieb wandelte sich in Anhänglichkeit an den Menschen. Sein scharfer Geruchssinn und sein gutes Gehör sind ihm auch als Haustier erhalten geblieben. Alle seine Eigenschaften befähigen ihn zu oft erstaunlichen Leistungen, z. B. als Blinden- oder Polizeihund, und machen ihn zu einem besonders nützlichen Gefährten für den Menschen. Die fortschreitende Motorisierung wird das **Pferd** als Haustier nicht vollständig verdrängen. Seine beiden Hauptgruppen unterscheiden sich durch Körperbau und Temperament. Die lebhaften und schnellen Vollblutpferde haben einen schlanken Körperbau (Araber, englisches Vollblut). Die Kaltblutpferde sind schwer und langsam; sie bringen es zu großen Zugleistungen und sind daher die leistungsfähigsten Arbeitspferde (belgische, oldenburgische Rassen). Bastarde zwischen Eselhengst und Pferdestute heißen **Maultiere**. Sie vereinigen die Genügsamkeit und Trittsicherheit des Esels mit der größeren Kraft und Lenkbarkeit des Pferdes. Daher sind sie als Tragtiere im Hochgebirge besonders geeignet. Das **Hausrind** ist der wichtigste Fleisch-, Milch- und Lederlieferant. Darüber hinaus spielt es in kleinbäuerlichen Betrieben als Zugtier noch heute eine Rolle. Die Züchterfolge sind beim Hausrind bedeutend. Das Wildrind gibt etwa im

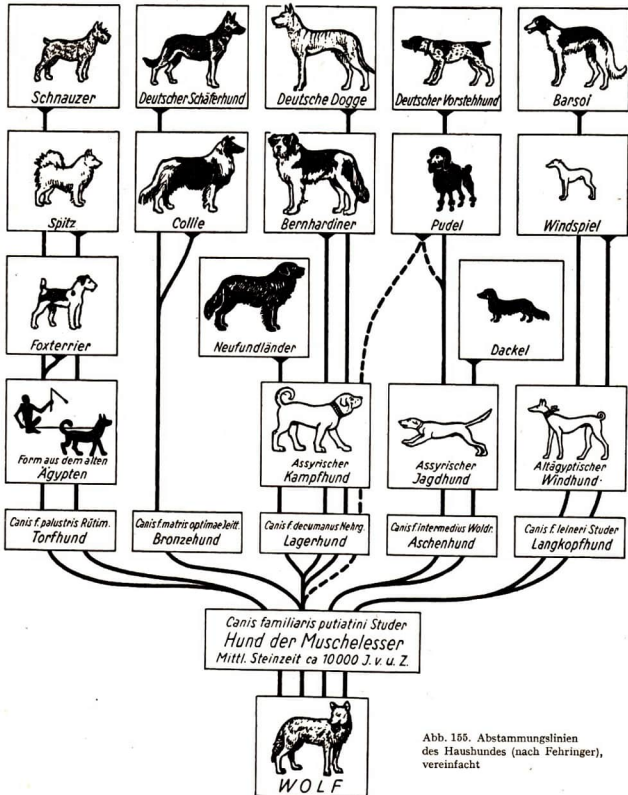


Abb. 155. Abstammungslinien
des Haushundes (nach Fehrer),
vereinfacht

Jahr 600 l Milch, die zur Aufzucht eines Kalbes nötig sind. Im Jahre 1860 gaben die Kühe in Deutschland im Durchschnitt 1100 l, 1930 etwa das Doppelte. Der Fettgehalt der Milch wurde von 3% auf 6% Spitzenleistung gebracht. Da Höchstleistungen einzelner Tiere nicht selten mit körperlichen Nachteilen aller Art verbunden sind, werden heute gleichmäßig gute Leistungen aller

Tiere einer Herde an Milchlieferung, Fleischertrag und Arbeitsfähigkeit angestrebt. Diese drei Ziele sind besonders beim Höhenvieh bestimmend, damit die Viehhaltung wirtschaftlich bleibt. Das gefleckte Höhenvieh Mittel- und Süddeutschlands (Simmentaler Vieh) erfüllt diese Forderungen. Beim Niederungsvieh wird mehr Wert auf Milchleistung gelegt. Seine Farbe ist schwarz-weiß beim ostfriesischen oder rotbunt beim westfälischen und holsteinischen Schlag.

Bei der Zucht der **Schweine** haben sich Größe und Gestalt der Hausform gegenüber der Wildform erheblich gewandelt (Abb. 156). Ein erwachsenes Wildschwein wiegt 150 bis 200 kg, das Hausschwein bis zu 400 kg. Als Zuchtziele gelten heute Frühreife und Schnellwüchsigkeit. Gegenwärtig erreichen junge Tiere von sechs bis sieben Monaten bereits ein Gewicht von 100 kg, vor 80 Jahren brauchten sie dazu noch 18 Monate. Die Auswertung des Futters schwankt bei den einzelnen Schlägen erheblich. Es gibt Schweine, die zu einer Gewichtszunahme von 100 kg etwa 300 kg Futter brauchen, andere dagegen mehr als 500 kg. Hier sind der Züchtung besondere Aufgaben gestellt.

Es gibt wohl kaum eine Tierart, die bei entsprechender Pflege nicht gezähmt werden kann. Trotzdem ist die Zahl der Haustiere seit Jahrtausenden verhältnismäßig klein geblieben. Durch wenige Arten können die menschlichen Bedürfnisse an Nahrung, Kleidung und Arbeitsleistung befriedigt werden; die Haltung dieser Tiere ist wirtschaftlich nutzbringend. Daneben gibt es einige Tierarten, die aus Liebhaberei gehalten werden, wie etwa Schoßhündchen und Aquarienfische. Doch waren sogar manche Luxustiere ursprünglich Nutztiere. So ist z. B. das Meerschweinchen (*Cavia porcellus*) in seiner Heimat Peru seit Jahrhunderten ein wichtiges Schlachttier. Der Sumpfbiber (*Myocastor coypus*), der in seiner Heimat, dem gemäßigten Südamerika, recht selten geworden ist, kann sich in Europa vielleicht zu einem Haustier entwickeln. Sein Fell ist sehr wertvoll (Nútria), und sein Fleisch wird gegessen. Das Tier ist in seiner Ernährung genügsam.

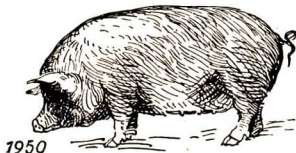
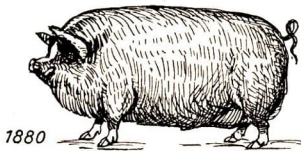
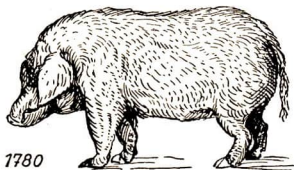


Abb. 156. Züchtung des Berkshireschweines

Immer ist es dem Menschen möglich gewesen, die bei der Haustierhaltung auftretenden Fehlentwicklungen und Überzüchtungen auszuschalten. Gegenwärtig werden manche Haustiere ganz im Freien gehalten, um sie abzuhärten und sie widerstandsfähiger und kräftiger zu machen. Das geschieht z. B. mit den *Hauschweinen* auf einigen Zuchtgütern, wo Muttertiere bei einigen Graden Kälte ihre Jungen werfen und diese den Alten im Schnee nachlaufen müssen, um zu saugen. Mit dieser Abhärtung und der Kräftigung des körperlichen Zustandes wurden die besten Erfolge erzielt. So verbinden sich überlieferte Erfahrung und wissenschaftliche Einsicht, um den Ansprüchen der Menschen gerecht zu werden und die Tiere gesund und leistungsfähig zu erhalten.

Neue Methoden in der Tierzüchtung. Große Erfolge erzielte die Haustierzüchtung in der Sowjetunion durch Anwendung der von Mitschurin an Pflanzen gewonnenen züchterischen und biologischen Erkenntnisse (vgl. Lehrbuch der Biologie für das 9. Schuljahr, S. 218). Aus den Arbeiten Mitschurins und seiner Schüler, vor allem Lyssenkos, geht hervor, daß die Umwelt der Nutzpflanzen von größter Bedeutung für die Züchtung neuer und ertragfähigerer Sorten ist. Für das Haustier stellen Unterbringung, Fütterung und Wartung die wichtigsten Umweltbedingungen dar. Diese pflegerischen Maßnahmen so zu gestalten, daß die Tiere höchste Leistungsfähigkeit erreichen und diese an ihre Nachkommen vererben können, ist eine der wesentlichsten Aufgaben der sowjetischen Tierzüchtung.

Wie die sowjetischen Züchter durch Gestaltung der Umwelt eine neue Tierrasse erzielten, zeigt das Beispiel des *Kostroma-Rindes* (Abb. 157, 158). Es wurde in den Jahren 1930 bis 1944 aus der großen, aus Mischlingen verschiedener Rassen zusammengesetzten Herde des Sowchos *Karawajewo* im Kostroma-Gebiet gezüchtet. Das Zuchtziel war, eine Rasse mit hoher Milchproduktion und großer Fleischlieferung zu erhalten. Dabei kam es nicht in erster Linie darauf an, Spitzenleistungen einzelner Tiere, sondern hohe Leistungen aller Tiere der Herde zu erreichen.

Wie bei jeder Züchtung wurden auch hier stets nur die besten Tiere zur Nachzucht genommen: Kühe, die die meiste Milch gaben, großes Körpergewicht hatten und gesunde Kälber zur Welt brachten, und Stiere, die dieselben Eigenschaften vererbten. Doch ließ man es bei solcher Auswahlzüchtung nicht bewenden, sondern legte großen Wert auf Gestaltung der Umwelt, d. h. auf Fütterung und Haltung der Tiere. Das *Futter* wurde je nach den Leistungen und dem Alter der Tiere aus Rauhfutter (Heu, Stroh), Naßfutter (Kartoffeln, Rüben, Silofutter) und Kraftfutter (Kleie, Ölkuchen) verschieden zusammengesetzt. Solange eine Kuh Milch gab, bekam sie anderes Futter als während der Trächtigkeit. In den letzten Monaten vor dem Kalben wurde der Vitamingehalt des Futters durch Zugabe von jungen Mohrrüben erhöht. Kälber bekamen anderes Futter als Kühe. Bei jeder Steigerung der Milchlieferung vergrößerte man die Futtermenge; denn die größere Milchmenge kann vom Organismus der Kuh nur aus einer größeren Nahrungsmenge erarbeitet werden. Bei der Zusammensetzung des Futters berücksichtigte man sogar die unterschiedlichen Bedürfnisse der einzelnen Kühe.

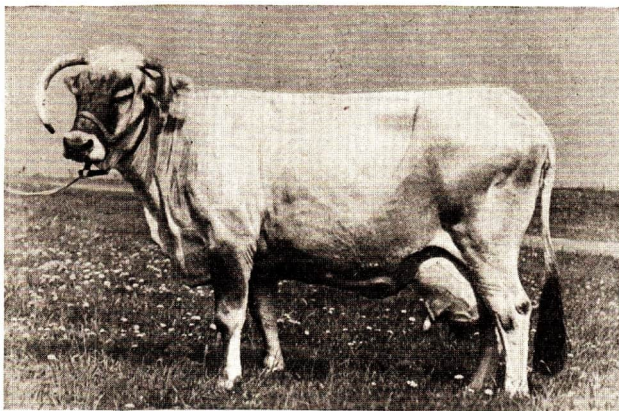


Abb. 157. Kuh der Kostroma-Rasse

Ebenso große Sorgfalt wurde der *Haltung* der Tiere gewidmet. Die Ställe waren trocken, hell und sehr sauber. Streng wurde darauf geachtet, daß die festgesetzten Zeiten für Fütterung, Melken und Weidegang pünktlich eingehalten wurden. Da das Nervensystem von Bedeutung für das richtige Funktionieren der Organe ist, wurden die Tiere nicht durch laute Unterhaltungen im Stall beunruhigt oder erschreckt.

Eine große Rolle spielte das richtige *Melken*. Beim Melken wird ein Reiz auf die Milchdrüsen ausgeübt, der sie zu erhöhter Milchabsonderung anregt. Um diesen Melkreiz besonders oft wirksam werden zu lassen, wurden die Kostroma-Kühe nicht nur wie sonst üblich zwei- bis dreimal, sondern vier- bis fünfmal am Tage gemolken. Dazu wurden die Euter vor dem Melken und auch während des Melkens massiert. Diese stärkere Beanspruchung führte zu verstärkter Milchabsonderung. Das rief aber auch andere Veränderungen im Körper hervor. Die verstärkte Milchproduktion ist nur möglich, wenn die Blutzufuhr zu den Milchdrüsen, die dem Blut die Bestandteile der Milch entziehen, sich verstärkt. Das verlangt eine größere Tätigkeit und schnelleres Schlagen des Herzens. Um diese Arbeit leisten zu können, ist eine größere Energieerzeugung durch die Atmung nötig, so daß die Tiere schneller atmen und kräftigere Lungen entwickeln müssen. Für die erhöhte Energieerzeugung und den erhöhten Nährstoffbedarf muß das Tier mehr Nahrung zu sich nehmen, müssen die Verdauungsorgane kräftiger arbeiten und zur Bewältigung der größeren Nahrungsmenge selbst größer werden. So hängen starke körperliche Veränderungen mit der erhöhten Milcherzeugung zusammen. Bei den

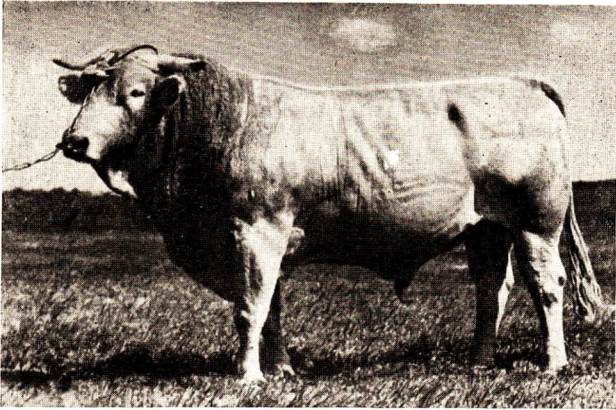


Abb. 158. Stier der Kostroma-Rasse

Kostroma-Kühen sind jetzt Herz, Leber und Magen anderthalb- bis zweimal so groß wie die entsprechenden Organe der weniger produzierenden Rassen. Auch die Körpertemperatur ist um fast 1° höher.

Gerade der jugendliche Organismus ist in seinen Eigenschaften beeinflussbar. Darum wurden auch die Kälber unter Verhältnissen aufgezogen, die die Leistungsfähigkeit erhöhten. Die Aufzucht geschah in ungeheizten Kälberställen, in denen im Winter eine Temperatur von -7° bis -9° herrschte, die bei strengem Frost auf -15° bis -20° absank. Eine dicke Strohschicht schützte die Tiere beim Lagern vor Erkältungen. Die Kälte härtet den Organismus des Kalbes ab und steigert die Tätigkeit der inneren Organe. Außerdem bleibt im kalten Stall die Luft frisch und trocken. Kälte und Trockenheit verhindern auch die Entwicklung der Bakterien und damit das Auftreten von Infektionskrankheiten. Den Sommer verbrachten die Kälber im Freien.

Durch diese Maßnahmen steigerte sich die Leistungsfähigkeit und die Körpergröße der Tiere von Jahr zu Jahr. Die Kühe zeigten folgende Durchschnittsleistungen:

Jahr	Mittlere jährliche Milcherzeugung in l	Mittleres Lebendgewicht in kg
1932	1940	439
1934	2872	449
1936	4746	538
1938	6143	522
1940	6310	649

Einzelne Kühe erreichten eine jährliche Milchleistung von 10000 l und mehr, andere ein Lebendgewicht von 850 bis 950 kg.

So entwickelte sich unter Auswahl der leistungsfähigsten Tiere durch zweckentsprechende Fütterung, richtige Haltung und kunstgerechtes Melken aus mittelmäßigen Hausrindern die überragende Kostroma-Rasse. Auf ähnliche Weise wurden in der Sowjetunion neue Rinder-, Schweine- und andere Haustierrassen gezüchtet, vor allem solche, die den extremen klimatischen Bedingungen im hohen Norden oder im Süden angepaßt sind. Die Anwendung der Erkenntnisse der Mitschurinschen Biologie, die den *gestaltenden Einfluß der Umwelt* und die *Vererbbarkeit der Umwelthanpassungen* erkannt hat, wirkt sich auch auf die Tierzuchtung äußerst fruchtbar aus und befähigt den Menschen, Tierrassen zu züchten, die seinen Bedarf an tierischen Erzeugnissen in höherem Maße decken können.

ANHANG:

AUS DER GESCHICHTE DER ZOOLOGIE

Die Wissenschaft von den Tieren hat sich aus den Erfahrungen von Jägern und Fischern entwickelt. Schon die Menschen der Altsteinzeit lernten auf ihren Jagdzügen auch Tiere kennen, die sie nicht als Nahrung für sich verwerten konnten. Später, etwa zu Beginn der Jungsteinzeit, begann man Tiere zu zähmen und als Haustiere zu züchten. Dadurch wurden die Menschen mit vielen Lebensvorgängen der Tiere vertraut.

Die Kenntnisse von den Tieren mehrten sich mit der Weiterentwicklung der Kultur. Zur Blütezeit der griechischen Kultur beschrieb *Aristoteles* (384–322 v. d. Z.) in seiner „Naturgeschichte der Tiere“ viele Tierarten und manche anatomische, physiologische und entwicklungsgeschichtliche Einzelheiten.

Römische und arabische Naturforscher erweiterten die von den Griechen übernommenen Tierkenntnisse nur wenig. Im Mittelalter ließ die Geisteshaltung der damaligen Zeit (Scholastik) selbständige Forschungen nicht aufkommen. Deshalb herrschten die Lehren des Aristoteles und seiner Nachfolger bis gegen das Jahr 1500. Der Arzt *Konrad Gesner* (1516–1565) war einer der ersten, der eigene Forschungen und Beobachtungen anstellte.

Die Zeit der großen geographischen Entdeckungen und die Erfindung des Mikroskopes leiteten eine schnelle Entwicklung der Zoologie ein: *Antony van Leeuwenhoek* (1632–1723) entdeckte die Einzeller; *Jan Swammerdam* (1637–1680) begründete die Systematik der Insekten; *Marcello Malpighi* (1628–1694) zog als erster das Mikroskop zur Untersuchung einzelner Organe der Tiere heran und wurde damit zum Begründer der mikroskopischen Anatomie. Im Jahre 1628 entdeckte *William Harvey* (1578–1658) den Kreislauf des Blutes. Aber vielfach waren die

Anschauungen der damaligen Wissenschaft noch nicht frei von Aberglauben und Phantasie. Daher sind viele Tierbeschreibungen aus dieser Zeit abenteuerlich und falsch (Abb. 159, 160). Auch die Benennung und die Einteilung der Tiere wurden nicht nach leitenden Gesichtspunkten, sondern von den einzelnen Forschern nach Gutdünken vorgenommen. Erst *Carl von Linné* (1707–1778) schuf in seinem Werke „*Systema naturae*“ (1735) die Grundlagen einer einheitlichen Benennung (binäre Nomenklatur, s. S. 9) und stellte ein künstliches System auf.

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts beschäftigten sich die Naturforscher vor allem mit dem Ausbau der Linnéschen Systematik und mit Tierbeschreibungen. *Georges Cuvier* (1769–1832) führte als erster vergleichende Untersuchungen über den Bau der Tiere durch. Auch die Kenntnisse von den ausgestorbenen Lebewesen wurden zu dieser Zeit durch Funde und systematische Forschungen beträchtlich vermehrt. Die Ergebnisse der vergleichenden Anatomie, Systematik und Paläontologie führten *Jean Baptiste Lamarck* (1744–1829) zu der Einsicht, daß sich die heute lebenden Tiere im Laufe langer Zeiträume aus einfacher gebauten entwickelt haben. *Karl Ernst von Baer* (1792–1876) begründete die moderne Embryologie, die Lehre von der Keimesentwicklung der Tiere. *Theodor Schwann* (1810–1882) erkannte die Zelle als den Baustein aller Tiere.

Zwischen der allgemeinen Zoologie und der allgemeinen Botanik ergaben sich im Laufe des 18. Jahrhunderts immer mehr Berührungspunkte; beide

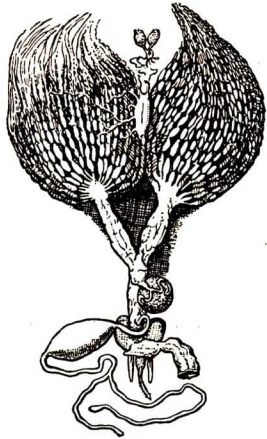


Abb. 159. Eierstock der Biene (aus Swammerdam „*Bibel der Natur*“, 1737)

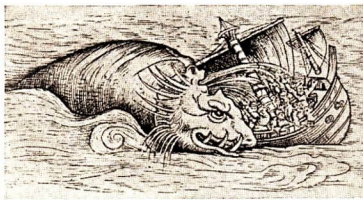


Abb. 160. Phantasievolle Darstellung: Wal überfällt ein Schiff (aus Gesner „*Fischbuch*“, 1598)

nahmen zu ihren Forschungen die Ergebnisse der Physik, der Chemie und der Geologie zu Hilfe. Man erkannte, daß die Lebensprozesse von Tieren und Pflanzen wesentliche Übereinstimmungen aufweisen. So entstand aus den Arbeiten beider Forschungsrichtungen im Jahre 1800 zum ersten Male der Begriff *Biologie*.

Im 19. Jahrhundert entwickelte sich die Zoologie sehr schnell weiter. Die Physiologie gewann immer tiefere Einblicke in die Lebensvorgänge; sie bekam starke Anregungen durch die Auffindung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie und durch die Ergebnisse der organischen Chemie. Die wissenschaftliche Begründung der Abstammungslehre durch *Charles Darwin* (1809–1882) in seinem berühmten Werk „Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl“ (1859) schuf die Grundlage für die weitere Arbeit auf fast allen Gebieten der Zoologie. Das künstliche System Linnés konnte nach umfassenden Untersuchungen durch ein *natürliches System*, das auf den Ergebnissen der Abstammungslehre fußt und die verwandtschaftlichen Beziehungen der Tiere berücksichtigt, ersetzt werden (*Siebold, Leuckart*). *Ernst Haeckel* (1834–1919), der bedeutendste Verfechter des Darwinismus, wandte die Erkenntnisse der Abstammungslehre auf die einzelnen Tier- und Pflanzenarten an und stellte ihre Stammbäume auf. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts beschrieb eine Reihe von Forschern die Zellteilung in ihren Einzelheiten mit immer größerer Genauigkeit. Im Jahre 1875 wurden zum ersten Male die Vorgänge der Befruchtung und Eireifung an dem Seeigeli beobachtet. Das 20. Jahrhundert steht im Zeichen der *Experimentalbiologie*. Ausgedehnte Versuchsreihen verschiedener Entwicklungsphysiologen (*Wilhelm Roux, Hans Spemann* u. a.) eröffneten tiefe Einblicke in die Keimesentwicklung der Tiere und die Ursachen der Differenzierungsvorgänge. In mühevoller Forschungsarbeit wurden die einzelnen Hormone, Vitamine und Fermente entdeckt und ihr Einfluß auf den Ablauf der Lebensvorgänge erkannt. Die Tierpsychologie bediente sich in zunehmendem Maße des Experiments zur Erforschung der Verhaltensweisen der Tiere. Der sowjetische Physiologe *Iwan Petrowitsch Pawlow* gelangte durch seine Untersuchungen über die bedingten Reflexe zu grundlegenden neuen Einsichten über die Tätigkeit des Nervensystems der Tiere. Versuche und gründliche Beobachtungen über die Beziehungen der Tiere zu ihrer Umwelt erweiterten die ökologischen Kenntnisse. Das gesicherte Wissen über die enge Wechselbeziehung zwischen Lebewesen und Umwelt und die Vererbung bestimmter Anlagen haben die sowjetischen Biologen unter Führung von *Trofim D. Lyssenko* für die Züchtung neuer wirtschaftlich wertvoller Tierrassen fruchtbar gemacht.

SACH- UND NAMENREGISTER

- Aal 56, 59
 Aalwanderungen 166
 Abstammung der Haustiere 176
 Ackerschnecke 41
 Affen 81, 91, 95
 Albinismus 177
 Alligator 69
 Ameisen 37, 138, 143
 Ameisenigel 82, 94
 Ammonshorn 43
 Amnion 64, 71, 125
 Amoeba 12, 15, 96, 100
 Amphibien 69, 112
 angewandte Zoologie 4
 Anopheles 14, 148
 Antilopen 86
 Arara 76
 Archaeopteryx 72
 Aristoteles 184
 Arten 6, 8
 Atmung 104
 Augentierchen 11, 15
 ausgestorbene Lebewesen 9
 Ausscheidungsorgane 107
 Außenblatt 17, 124, 125
 Außenschmarotzer 146
 Außenskelett 96
 Auster 42
 autotroph 131
 Axolotl 62, 116
 Bachstelzen 74, 77
 Badeschwamm 17, 21
 Bakterien 5, 107, 139
 Bandwurm 21, 23, 29, 103, 119, 130
 Bankivahuhn 72
 Baer, Karl Ernst v. 186
 Bär 90
 Becherkeim 16, 18, 124
 Befruchtung 120
 Berkshireschwein 180
 Bestäubung durch Tiere 136
 Beuteltiere 82, 94
 Bezoarziege 86, 178
 Biber 85, 95
 Bienen 142, 177
 biologische Abwasserreinigung 171
 biologische Schädlingsbekämpfung 173
 Bisamratte 164
 Blasenkeim 16, 124
 Blasenwurm 24
 Blastula 16, 124
 Blattlaus 136
 Blattschneiderameise 138
 Blattschneiderbiene 134
 Blauhais 51, 59
 Blauwal 89
 Blindschleiche 66, 69
 Blut 106, 116
 Blutegel 29, 30
 Blutkreislauf 106
 Blutlaus 136, 175
 Bohrmuschel 102
 Borstenwürmer 30
 Brachvogel 172
 Breiter Bandwurm 24, 29
 Brüllaffe 91
 Brutpflege 128, 140
 Büffel 177
 Chamäleon 66, 69
 Chitinpanzer 161
 Chitinskelett 30, 31, 96
 Chlorophyll 6
 Chorda 97
 Chordatiere 47, 59, 69, 119
 Chorion 125
 Creodontia 10
 Cuvier, Georges 185
 Cyclops 31
 Dachs 90
 Damhirsch 86
 Daphniden 31, 121
 Darwin, Charles 186
 Delphin 88
 Detritus 157
 Dingo 10, 89
 Dinosaurier 10, 65
 Domestikation 177
 Donnerkeil 43
 Dorsch 57
 Dottergang 125
 Drossel 74, 77
 Drüsen innerer Sekretion 116
 Echte Säugetiere 82, 94
 Edelmarder 90
 Eichhörnchen 85, 95
 Eidechse 64, 69
 Eierstock 119
 Eingeweide der Säugetiere 80
 Einsiedlerkrebs 145
 Einzeller 11, 118
 Eiszeitlekte 163
 Ektoderm 17, 124
 Elefant 87, 88, 95, 177

- Embryo 125
 Emu 76, 77
 Entamoeba 13, 15
 Entoderm 17, 124
 Erdkröte 63, 69
 Ernährungsweise von Pflanze
 und Tier 8
 Euglena 11, 12
 Eulen 74, 77

 Facettenauge 36, 110
 Fadenwürmer 24, 30
 Falbkatz 90
 Falken 74, 77
 Familie 9
 Farbbänderungen 153, 163
 Federn 69, 70
 Felsentaube 73
 Feuersalamander 61, 69
 Finken 74, 77
 Finne 23, 24
 Fische 50, 59, 97, 112
 Fischotter 90
 Fischesaurier 64
 Flagellata 5, 15
 Flatterflug 102
 Fledermaus 84, 94
 Fledermausblütler 136
 Fleischfresser 131, 145
 Flohkrebse 32, 38
 Flugechsen 65
 Flußkrebse 32, 38, 96
 Flußmuschel 41
 Flußneunaugen 49, 59
 Flußperlmuschel 41, 173
 Foraminiferen 13, 15
 Forelle 56
 Fortpflanzung 118
 Froschlurche 60, 63, 69, 97
 Fuchs 89

 Gallen 135
 Ganglien 111
 Gebärmutter 126
 Geburt 127
 Gedächtnis 115
 Gehirn 112
 Gehirnanhang 117

 Gehörorgane 109
 Geißelträger 5, 11, 15, 96
 Generationswechsel 17, 121
 Geruchsvermögen der Insek-
 ten 36
 Gesner, Konrad 184
 Gibbon 92, 95
 Ginsterkatze 90
 Giraffe 86
 Gleichgewichtsorgane 108
 Gliedertiere 30, 38
 Glockentierchen 115
 Gorilla 93, 95
 Graben 101
 Gradflügler 37
 Graugans 73

 Haarsterne 45, 46
 Haeckel, Ernst 186
 Hai 50, 59, 97
 Halbaffen 91, 95
 Halbschädler 47, 49, 59
 Hamster 84
 Handflügler 84, 94
 Harnsack 125
 Harvey, William 184
 Hausen 53, 59
 Hausente 73
 Hausgans 73
 Haushuhn 72
 Haushund, Abstammung
 179
 Haustiere 175
 Hautflügler 38
 Herdentrieb 140
 Hering 57, 59
 Heringshai 51, 59
 Hermelin 90
 Herrentiere 91, 95
 Hertwig, Oskar 120
 Herz 106
 Hesperornis 72
 heterotroph 131
 Hirsch 86
 Histologie 4
 Höhlenbär 81
 Hohltiere 17, 21, 97, 103, 119,
 123, 124

 Honigbiene 35, 37, 115, 148,
 177
 Hormone 116, 117
 Huhn 73, 77
 Hühnerrassen 73
 Hülensbandwurm 24
 Hummer 33, 38
 Hunde 89, 100
 Hüpfertinge 31, 38
 Hyäne 90
 Hydra 18, 139

 Ichneumon 90
 Ichthyornis 72
 Ichthyosaurier 64
 Iltis 90
 Inger 59
 Innenblatt 17, 124, 125
 Innenschmarotzer 146
 Innenskelett 97
 innersekretorische Drüsen 117
 Insekten 8, 30, 35
 Insektenblütler 136
 Insektenstaaten 141
 Instinkthandlungen 37, 113

 Jagdschutz 172
 Jaguar 90, 166
 Jungfernzugung 118, 121

 Kabeljau 57
 Käfer 38
 Käferschnecke 39, 46
 Kaiman 69
 Kakadu 76
 Kamel 86
 Kammertiere 13, 15
 Kammolch 61
 Kapuzineraffe 91
 Karakulschaf 177
 Karettschildkröte 69
 Karpfen 56, 59
 Kartoffelkäfer 164
 Katzen 90
 Katzenhai 51, 59
 Keimzellen 119
 Kerbtiere 35
 Keulenkäfer 145

- Kiemen 105
 Kiemenatmung 55
 Kiemenschnecken 46
 Kieselchwamm 21
 Kiwi 76, 77
 Klasse 9
 Klippfisch 57
 Kloakentiere 81, 94
 Knochen 97
 Knochenfische 53, 59, 97
 Knorpelfische 97
 Knospung 119
 Kohlmeisen 7
 Kolibri 76, 77, 102, 103
 Kommensalismus 145
 Kondor 75
 Konjugation 15
 Korallen 5, 18, 20, 21, 27
 Körpertemperaturen 160
 Kostroma-Rind 181
 Kranich 172
 Krätzmilbe 34, 38
 Krebse 30, 31, 38
 Kreuzotter 68, 69
 Kreuzspinne 33, 38
 Krokodile 64, 69
 Kulturfüchter 172
 Kulturfolger 173

 Lachs 56
 Lamarck, Jean Baptiste 185
 Landtiere 159
 Langarmaffen 92
 Lanzettfischchen 48, 59, 97,
 105, 106, 110
 Larve 128
 Laubfrosch 64, 69
 Laufvögel 76
 Läuse 35
 Lebensgemeinschaften 167
 Leberegel 22, 29, 148
 Leeuwenhoek, Antony van 184
 Leichenfresser 146
 Leopard 90
 Lerchen 74, 77
 Leuckart, Siebold 186
 Lichtsinnesorgane 109
 Linné, Carl v. 185

 Löwe 90
 Luchs 90
 Lungen 105
 Lungenfische 55, 58, 59
 Lurche 59, 69
 Lyssenko, Trofim D. 181,
 186
 Madenwürmer 26, 30
 Makaka 92
 Malaria 14, 148
 Malpighi, Marcello 184
 Mammot 81
 Manteltiere 47, 48, 59
 Marder 90
 Marienkäfer 103, 174
 Mauerassel 32
 Maulbeerkeim 16, 123
 Maultier 178
 Maulwurf 83, 94, 102
 Maulwurfgrille 102
 Mäuse 85, 95
 Medusen 17
 Meeresregionen 154
 Meeresringelwürmer 28, 30
 Meerkatzen 92, 95
 Meerschweinchen 180
 Mehrzeller 16
 Meisen 74, 77
 Melanismus 177
 Menschenaffen 93, 95
 Metamorphose 31, 35, 37, 59,
 116, 128
 Miesmuschel 142
 Milben 34, 38
 Milchleistung 179, 183
 Mitschurin, Iwan W. 181
 Mittelblatt 125
 Molche 69
 Molchfisch 59
 Morula 16, 123
 Mufflon 86
 Mungo 90, 174
 Muscheln 41, 45, 103
 Mutterkuchen 126

 Nabelschnur 127
 Nachgeburt 127

 Nachtraubvögel 77
 Nacktschnecken 40
 Nagetiere 84, 95
 Nahrungsaufnahme 103
 Nandu 76, 77
 Nashorn 81, 87, 95
 Naturschutz 171
 Nauplius 31
 Nebelkrähe 7
 Nervensystem 111
 Nerz 90
 Netzaugen 36
 Neunauge 49, 59
 Nilkrokodil 68, 69
 Nordsee 156
 Nutria 180

 Oberflächenfurchung 19
 Ohrenqualle 19
 Ökologie 4, 131
 Olm 62, 69
 Ontogenie 4
 Orang 93, 95
 Ossjeter 53
 Ostsee 156

 Paarhufer 85, 95
 Paarung 121
 Paläontologie 4
 Panther 90
 Pantoffeltierchen 14
 Panzerfische 55
 Panzerlurche 60
 Papageien 76, 77
 Paradiesvogel 74, 77
 Parasiten 13, 14, 130, 145
 Pavian 78, 85, 92
 Pawlow, Iwan P. 115, 186
 Perlmuschel 41, 42
 Pelzbiene 142
 Pferd 87, 95, 100, 178
 Pferdeegel 29, 30
 Pflanze und Tier 4, 5, 6
 Pflanzenfresser 131
 Phylogenie 4
 Physiologie 4
 Pinguine 75
 Plankton 99, 156, 159

- Plasmodien 14, 148
 Plattnasen 91, 95
 Plattwürmer 21, 29, 117
 Polypen 17, 21, 144
 Protozoen 11, 118
 Prozessionsraupen 114
 Puma 90
 Puppen 128

 Quallen 19, 21, 121
 Quallenpolypen 18
 Quermäuler 50, 59

 Rabenkrähe 7, 114
 Rabenvögel 74, 77
 Rädertierchen 27, 30
 Radiolarien 13
 Rankenfüßer 31
 Ratten 85, 95
 Raubtiere 89, 96
 Raubvögel 75, 77
 Reblaus 122
 Reflexe 113, 116
 Regenbogenforelle 56
 Regeneration 22, 116, 117
 Regenwurm 27, 36, 100, 103, 110
 Reh 86
 Reptilien 64, 69, 112, 121
 Riesenfaultier 81
 Riesenhai 51, 59, 130
 Riesenhänguruk 82, 94
 Rind 86, 178, 181
 Rinderfimbriandwurm 23
 Ringelkrebse 32
 Ringelnatter 67, 69
 Ringelwürmer 27, 30, 119
 Roux, Wilhelm 186

 Schaben 35
 Schädellose 47, 50, 59
 Schädeltiere 47
 Schaf 86
 Schafhaut 64, 125
 Schakal 89
 Schalenkrebse 31
 Scheibenfurchung 124
 Schildkröte 64, 69

 Schimpanse 93
 Schlangen 64, 69, 97, 100
 Schlangensterne 45, 46
 Schleichkatzen 90
 Schleiereule 75
 Schmalnasen 91, 92, 95
 Schmarotzer 35, 146
 Schmarotzertabelle 147
 Schmeißfliege 114
 Schmelzschupper 52, 59
 Schmetterlinge 37
 Schmetterlinge und Blüten 137
 Schnabelkerfe 37
 Schnabeltier 81
 Schnecken 40, 103, 119
 Scholle 58
 Schutzfarbe 149, 161
 Schwalben 74, 77, 103
 Schwämme 5, 16, 21, 97, 103, 123, 139
 Schwann, Theodor 185
 Schwanzlurche 60, 69
 Schwebenrichtungen 151
 Schwein 180
 Schweinefinnenbandwurm 24
 Schwimmblase 152
 Schwimmen 99
 Schwirrflug 102
 Singvögel 74, 77
 Sinnesorgane 108
 Skelett 78, 96
 Skorpion 34, 38
 Sommerstaaten 143
 Spechte 172
 Spemann, Hans 186
 Spermatozoen 119, 120
 Sporentierchen 11, 13, 15
 Sprossung 119
 Spulwurm 26, 30, 96
 Stabheuschrecke 161
 Stachelhäuter 43, 97
 Stamm 9
 Standvögel 74
 Stare 74, 77
 Steinläufer 75
 Steinmarder 90
 Stockbildung 144

 Stockente 73
 Stockfisch 57
 Stoffausscheidung 107
 Stör 52, 59
 Storch 103
 Strahlentierchen 13, 15, 97
 Strauß 75, 77
 Strudelwürmer 22, 29, 139
 Sumpfbiber 180
 Süßwasserpolymp 18, 21
 Süßwasserschwämme 16, 21
 Süßwassertiere 158
 Swammerdam, Jan 184
 Symbiose 138, 144
 Systematik 4

 Tagraubvögel 74
 Tapezierbiene 141
 Tapir 87, 95
 Taschenkrebse 33, 38
 Tastorgane 108
 Taube 73, 77
 Taubenrassen 73
 Tausendfüßer 30, 34, 38
 Teichmuschel 41
 Temperaturorgane 80, 109
 Termiten 139, 143
 Tiefsee 156
 Tiergemeinschaften 140
 Tiergeographie 4
 tiergeographische Regionen 166
 Tierleben im Meer 154
 Tierwanderungen 165
 Tierzüchtung 181
 Tintenfische 42, 45, 103
 Tracheen 30, 35
 Trichine 24, 35
 Triebe 115
 Trilobiten 31
 Trockenstarre 160
 Trypanosomen 12, 15
 Tsetsefliege 35

 Uhu 75
 Umwelt 161, 169, 184
 Ungeziefer 35
 Unpaarhufer 87, 95

- | | | |
|-----------------------------|---|-----------------------------|
| Urdarm 124 | Wasserfrosch 63, 97 | Wollhaariges Nashorn 81 |
| Urtiere 11 | Wassertiere 150 | Wollhandkrabbe 165 |
| Urtracheaten 30 | Webervögel 74, 77 | Würger 74, 77 |
| Urvogel 71 | Wechselbeziehungen zwischen Tieren und Pflanzen 167 | Wurzelfüßer 11, 12, 15, 139 |
| Verdaunungssymbiose 139 | Wechseltierchen 12 | Wurzelläuse 144 |
| Vererbung 177, 181, 184 | Wechselzeugung 122 | |
| Vielfuß 35 | Wegschnecke 41 | Yak 86 |
| Vielzeller 109, 119 | Weichtiere 31 | Yuccamotte 113 |
| Vögel 69, 77, 97, 112 | Weinbergschnecke 39, 40, 128 | |
| Vogelblütler 136 | Weizenälchen 26, 30 | Zähmung 175 |
| Vogelflug 102 | Wellensittich 76 | Zähne 103 |
| Vogelfreistätten 172 | Wespen 143 | Zahnwale 88 |
| Vogelzug 165 | Wiederkäuer 86, 95 | Zauneidechse 65 |
| Vorratsschädlinge 35 | Wiederkäuermagen 133 | Zecke 34 |
| | Wiesel 90 | Zellenlehre 4 |
| Waldameise 143 | Wildschwein 85, 95 | Zellhaufen 16 |
| Waldkauz 75 | Wimpertierchen 11, 14, 15 | Zellkern 11 |
| Waldregenwurm 27 | Winterschlaf 84 | Zibetkatze 90 |
| Wale 88, 95 | Wirbeltiere 47, 50, 59, 112 | Ziege 86 |
| Wanderameisen 114 | Wirtswechsel 24, 148 | Zobel 90 |
| Wanzen 35 | Wisent 86, 172 | Zugvögel 74 |
| Wasserfloh 31, 33, 121, 159 | Wolf 89 | Zweiflügler 38 |

ABBILDUNGEN

Kurt Herschel

Weitere Abbildungen:

Archiv der B. G. Teubner Verlags-Gesellschaft, Leipzig-Berlin (Abb. 92); H. Franke (Abb. 125e); Foto Illus, Berlin (Abb. 32, 70, 157, 158); Landesbildstelle Sachsen, Dresden (Abb. 57, 88, 89, 97); Foto Röhnert, Berlin, aufgenommen im Geologischen Institut der Universität Berlin (Abb. 30, 46, 76); Zentralinstitut für Film und Bild in Unterricht, Erziehung und Wissenschaft (Abb. 91, 93, 135).

